



ANAIS

VIII Simpósio de Matemática e Matemática Industrial

Em comemoração
aos 30 anos do
curso de Matemática
e 10 anos do curso
de Matemática Industrial



EXPEDIENTE

Universidade Federal de Goiás

Edward Madureira Brasil - Reitor
Sandramara Matias Chaves - Vice-Reitora

Regional Catalão

Roselma Lucchese - Diretora
Cláudio Lopes Maia - Vice-Diretor
Fernanda Ferreira Belo - Coordenadora de Graduação
José Júlio de Cerqueira Pituba - Coordenador de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Neila Coelho de Sousa - Coordenadora de Extensão e Cultura
Heber Martins de Paula - Coordenador de Administração e Finanças
Laurita de Queiroz Bomdespacho - Coordenadora de Assuntos da Comunidade Universitária
Moisés Fernandes Lemos - Coordenador de Gestão com Pessoas e Desenvolvimento Institucional

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia

Thiago Porto de Almeida Freitas - Chefe
André Luiz Galdino - Subchefe
Jairo Menezes e Souza - Coordenador do Curso de Matemática Licenciatura
José dos Reis Vieira de Moura Júnior - Coordenador do Curso de Matemática Industrial
Vaston Gonçalves da Costa - Coordenador do Curso de Matemática Licenciatura - EaD
Celso Vieira Abud - Coordenador do Mestrado em Modelagem e Otimização
Tânia Maria Nunes Gonçalves - Coordenadora do Mestrado Profissional em Matemática - PROFMAT
Marcos Napoleão Rabelo - Coordenador de Pesquisa
Márcio Roberto Rocha Ribeiro - Presidente da Comissão de Atividades de Extensão

Coordenador Geral do Evento

Thiago Porto de Almeida Freitas

Comitê Científico do Evento

Celso Vieira Abud
Fernando da Costa Barbosa

Comitê Organizador

André Luiz Galdino	Marcos Napoleão Rabelo
Celso Vieira Abud	Marta Borges
Divino José da Silva	Paulo Roberto Bergamaschi
Élida Alves da Silva	Porfírio Azevedo dos Santos Júnior
Fernando da Costa Barbosa	Tamara Lopes de Oliveira
Jardel Vieira	Tânia Maria Nunes Gonçalves
Juliana Bernardes Borges da Cunha	Thiago Porto de Almeida Freitas
Márcio Roberto Rocha Ribeiro	Vaston Gonçalves da Costa



Direção de Arte:

Ingrid Costa - Identidade visual
Tiesley Toledo - Revisão/Redação

Editoração: André Luiz Galdino

Idioma: Português

Universidade Federal de Goiás
Regional Catalão
Avenida Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, Setor Universitário
CEP 75704-020 - Catalão (GO)
Fone: (64) 3441-5300

Os artigos foram transcritos de acordo com os originais enviados à comissão organizadora do evento, sendo, portanto, de inteira responsabilidade de seus autores e autoras os conceitos, a formatação, as imagens e todos os demais conteúdos neles veiculados.

ISSN 2175-7828

A reprodução parcial ou total desta obra é permitida, desde que a fonte seja citada.



Sumário

Matemática Aplicada 1

2 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE PARAMÉTRICA DE FUNÇÕES MATEMÁTICAS USANDO O ALGORITMO DE COLÔNIA DE VAGALUMES
Camila Campos Carvalho, Fran Sérgio Lobato

6 MÉTODO DE NEWTON COM PROJEÇÃO INEXATA VIÁVEL PARA RESOLVER EQUAÇÕES GENERALIZADAS RESTRITAS
Fabiana Rodrigues de Oliveira, Orizon Pereira Ferreira, Gilson do Nascimento Silva

11 FERRAMENTA DE SUPORTE PARA COMPRA DE AÇÕES DO MERCADO FINANCEIRO BASEADO EM LÓGICA NEBULOSA
Camila Pereira da Silva, Daniel Resende Gonçalves, Jonas Ferreira de Oliveira, Leonardo Martins Freiria, Renan Garcia Rosa, José dos Reis Vieira de Moura Júnior

16 HEURÍSTICA PARA O PROBLEMA DE ESCALONAMENTO DE PROJETOS
Leonardo Martins Freiria, Luciana Vieira de Melo, Thiago Alves de Queiroz

20 APLICAÇÃO DO ALGORITMO DE DIJKSTRA PARA OTIMIZAÇÃO DA TRAJETÓRIA ENTRE DIVERSOS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS
Flávia Gonçalves Fernandes, Marcos Napoleão Rabelo, Sérgio Francisco da Silva

24 UM MÉTODO DO TIPO NEWTON GRADIENTE CONDICIONAL INEXATO PARA SISTEMAS NÃO LINEARES RESTRITOS
Max Leandro Nobre Gonçalves, Fabrícia Rodrigues de Oliveira

29 INVESTIGAÇÃO DE ESCALA NO MODELO DE KURAMOTO
Jaqueleine Garcia Silva, Jonas Ferreira de Oliveira, Celso Vieira Abud

33 DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM MODELO QUE DESCREVE O MOVIMENTO RADIAL DE UM ESFERA EM LEVITAÇÃO ACÚSTICA
Mirosmar Silverio Rodrigues, Celso Vieira Abud

37 MODELO DE LÓGICA NEBULOSA NA AQUISIÇÃO DE SINAIS DE IMPEDÂNCIA NO MONITORAMENTO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL
Camila Pereira da Silva, Daniel Resende Gonçalves, Jonas Ferreira de Oliveira, Leonardo Martins Freiria, Renan Garcia Rosa, José dos Reis Vieira de Moura Júnior

42 AGENDAMENTO DE TAREFAS NÃO-PERIÓDICAS EM SERVIDOR ÚNICO USANDO UM ALGORITMO FUZZY
Renan Garcia Rosa, Camila Pereira da Silva, Daniel Resende Gonçalves, Jonas Ferreira de Oliveira, Leonardo Martins Freiria, José dos Reis Vieira de Moura Júnior

46 UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE LÓGICA NEBULOSA E DO MÉTODO DE MONITORAMENTO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL BASEADO EM IMPEDÂNCIA ELETROMECÂNICA PARA DETECÇÃO DE DANOS EM ESTRUTURAS MECÂNICAS
Stanley Washington Ferreira de Rezende, Bruno Pereira Barella, Matheus da Silva Borges, Ingrid Braz Souto, Mateus Filipe da Cunha Pinto, José dos Reis Vieira de Moura Júnior

Educação Matemática 50

51 A MODELAGEM MATEMÁTICA E AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM
Rogério Mastrela, Élida Alves da Silva, Jhone Caldeira

55 APLICAÇÃO DE ATIVIDADES MATEMÁTICAS E DE RACIOCÍNIO LÓGICO PARA CRIANÇAS DO ENSINO FUNDAMENTAL
Renan Garcia Rosa, Camila Pereira da Silva, Juliana Bernardes Borges da Cunha

59 APRENDENDO GEOMETRIA COM AUXILIO DO TANGRAM
Alessandra Carlos de Souza, Beatriz Siqueira Ribeiro, Hernany Henrique Marques de Souza, Crhistiane da Fonseca Souza, Fernando da Costa Barbosa



63 AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COMO FERRAMENTAS MOTIVADORAS PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA
Élida Alves da Silva, Jhone Caldeira, Michele Cristina da Silva

67 DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA A ALUNOS COM DEFICIÊNCIA INTELECTUAL
Claudinei Vieira dos Reis, Guilherme Saramago de Oliveira

71 ESTRATÉGIAS DE ENSINO DA MATEMÁTICA COM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA O PROFESSOR DO 5º ANO
Francisco Anailton dos Santos, Juliana Bernardes Borges da Cunha

75 INVESTIGAÇÃO MATEMÁTICA COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA EXPERIÊNCIA COM LANÇAMENTO DE PROJÉTIL
Alessandra Carlos de Souza, Beatriz Siqueira Ribeiro, Hernany Henrique Marques de Souza, Christiane da Fonseca Souza, Fernando da Costa Barbosa

79 MATEMÁTICA COM TECNOLOGIAS: CUBO DE RUBIK E ROBÓTICA
Cassiano Marques Barbosa, Alexandre Henrique Afonso Campos, Fernando da Costa Barbosa

83 MATEMÁTICA E TECNOLOGIA: UMA PROPOSTA DE ARTICULAÇÃO INTERDISCIPLINAR NO ENSINO FUNDAMENTAL
Inês naves Cunha de Oliveira, Thiago Porto de Almeida Freitas

87 MATEMÁTICA, APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: METODOLOGIA INOVADORA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA
Geovani Henrique Ribeiro, Fernando da Costa Barbosa

92 MODELAGEM MATEMÁTICA: ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO
Angela Maria Moraes, Élida Alves da Silva

96 O DISCURSO ABSOLUTISTA-LOGOCÊNTRICO MATEMÁTICO DESDE UM CONTEXTO PIBIDIANO DA MATEMÁTICA INSTITUCIONALIZADA
Lucas dos Santos Passos, José Pedro Machado Ribeiro, Vânia Lúcia Machado

100 O INFINITO EM DOIS FRAGMENTOS: ARTE E MATEMÁTICA
Gustavo Rodrigues de Lisboa, Márcio Roberto Rocha Ribeiro

104 O USO DA LIBRAS NA MATEMÁTICA DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA DE MATERIAL
Suenio Tomáz Spindola de Atayde, Fernando da Costa Barbosa

109 O USO DAS FERRAMENTAS DO APPLICATIVO "GOOGLE SALA DE AULA" NO ENSINO DE MATEMÁTICA
Élida Alves da Silva, Helenice Maria Costa Araújo, Jhone Caldeira

113 POSSIBILIDADES PARA MELHORAR O DESEMPENHO DOS ACADÊMICOS NA DISCIPLINA DE CÁLCULO
Élida Alves da Silva, Sheila Cristina Teixeira

117 RELATO DE EXPERIÊNCIA COM OS MÉTODOS TRADICIONAL E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA PARA ALUNOS DA 3ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO
Wisney Adriano de Menezes, Juliana Bernardes Borges da Cunha

121 ROBÓTICA EDUCACIONAL: FERRAMENTA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO ESPECIAL
Gessiene Soares Dos Santos, Fernando da Costa Barbosa

125 ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PERSPECTIVA ENTRE O ESTÁGIO SUPERVISIONADO E O ENSINO DE MATEMÁTICA
Rodrigo Santana de Oliveira, Fernando da Costa Barbosa

130 ROBOTICSGENIUSES: UMA EXPERIÊNCIA DO PIBID MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO PÚBLICA
Taynara Derci Babugem Mesquita, Aniele Diniz, Bruna Rodrigues Oliveira, Fernando da Costa Barbosa, Christiane da Fonseca Souza



135 SOLUBILIDADE POR MEIO DE RADICAIS: AS RAÍZES POLINOMIAIS SOB UMA ABORDAGEM HISTÓRICA

Henrique Semensato Holgado, Márcio Roberto Rocha Ribeiro

139 TRABALHANDO GEOMETRIA COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL: DESENVOLVENDO A APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

Beatriz Siqueira Ribeiro, Alessandra Carlos Souza, Hernany Henrique Marques de Souza, Christiane da Fonseca Souza, Fernando da Costa Barbosa

Lista de Autores

143





Matemática Aplicada

Análise de Sensibilidade Paramétrica de Funções Matemáticas usando o Algoritmo de Colônia de Vagalumes

Camila Campos Carvalho

Programa de Pós Graduação em Modelagem e Otimização

Universidade Federal de Goiás

kacamilacarvalho@hotmail.com

Fran Sérgio Lobato

Faculdade de Engenharia Química

Universidade Federal de Uberlândia

fslobato@ufu.br

Resumo. Os métodos heurísticos (ou não determinísticos) contam com diversos parâmetros associados à sua estrutura de desenvolvimento, os quais devem ser definidos pelo usuário para que os mesmos possam ser executados. A escolha desses parâmetros tem grande influência no desempenho dos algoritmos de otimização. Diante do que foi apresentado, o presente trabalho tem por objetivo realizar a análise de sensibilidade no Algoritmo de Colônia de Vagalumes em duas funções matemáticas. A partir dos resultados obtidos foi possível constatar, para os problemas analisados, uma faixa ótima para a aplicação do ACV a esses estudos de caso.

Palavras-chave: Análise Paramétrica; Algoritmo de Colônia de Vagalumes; Funções Matemáticas.

1. Introdução

Apesar do grande número de aplicações, os algoritmos evolutivos apresentam como uma de suas principais desvantagens a dependência da escolha dos parâmetros de entrada. Em termos práticos, os parâmetros podem ser considerados constantes ou não durante todo o processo de busca pela solução. A questão fundamental nos algoritmos evolutivos é fazer com que os seus parâmetros possibilitem a exploração do espaço de busca de modo que a melhor solução possível seja encontrada [5]. Proposto por Yang [7], o Algoritmo de Colônia de Vagalumes (ACV) está entre os métodos de otimização inspirados na natureza mais tradicionais, sendo utilizado em diferentes aplicações, dentre as quais pode-se citar a sincronização de sensores em rede [6], o projeto de redes sem fio [3], o projeto de estabilizadores de sistemas de força [2], e em um problema inverso de condução de calor [4]. Em linhas gerais, o ACV tem como característica principal modelar a interação entre os vagalumes através da simulação da etapa de acasalamento. No ACV, o usuário deve informar os seguintes parâmetros: o número de vagalumes (N_p), o número de variáveis de projeto (D), o fator de atratividade (β), o parâmetro de absorção de luz pelo meio (γ), o parâmetros de inserção de regularidade (α) e o número máximo de gerações (N_{gen}). Com exceção do número de variáveis, que depende do problema em análise, os demais são intrinsecamente associados ao desempenho do algoritmo ou ao custo computacional. Para fins de avaliar tais parâmetros, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a sensibilidade desses em duas funções matemáticas.

2. Metodologia

Para avaliar a sensibilidade paramétrica, considerou-se que o parâmetro em análise seria estudado dentro de uma faixa e os restantes permaneceriam constantes, sendo definida uma configuração *default* ($N_p = 100$, $N_{gen} = 500$, $\alpha = 0,9$, $\beta = 0,8$ e $\gamma = 1$). Para essa análise,

cada estudo de caso foi executado 20 vezes. Para a avaliação de influência dos parâmetros do ACV serão estudados dois problemas matemáticos com diferentes características e complexidade (Tabela 1) [1].

f_i	Função	Domínio	f^*	x^*
f_1	$x_1^2 - 3x_1x_2 + 4x_2^2 + x_1 - x_2$	$x_i \in [-100, 100]$ ($i = 1, 2$)	-0,285714	-0,713041 -0,142376
f_2	$\frac{\sin^3(2\pi x_1) \sin(2\pi x_2)}{x_1^3(x_1 + x_2)}$ $x_1^2 - x_2 + 1 \leq 0, 1 - x_1 + (x_2 - 4)^2 \leq 0$	$x_i \in [0, 10]$ ($i = 1, 2$)	-0,095825	1,2279713 4,2453733

Tabela 1: Problemas matemáticos

3. Resultados e Discussão

O tamanho da população é um dos fatores que mais contribuem para o custo computacional, já que seu aumento acarreta em um maior número de avaliação da função objetivo (FO). Assim, definir um bom valor para esse parâmetro pode balancear entre uma boa varredura do espaço de busca e um gasto computacional viável. As Figuras 1(a) e 1(b) apresentam os resultados considerando diferentes valores para esse parâmetro ($N_p = [20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200]$).

Nas figuras observa-se que, para um crescente número de indivíduos, tende-se a encontrar a homogeneidade da população (o valor da função objetivo referente ao melhor candidato é similar ao valor da função objetivo referente ao pior candidato). Todavia, para o primeiro problema de otimização, com $N_p = 160$, cerca de 50% das amostras obteve resultados próximos do mínimo global observado na literatura, porém as amostras com menor variabilidade são obtidas na faixa de $N_p = 200$. Já para o segundo estudo de caso, um padrão comportamental de convergência não pode ser observado segundo a variação de N_p .

Com relação ao número de gerações, observa-se que quanto maior o valor desse parâmetro, melhor tende a ser o resultado obtido, conforme apresentado nas Figuras 1(c) e 1(d). Isto já era esperado, visto que quanto maior número gerações, mais vezes a população pode ser atualizada, o que aumenta a chance da solução do problema de otimização ser encontrada.

O fator de inserção de regularidade é responsável pela diversidade na população a partir da inserção de aleatoriedade no caminho a ser percorrido [7]. Nas Figuras 1(e) e 1(f) é apresentado a influência desse parâmetro em relação aos objetivos para os estudos de caso. Nessas figuras, observa-se que menores valores implicam em melhores valores das funções objetivo, ou seja, para tais casos a população foi capaz de se tornar homogênea. O mesmo comportamento pode ser observado para o fator de atratividade (ver Figuras 1(g) e 1(h)). Esse parâmetro é um dos fatores primordiais do ACV, sendo um dos responsáveis pela aproximação dos indivíduos no espaço de projeto. Para ambos os estudos de caso, observa-se que valores menores do que, aproximadamente, 0,5 são boas escolhas para tal parâmetro.

No ACV, a intensidade da luz de um vagalume (indivíduo) está relacionada com o valor da FO . E, como na natureza a atração dos vagalumes depende da intensidade de seu brilho, sabe-se que essa pode diminuir se a distância entre eles aumentar ou se o ambiente tiver maior capacidade de absorção de luz. Nas Figuras 1(i) e 1(j) são apresentadas a influência desse parâmetro na qualidade da solução dos estudos de caso analisados. Observa-se que cada estudo de caso pode-se definir uma faixa para esse parâmetro. Para f_1 os melhores resultados são

obtidos com esse parâmetro maior que 0,6 e para f_2 os melhores resultados são obtidos para esse parâmetro na faixa entre 0,3 e 0,7.

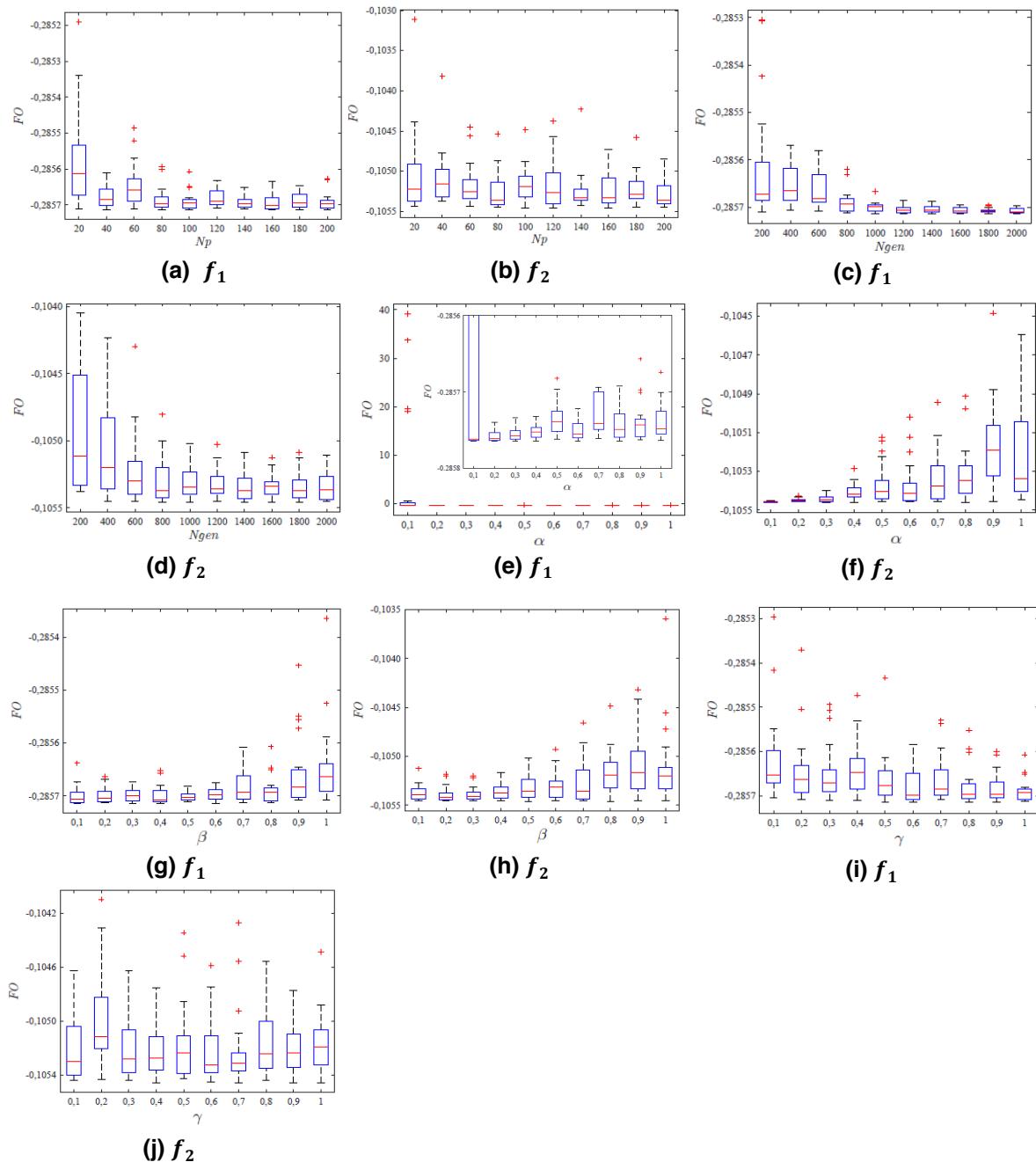


Figura 1: Análise gráfica dos parâmetros do ACV para as funções da Tabela 1.

4. Conclusões

Esse trabalho apresentou a análise de sensibilidade paramétrica considerando o Algoritmo de Colônia de Vagalumes. Para essa finalidade, duas funções matemáticas foram avaliadas. Com os resultados obtidos ficou clara a influência dos parâmetros na qualidade da solução de problemas de otimização. Para os problemas analisados, sugere-se a seguinte faixa para os parâmetros: tamanho da população igual a 200 candidatos, o maior número possível de gerações, para o fator de inserção de regularidade e para o fator de atratividade recomenda-se valores abaixo de 0,5 e para a intensidade da luz de um vagalume recomenda-se valores entre

0,6 e 0,7. Visto as dificuldades relacionadas a determinação dos valores ótimos para esses parâmetros, em trabalhos futuros propõe-se o desenvolvimento de um algoritmo com parâmetros auto-adaptativos.

Referências

- [1] COELLO, C. A. C.; BECERRA, R. L. **Efficient evolutionary optimization through the use of a cultural algorithm.** v. 36, p. 219 – 236, Apr. 2004.
- [2] DAS, T. K.; VENAYAGAMOORTHY, G. K. **Bio-inspired algorithms for the design of multiple optimal power system stabilizers: SPPSO and BFA.** In: Conference Record of the 2006, IEEE Industry Applications Conference, Forty-First IAS Annual Meeting. [S.l.: s.n.], 2006. v. 2, p. 635–641.
- [3] LEIDENFROST, R.; ELMENREICH, W. **Establishing wireless time-triggered communication using a firefly clock synchronization approach.** In: 2008 International Workshop on Intelligent Solutions in Embedded Systems, 2008. p. 1–18.
- [4] LUZ, E. F. P.; BECCENERI, J. C.; VELHO, H. F. C. **Conceitualização do algoritmo vagalume e sua aplicação na estimativa de condição inicial da equação de calor.** In: IX WORCAP. São José dos Campos, 2009.
- [5] TAVAZOEI, M. S.; HAERI, M. **Comparison of different one-dimensional maps as chaotic search pattern in chaos optimization algorithms.** Applied Mathematics and Computation, v.187, n.2, p. 1076-1085, 2007.
- [6] WERNER-ALLEN, G. *et al.* **Firefly-inspired sensor network synchronicity with realistic radio effects.** In: Proceedings of the 3rd International Conference on Embedded Networked Sensor System. New York, NY, USA:ACM, 2005.
- [7] YANG, X.-S. **Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms.** Luniver Press, Cambridge, 2008.

Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.



Método de Newton com Projeção Inexata Viável para Resolver Equações Generalizadas Restritas

Fabiana Rodrigues de Oliveira

Instituto de Matemática e Estatística
Universidade Federal de Goiás

fabianardo@gmail.com

Orizon Pereira Ferreira

Instituto de Matemática e Estatística
Universidade Federal de Goiás

orizon@ufg.br

Gilson do Nascimento Silva

Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias
Universidade Federal de Oeste da Bahia

gilson.silva@ufob.edu.br

Resumo. Neste trabalho é abordada uma nova versão do método de Newton para resolver equações generalizadas com restrições. Basicamente, o método consiste de uma combinação do método de Newton clássico aplicado às equações generalizadas com um procedimento para obter uma projeção inexata viável. Usando o princípio da contração ou também conhecido como teorema do ponto fixo, é estabelecida uma análise de convergência local do método proposto sob hipóteses apropriadas, à saber, regularidade métrica ou regularidade métrica forte e continuidade Lipschitz.

Palavras-chave: Equações Generalizadas Restritas, Método de Newton, Projeção Inexata Viável, Convergência Local.

1 Introdução

Equações generalizadas da forma $f(x) + F(x) \ni 0$ com $x \in \mathbb{R}^n$, foram introduzidas por Robinson S. M. no início dos anos 70, como uma ferramenta geral para descrever, analisar e resolver vários problemas de maneira unificada, e ao longo dos anos foram objeto de intensas pesquisas, veja por exemplo [2,5,8] e as suas referências. Neste caso $f : \Omega \rightarrow \mathbb{R}^m$ é uma função continuamente diferenciável, $\Omega \subseteq \mathbb{R}^n$ é um conjunto aberto e $F : \Omega \rightrightarrows \mathbb{R}^m$ é uma aplicação ponto-conjunto com gráfico não-vazio e fechado. Adicionando um conjunto de restrições C à equação generalizada $f(x) + F(x) \ni 0$, obtém-se o seguinte problema:

$$\text{encontrar } x \in C, \text{ tal que } f(x) + F(x) \ni 0, \quad (1)$$

onde $C \subset \Omega$ é um conjunto convexo fechado. Vale mencionar que problemas importantes, como problema de desigualdade variacional restrito, veja [1], sistemas de equações e inequações sujeitos à restrições de caixa, veja [4,6] e problema de desigualdade viável, veja [7], podem ser reescritos como equações generalizadas restritas, isto é, como (1). Mais detalhes são dados na Seção 4.

O Método de Newton aplicado às equações generalizadas irrestritas, que tem origem no trabalho de Josephy N. H., veja [5] é formulado como: para o iterando corrente $x_k \in \mathbb{R}^n$, o próximo iterando x_{k+1} é calculado como o ponto satisfazendo a inclusão

$$f(x_k) + f'(x_k)(x - x_k) + F(x) \ni 0, \quad k = 0, 1, \dots,$$

onde f' é a derivada de f .

Neste trabalho, é proposta um nova versão do método de Newton (denominado método de Newton-InexP) para resolver equações generalizadas sujeitas à um conjunto de restrições. Basicamente, o método consiste de uma combinação do método de Newton aplicado às equações generalizadas irrestritas com uma projeção inexata viável, a qual é aplicada para garantir a viabilidade dos iterandos. A convergência local do método proposto foi estabelecida sob hipóteses apropriadas, à saber, regularidade métrica ou regularidade métrica forte e condição Lipschitz.

2 Notações e resultados auxiliares

Nesta seção, são apresentadas algumas notações, definições, e resultados usados ao longo do trabalho. As bolas abertas e fechadas de raio $\delta > 0$, centradas em x , são definidas respectivamente por $B_\delta(x) := \{y \in \mathbb{R}^n : \|x - y\| < \delta\}$ e $B_\delta[x] := \{y \in \mathbb{R}^n : \|x - y\| \leq \delta\}$. A *norma* de A é definida por $\|A\| := \sup\{\|Ax\| : \|x\| \leq 1\}$. O *gráfico* e a *imagem* da aplicação ponto-conjunto $F : \mathbb{R}^n \rightrightarrows \mathbb{R}^m$ são respectivamente os conjuntos $\text{gph } F := \{(x, u) \in \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^m : u \in F(x)\}$ e $\text{Img} := \{u \in \mathbb{R}^m : u \in F(x) \text{ para algum } x \in \mathbb{R}^n\}$. A *linearização parcial* de $f + F$ em $x \in \Omega$ é a aplicação ponto-conjunto $L_{f+F}(x, \cdot) : \Omega \rightrightarrows \mathbb{R}^m$ definida por $L_{f+F}(x, y) := f(x) + f'(x)(y - x) + F(y)$. Para os conjuntos C e D em \mathbb{R}^n , a *distância* de x a D e o *excesso* de C a D são respectivamente definidos por $d(x, D) := \inf_{y \in D} \|x - y\|$ e $e(C, D) := \sup_{x \in C} d(x, D)$.

Na sequência é apresentado o conceito de regularidade métrica, o qual desempenha um papel importante na análise subsequente.

Definição 1 Seja $\Omega \subset \mathbb{R}^n$ aberto e não-vazio. Uma aplicação $G : \Omega \rightrightarrows \mathbb{R}^m$ é dita ser *metricamente regular* em $\bar{x} \in \Omega$ para $\bar{u} \in \mathbb{R}^m$ quando $\bar{u} \in G(\bar{x})$, o gráfico de G é localmente fechado em (\bar{x}, \bar{u}) , e existem constantes $\kappa \geq 0$, $a > 0$, e $b > 0$ tais que $B_a[\bar{x}] \subset \Omega$ e $d(x, G^{-1}(u)) \leq \kappa d(u, G(x))$, para todo $(x, u) \in B_a[\bar{x}] \times B_b[\bar{u}]$. Além disso, se a aplicação $B_b[\bar{u}] \ni u \mapsto G^{-1}(u) \cap B_a[\bar{x}]$ é ponto-a-ponto, então G é dita ser *fortemente metricamente regular* em $\bar{x} \in \Omega$ para $\bar{u} \in \mathbb{R}^m$, com constantes associadas $\kappa \geq 0$, $a > 0$, e $b > 0$.

O teorema a seguir é uma generalização do Teorema do Ponto Fixo para aplicações ponto-conjunto. Para uma prova veja [2, Teorema 5E.2, p. 313].

Teorema 1 Sejam $\Phi : \mathbb{R}^n \rightrightarrows \mathbb{R}^n$ uma aplicação ponto-conjunto e $\bar{x} \in \mathbb{R}^n$. Suponha que existam escalares $\rho > 0$ e $\lambda \in (0, 1)$ tais que o conjunto $\text{gph } \Phi \cap (B_\rho[\bar{x}] \times B_\rho[\bar{x}])$ é fechado e as seguintes afirmações são válidas:

- (i) $d(\bar{x}, \Phi(\bar{x})) \leq \rho(1 - \lambda)$;
- (ii) $e(\Phi(p) \cap B_\rho[\bar{x}], \Phi(q)) \leq \lambda \|p - q\|$ para todo $p, q \in B_\rho[\bar{x}]$.

Então, Φ tem um ponto fixo em $B_\rho[\bar{x}]$, isto é, existe $y \in B_\rho[\bar{x}]$ tal que $y \in \Phi(y)$.

3 O Método Newton-InexP

Nesta seção é apresentado o método Newton-InexP para resolver (1), bem como, sua análise de convergência local. Para este propósito, inicialmente é abordado o conceito de projeção inexata viável.

Definição 2 Seja $C \subset \mathbb{R}^n$ um conjunto fechado e convexo, com $x \in C$ e $\theta \geq 0$. A aplicação projeção inexata viável relativa a x com tolerância de erro θ , e denotada por $P_C(\cdot, x, \theta)$ é a aplicação ponto-conjunto $P_C(\cdot, x, \theta) : \mathbb{R}^n \rightrightarrows C$ definida como

$$P_C(y, x, \theta) := \{w \in C : \langle y - w, z - w \rangle \leq \theta \|y - x\|^2, \quad \forall z \in C\}.$$

Cada ponto $w \in P_C(y, x, \theta)$ é denominado uma projeção inexata viável de y em C com respeito a x e com tolerância de erro θ .

Método de Newton-InexP

Passo 0. Sejam $x_0 \in C$ e $\{\theta_j\} \subset [0, +\infty)$ dados, e faça $k = 0$.

Passo 1. Se $f(x_k) + F(x_k) \ni 0$, então **pare**; caso contrário, calcule $y_k \in \mathbb{R}^n$ tal que

$$f(x_k) + f'(x_k)(y_k - x_k) + F(y_k) \ni 0.$$

Passo 2. Se $y_k \in C$, set $x_{k+1} = y_k$; caso contrário tome qualquer $x_{k+1} \in C$ satisfazendo

$$x_{k+1} \in P_C(y_k, x_k, \theta_k).$$

Passo 3. Faça $k \leftarrow k + 1$, e vá ao **Passo 1**.

Na sequência é enunciado o teorema de convergência local para o método de Newton-InexP.

Teorema 2 Sejam $\Omega \subset \mathbb{R}^n$ um conjunto aberto, $f : \Omega \rightarrow \mathbb{R}^m$ uma função continuamente diferenciável em Ω , e $F : \Omega \rightrightarrows \mathbb{R}^m$ uma aplicação ponto-conjunto com gráfico fechado. Assuma que $C \subset \Omega$ é um conjunto convexo e fechado, $x_* \in C$, $f(x_*) + F(x_*) \ni 0$ e que f' satisfaz a condição Lipschitz, isto é, existe $L > 0$ tal que

$$\|f'(x) - f'(y)\| \leq L\|x - y\|, \quad \text{para todo } x, y \in \Omega.$$

Assuma também que a aplicação $\Omega \ni y \mapsto L_{f+F}(x_*, y)$ é metricamente regular em x_* para 0, com constantes $\kappa > 0$, $a > 0$, e $b > 0$. Sejam $r := \sup\{t \in \mathbb{R} : B_t(x_*) \subset \Omega\}$, $\{\theta_k\} \subset [0, 1/2)$ e $r_* := \min\{r, 2(1 - \sqrt{2\tilde{\theta}})/(\tilde{\theta} + \sqrt{2\tilde{\theta}})\kappa L, a, \sqrt{2b/3L}\}$, com $\tilde{\theta} := \sup_k \theta_k < 1/2$. Então, para cada $x_0 \in C \cap B_{r_*}(x_*) \setminus \{x_*\}$, existe uma sequência $\{x_k\}$ gerada pelo método de Newton-InexP que resolve (1), contida em $B_{r_*}(x_*) \cap C$ e que converge para x_* com a seguinte taxa de convergência:

$$\|x_* - x_{k+1}\| \leq \left[\left(1 + \sqrt{2\theta_k}\right) \frac{\kappa L\|x_* - x_k\|}{2(1 - \kappa L\|x_* - x_k\|)} + \sqrt{2\theta_k} \right] \|x_* - x_k\|, \quad k = 0, 1, \dots \quad (2)$$

Além disso, se a aplicação $L_{f+F}(x_*, \cdot)$ é fortemente metricamente regular em x_* para 0, então x_* é a única solução de (1) em $B_{r_*}(x_*)$, e cada sequência gerada pelo método de Newton-InexP associado a $\{\theta_k\}$ e iniciando em $x_0 \in C \cap B_{r_*}(x_*) \setminus \{x_*\}$ satisfaz (2) e converge para x_* .

4 Aplicações

Nesta seção, são abordados alguns problemas que podem ser reescritos como equações generalizadas restritas.

Exemplo 1 Sejam $C \subset \mathbb{R}^n$ conjunto convexo e fechado e $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ uma função continuamente diferenciável. O problema de desigualdade viável é formulado como segue:

$$\text{encontrar } x \in C \text{ tal que } f(x) \leq 0.$$

Fazendo $F(x) \equiv \mathbb{R}_+^n$, a equação generalizada restrita (1) é equivalente a este problema.

Exemplo 2 Considere o sistema de equações e inequações com restrição de caixa, isto é,

$$\text{encontrar } x_l \leq x \leq x_u \text{ tal que } h(x) = 0 \text{ e } g(x) \leq 0,$$

onde $h : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$ e $g : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^p$ são funções continuamente diferenciáveis, $x_l \in (\mathbb{R} \cup \{-\infty\})^n$, $x_u \in (\mathbb{R} \cup \{+\infty\})^n$, e $m + p \leq n$. Para reescrever este sistema como uma equação generalizada restrita (1), basta definir $C = \{x \in \mathbb{R}^n : x_l \leq x \leq x_u\}$, $f(x) = (h(x), g(x))$ e $F \equiv \{0\} \times \mathbb{R}_+^p$, onde $\{0\} \in \mathbb{R}^m$.

Exemplo 3 Sejam $\Omega \subset \mathbb{R}^n$ e $U \subset \mathbb{R}^n$ conjuntos convexos e fechados e $h : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ uma função contínua. O problema de desigualdade variacional restrito é formulado como:

$$\text{encontrar } x_* \in U \cap \Omega \text{ tal que } \langle h(x_*), x - x_* \rangle \geq 0, \quad \forall x \in U,$$

Note que este problema pode ser reescrito equivalentemente como: encontrar $x_* \in U \cap \Omega$ tal que $h(x_*) + N_U(x_*) \ni 0$, onde $N_U(x) := \{y \in \mathbb{R}^n : \langle y, \hat{x} - x \rangle \leq 0, \forall \hat{x} \in U\}$ é a aplicação cone normal do conjunto convexo U .

5 Conclusões

Neste trabalho, foi proposto um novo método para resolver equações generalizadas restritas, denominado método de Newton-InexP. Basicamente, a ideia foi combinar o método de Newton clássico para resolver equações generalizadas irrestritas com uma estratégia adicional para obter uma projeção inexata viável, a fim de garantir a viabilidade. Uma análise de convergência local do novo método, bem como, resultados sobre taxa de convergência foram estabelecidos sob hipóteses de regularidade métrica ou regularidade métrica forte e condição Lipschitz.

Referências

- [1] CENSOR, Y., GIBALI, A., REICH, S.: Algorithms for the split variational inequality problem. *Numerical Algorithms*, v. 59, n. 2, p. 301–323, Feb. 2012
- [2] DONTCHEV, A.L., ROCKAFELLAR, R.T.: **Implicit functions and solution mappings**, second edn. Springer Series in Operations Research and Financial Engineering. Springer, New York, 2014.
- [3] FACCHINEI, F., PANG, J.S.: **Finite-dimensional variational inequalities and complementarity problems**. Vol. I. Springer Series in Operations Research. Springer-Verlag, New York, 2003.

- [4] GU, C., ZHU, D., PEI, Y.: A new inexact SQP algorithm for nonlinear systems of mixed equalities and inequalities. **Numerical Algorithms**, v. 78, n. 4, p. 1233–1253, Sep. 2017.
- [5] JOSEPHY, N.H.: **Newton's method for generalized equations and the pies energy model**. Ph.D. thesis, Department of Industrial Engineering, University of Wisconsin–Madison, 1979.
- [6] MACCONI, M., MORINIMorini, B., PORCELLI, M.: A Gauss-Newton method for solving bound-constrained underdetermined nonlinear systems. **Optimization Methods and Software**, v. 24, n. 2, p. 219–235, Feb. 2009.
- [7] PANG, J.S., QI, L.Q.: Nonsmooth equations: motivation and algorithms. **SIAM Journal on Optimization**, v. 3, n. 3, p. 443–465, Jul. 1993.
- [8] ROBINSON, S.M.: **Generalized equations**. In: Mathematical programming: the state of the art (Bonn, 1982), p. 346–367. Springer, Berlin, 1983.



Ferramenta de Suporte para Compra de Ações do Mercado Financeiro Baseado em Lógica Nebulosa

Camila Pereira da Silva

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
caamilape@gmail.com

Daniel Resende Gonçalves

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
danielresendeg@gmail.com

Jonas Ferreira de Oliveira

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
jonasferoliveira.ufg@gmail.com

Leonardo Martins Freiria

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
freiria.leonardo@gmail.com

Renan Garcia Rosa

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
renangarciar@gmail.com

José dos Reis Vieira de Moura Júnior

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
zerjunior@yahoo.com

Resumo: Este trabalho propõe o uso da lógica nebulosa, utilizando o conceito de verdade parcial e subjetiva, como uma opção para a construção de uma ferramenta auxiliar na tomada de decisão para compra de ações no mercado financeiro. Para tanto, analisou-se tanto aspectos subjetivos quanto quantitativos para construção de um modelo que se baseia na variação da cotação da ação no dia, na variação do índice Bovespa, na solidez da empresa e no preço do ativo. O método mostrou-se eficiente como ferramenta de auxílio ao investidor, identificando como ótima a compra de um ativo de empresas sólidas, preço com alta liquidez, variação negativa no dia e índice Bovespa, também, negativo.

Palavras-chave: Lógica nebulosa; Mercado financeiro; Modelo de previsão.

Introdução

Lógica nebulosa é uma alternativa do raciocínio clássico na qual a forma onde os valores booleanos podem corresponder a qualquer número real, não sendo necessariamente binária.

Este conceito se estende para lidar com a noção de verdade parcial, que permitisse tratar condições não determinadas por dispositivos de controle, possibilitando a avaliação não quantificável (Abar e Silva, 2005).

A compra de ativos no mercado financeiro é um exemplo prático de lógica nebulosa, no qual não é possível determinar uma verdade absoluta de quando que uma empresa irá aumentar seu capital de mercado. Porém, a partir de alguns parâmetros, como situação do mercado, variação do ativo, preço do ativo e solidez da empresa, que é um parâmetro subjetivo, mas que pode levar em conta todos os fundamentos de uma empresa, pode-se determinar uma certa possibilidade do ativo, de uma determinada empresa, aumentar seu preço de mercado futuramente.

Neste trabalho será implementado o modelo nebuloso com o intuito de ajudar o investidor a escolher qual a melhor ação a se comprar de uma empresa em um determinado momento do mercado financeiro, tendo como estratégia o retorno em curto-médio prazo. Logo, para a escolha de investimento em um ativo, o investidor deve olhar alguns parâmetros, como: fundamentos da empresa, a situação do mercado, a liquidez da ação e sua variação. E, a partir destes parâmetros o modelo de lógica nebulosa para compra de ações será implementado.

Metodologia

Para a criação de um modelo para compra de ações em lógica nebulosa, representado na Figura (1), foram utilizados quatro parâmetros: variação do preço do dia (aplicado para determinar a conjuntura de crescimento ou decrescimento do capital de uma empresa), solidez da empresa (usado para medir o fator risco de uma determinada empresa, se esta irá crescer ou falir), índice Bovespa (empregado para determinar qual o cenário que o mercado se encontra) e preço da ação (utilizado para verificação da liquidez do ativo). A variação do preço do dia e o índice Bovespa foram colocados em porcentagem (%). Baseado nas regras criadas, é efetuada uma nota em relação a uma possibilidade de compra de ações (Compra(acao)). O modelo de Inferência utilizado neste sistema é o Mamdani.

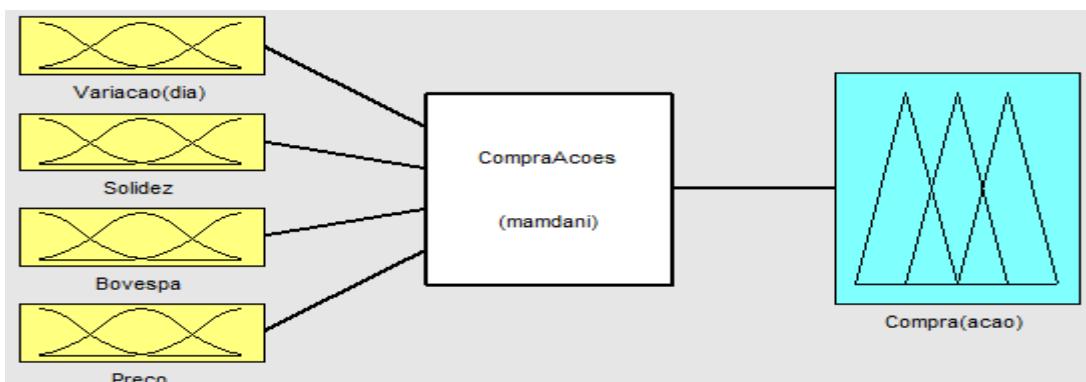


Figura 1: Modelo de lógica nebulosa para compras de ações

A estratégia utilizada para a compra de ações pelo modelo de lógica nebulosa foi visando um ganho a curto-médio prazo, precisando assim de ativos com boa liquidez e boa solidez de mercado. Deve-se também buscar comprar um ativo que esteja com variação baixa no dia (ativo que o preço caiu) e em bom momento para a compra (quando as empresas estão abaixo do preço de mercado), utilizando, para isto, o índice Bovespa do mês (Bogle, 2007).

Como são quatro variáveis de entrada e uma de saída, oitenta e uma regras equivalentes a este sistema são construídas, as quais atuam de forma que o parâmetro Compra(acoess), ou seja, a variável de saída, receberá uma nota próxima a ótima (10) se: a Variação (dia) tender a ruim

(-20), a Solidez aproximar-se de ótima (100), Bovespa inclinar-se ao estado de crise (-10) e o preço próximo ao médio (25)).

A Figura (2) ilustra algumas destas regras. Tais regras são utilizadas no processo de Inferência do modelo Nebuloso (Russ, 1996).

1. If (Variacao(dia) is ruim) and (Solidez is Pessima) and (Bovespa is Crise) and (Preco is baixo) then (Compra(acao) is Ruim) (1)
2. If (Variacao(dia) is ruim) and (Solidez is Boa) and (Bovespa is Crise) and (Preco is baixo) then (Compra(acao) is bom) (1)
3. If (Variacao(dia) is ruim) and (Solidez is Otima) and (Bovespa is Crise) and (Preco is baixo) then (Compra(acao) is bom) (1)
4. If (Variacao(dia) is ruim) and (Solidez is Pessima) and (Bovespa is Estavel) and (Preco is baixo) then (Compra(acao) is Ruim) (1)
5. If (Variacao(dia) is ruim) and (Solidez is Pessima) and (Bovespa is Crescimento) and (Preco is baixo) then (Compra(acao) is Ruim) (1)
6. If (Variacao(dia) is ruim) and (Solidez is Pessima) and (Bovespa is Crise) and (Preco is medio) then (Compra(acao) is Ruim) (1)
7. If (Variacao(dia) is ruim) and (Solidez is Pessima) and (Bovespa is Crise) and (Preco is alto) then (Compra(acao) is Ruim) (1)
8. If (Variacao(dia) is ruim) and (Solidez is Boa) and (Bovespa is Estavel) and (Preco is baixo) then (Compra(acao) is bom) (1)
9. If (Variacao(dia) is ruim) and (Solidez is Boa) and (Bovespa is Crescimento) and (Preco is baixo) then (Compra(acao) is bom) (1)
10. If (Variacao(dia) is ruim) and (Solidez is Otima) and (Bovespa is Estavel) and (Preco is baixo) then (Compra(acao) is Otimo) (1)

Figura 2: Ilustração de algumas regras do modelo

Em relação aos parâmetros do modelo, os valores foram pensados seguindo alguns conceitos já utilizados por investidores do mercado financeiro, como por exemplo a regra de número 10 (Figura (2)), que tem ótima recomendação de compra como variável de saída, mas para isso, detém variação do dia ruim, solidez ótima, Bovespa estável e preço baixo. Estes são apresentados em seguida:

- **Variação do dia:** é a cotação da ação no dia, em que -20% significa uma queda alta no dia (ruim), 0% estabilidade no ativo (bom) e +20% um alto crescimento no dia (ótimo). Quanto menor é a cotação do dia, tem-se uma relação de que o preço do ativo está mais barato, compensando assim comprá-lo. E quanto mais alta a variação deste, mais dispendioso seu preço, não compensando assim comprá-lo;
- **Solidez:** é a estabilidade, a força de uma empresa no mercado, em que nota 0 é uma empresa sem solidez (péssima), nota 50 é uma empresa com uma boa solidez no mercado e nota 100 diz respeito a uma empresa totalmente sólida e forte no mercado (ótima). Se uma empresa não tem solidez, é uma empresa que não gera segurança ao investidor, sendo não aconselhado a comprar ativos deste tipo de empresa. Se a empresa tem uma boa solidez, há uma boa recomendação de compra deste ativo. Porém, se a solidez de determinada empresa é considerada muito boa, tem-se uma recomendação ótima sobre tal ativo (Bogle, 2007);
- **Bovespa:** é o principal indicador médio de desempenho do mercado de ações no Brasil (sendo utilizado no modelo de forma mensal), de tal forma que -10% significa crise, 0% estabilidade e +10% crescimento (Bogle, 2007). Como em momentos de crise os preços tendem a ficar abaixo do valor de mercado, este é um momento recomendado para compra de ativos. Em um momento de estabilidade este parâmetro não terá tanto peso, pois as ações provavelmente estarão em seu preço de mercado, mas podendo evoluir. Já em um momento de crescimento do mercado, as ações estarão provavelmente acima do preço de mercado (crescimento das empresas), onde não é aconselhado para a compra;
- **Preço:** é o preço do ativo cotado no dia. O preço foi estipulado para que se tenha uma maior liquidez do ativo. Logo R\$10,00 foi considerado um preço baixo e R\$60,00 um preço alto. Então o ativo a ser comprado deve estar entre 10 e 60 reais para obter uma melhor liquidez. Quanto mais o preço se aproximar de um valor mediano entre 10 e 60, maior será seu peso em uma recomendação positiva da compra, pelo fato de uma maior liquidez do ativo.

A partir dos quatro parâmetros apresentados e das regras pré-estabelecidas é gerada uma nota de 0 a 10 em “Compra(acao)”, em que 0 significa uma compra ruim e 10 uma compra ótima. A Figura (3) exemplifica como é calculado esse parâmetro de saída.

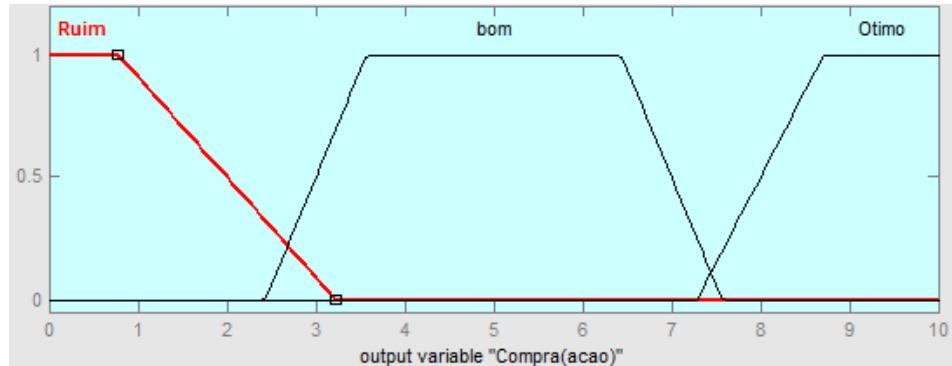


Figure 3: Exemplo do parâmetro de saída “Compra(acoes)”

Resultados e Discussão

A partir dos parâmetros e regras colocados no modelo, foi obtido que quanto maior a solidez (SO), menor a variação (VD), menor o índice Bovespa (BV) e mais líquido for o preço (PR), maior é a recomendação de compra de um ativo, adquirindo no parâmetro de saída (“Compra(acoes)”) uma nota aproximando-se a 10. Alguns exemplos de testes são apresentados na Tabela (1), com a coluna CA (Compra(acoes)) mostrando as notas obtidas a partir da relação dos parâmetros colocados, de forma a mostrar como se dá a variação no parâmetro de saída CA em diferentes momentos de mercado, e com parâmetros distintos de solidez das empresas. Logo é possível mostrar o grau de importância de cada parâmetro.

TESTES	VD (%)	SO	BV (%)	PR (R\$)	CA
1	+16	10	+5	50	1.41
2	-7	70	-2	19	5.65
3	-17	90	-9	29	8.91
4	-19	10	-9	30	1.16
5	+19	90	-9	30	5
6	-19	90	+9	30	5
7	-19	90	-9	58	8.93
8	+19	90	+9	58	5

Tabela 1: Exemplos de testes feitos no modelo

Conclusões

Este trabalho desenvolveu um modelo nebuloso para construção de uma ferramenta que possa ajudar o investidor a melhorar sua visão sobre a compra de ações a partir de quatro parâmetros: variação do dia, solidez da empresa, variação do Bovespa e preço da ação.

De acordo com os testes apresentados na Tabela (1), percebe-se pelo resultado do teste 4, que a solidez da empresa tem alto grau de prioridade para uma ótima recomendação de compra segundo o modelo feito, pois apesar de possuir variação (VD) ruim, Bovespa (BV) em crise e preço (PR) médio, que são valores de ótima sugestão de compra, o fato de não ter uma boa solidez no mercado reduz a nota a 1.16, sendo esta, uma péssima recomendação para a compra. Já no teste 7, é constatado que a variável preço (PR) não tem grande importância no modelo, pois mesmo com um preço alto (e os demais parâmetros a favor para uma boa sugestão de compra), a nota de recomendação de compra gerada é próxima a ótimo.

Pelos resultados obtidos conclui-se que o investidor deve buscar empresa sólidas no mercado (principalmente), comprar ações em momentos que estão abaixo do preço de mercado,

com variação do dia e do Bovespa negativos, e com um valor que detenha boa liquidez, ou seja, que tenha um preço médio. Os testes comprovam que o modelo contribui para o auxílio do investidor na compra de ações, possibilitando uma maior chance de lucratividade em um determinado ativo, pois considera tanto variáveis quantitativas quanto qualitativas (subjetivas).

Referências

ABAR, Celina. **“O Conceito Fuzzy”**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.pucsp.br/~logica/Fuzzy.htm>. Acessado em 13/06/2018 às 07h30m.

BOGLE, Jhon Clifton. ***The Little Book of Common Sense Investing***. John Wiley & Sons, 2007.

MUKAIDONO, Mazao. **Fuzzy Logic For Beginners**. Singapore: World Scientific, 2001.

RUSS, Eberhart; SIMPSON, Pat; DOBBINS, Roy. Computational Intelligence PC tool. London: AP Professional, 1996.

SILVA, Renato Afonso Cota. **Inteligência artificial aplicada à ambientes de Engenharia de Software: Uma visão geral**. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

Responsabilidade Autoral

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

Heurística para o Problema de Escalonamento de Projetos

Leonardo Martins Freiria

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia

Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

freiria.leonardo@gmail.com

Luciana Vieira de Melo

Unidade Acadêmica Especial de Engenharia

Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

Luciana_vieira.92@hotmail.com

Thiago Alves de Queiroz

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia

Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

taq@ufg.br

Resumo. Aplica-se uma heurística busca tabu para o problema de programação de projetos com restrição de recursos. Comparam-se as soluções da heurística com os resultados da literatura, levando em consideração o *makespan* e o tempo gasto para encontrar a solução. Embora a heurística considere poucos movimentos para obter novas soluções, os resultados mostram que ela é capaz de encontrar a solução ótima em vários casos dentro de um tempo computacional baixo.

Palavras-chave: busca tabu; problema de programação de projetos com restrição de recursos; *makespan*..

Introdução

Um Problema de Programação (*Scheduling Problem*), de forma geral, é definido como um problema de escalar uma quantidade de tarefas para que gastem o menor tempo possível a serem completadas satisfazendo as restrições impostas. O Problema de Programação de Projetos com Restrição de Recursos (*Resource Constrained Project Scheduling Problem* – RCPSP) é uma das variantes do problema de programação, cujo objetivo é minimizar o *makespan* sem violar restrições de precedência e de recursos [1].

O RCPSP baseia-se em programar tarefas de um projeto, respeitando as relações de precedência entre as tarefas e restrições de recursos, considerando recursos escassos e renováveis [2]. Assim, cada tarefa demanda uma quantidade específica de recursos e os recursos possuem uma capacidade limitada, porém renovável em cada instante de tempo [3]. O RCPSP é comum em diversos setores, sendo muito estudado na área da pesquisa operacional, possuindo aplicação na logística, gerenciamento de projetos, manufatura, construção civil, dentre outros [3].

Métodos exatos e heurísticos são adotados para resolver o RCPSP. Os métodos exatos incluem a resolução de modelos de programação matemática e algoritmos baseados em enumeração, não sendo geralmente viáveis para resolver instâncias de grande porte, devido ao problema ser considerado computacionalmente difícil e se acreditar que não existem algoritmos eficientes de tempo polinomial no tamanho da entrada. Em [4] é sugerido modelos de programação linear inteira, resolvidos por meio de algoritmos exatos enumerativos.

Os métodos heurísticos são eficazes para resolver instâncias maiores e de maneira mais rápida, porém sem garantia da solução ótima. Dessa forma, uma aplicação de busca Tabu sobre o RCPSP foi desenvolvida em [5], sendo que soluções são formadas a partir de

movimentos de troca, obedecendo as relações de precedência entre as tarefas, ao passo que soluções repetidas são mantidas em uma lista tabu para evitar ótimos locais prematuros.

Definição do Problema

O RCPSP busca por uma solução cujo *makespan*, isto é, o tempo de conclusão total do projeto, seja mínimo, respeitando as restrições de precedência entre as tarefas e o consumo de recursos por unidade de tempo, que não deve exceder as quantidades limites disponíveis.

O problema considera ainda os seguintes conjuntos: $M = \{0, 1, 2, \dots, n, n+1\}$, com todas as tarefas que devem ser escalonadas, sendo que as tarefas 0 e $n+1$ são denominadas tarefas fictícias; *pred*, que contém os pares ordenados (i, j) de tarefas que possuem precedência, isto é, a tarefa j deverá ser escalonada apenas após o término da tarefa i ; C_{ij} , que é a quantidade de recurso j consumido pela tarefa i ; R_k , que é a quantidade disponível do recurso renovável k ; d_i , que é o tempo de duração da tarefa i , em que as tarefas 0 e $n+1$ possuem tempo de processamento nulos. Pode-se executar tarefas em paralelo, desde que a disponibilidade dos recursos seja respeitada e as atividades devem ser processadas sem preempção

Métodos e Resultados

As heurísticas são frequentemente utilizadas para obter a solução de problemas computacionalmente difíceis, pois a aplicação de métodos exatos requer geralmente um tempo de processamento de ordem exponencial, enquanto as heurísticas geralmente conseguem obter soluções boas dentro de um tempo de processamento polinomial no tamanho da entrada.

Conforme ilustrado no pseudocódigo da Figura 1, a busca tabu parte de uma solução inicial e avaliam-se soluções vizinhas à solução inicial por meio de operações de troca e inserção de tarefas de posição. A vantagem desta heurística está no fato de manter soluções e movimentos repetidos dentro de uma Lista Tabu (TB). Visando atender primeiramente a restrição de precedência entre as tarefas, utiliza-se uma ordenação topológica [5]. Assim, determina-se um escalonamento das tarefas que satisfaça apenas a precedência entre elas, não sendo determinado o tempo de início das tarefas.

```

1: → Gera uma solução inicial X
2: → Criar Lista Tabu- TB
3: → TB ← ∅
4: enquanto (não atingiu MAX iterações) faça
5:   α ← Faça movimento SWAP(X)
6:   se (α ∈ TB) então
7:     Volte ao ínicio do laço
8:   fim se
9:   Y ← Executar α na solução X
10:  se (f(Y) < f(X) ) então
11:    X ← Y
12:  fim se
13:  Adicionar α na lista tabu- TB no local do movimento mais antigo
14:  → atribuir "idade "0 para α
15:  → Guardar o escalonamento e custo da solução
16: fim enquanto
Retorna a solução em X

```

Figura 1- Pseudocódigo da busca tabu desenvolvida.

A obtenção da solução inicial baseia-se na quantificação dos predecessores de cada tarefa, tornando-se possível determinar quais tarefas podem iniciar o escalonamento. Considerando u

a tarefa a ser escalonada e v as tarefas que dependem de u , ao escalar u , as relações (u, v) são desconsideradas. Ainda tirando proveito deste procedimento, as tarefas são agrupadas conforme as suas predecessoras, considerando que não pode haver qualquer dependência entre as tarefas em um mesmo nível topológico.

Diante do escalonamento das tarefas respeitando as restrições de precedência, deve-se realizar a avaliação dos recursos disponíveis de acordo com a quantidade de recursos consumidos em cada instante de tempo. Durante a avaliação dos recursos são utilizadas estruturas atualizadas conforme o escalonamento, com a matriz C_k responsável por armazenar a quantidade de recursos consumidos e T_k responsável por armazenar a quantidade de recursos ainda disponível em cada instante de tempo. Embora a solução obtida inicialmente seja viável, ela geralmente não é uma boa solução e, assim, precisa ser melhorada. Buscando obter uma solução melhor, consideram-se movimentos a serem aplicados sobre as tarefas, quais sejam: **troca** de posição entre duas tarefas e **inserção** de uma tarefa antes de outra.

Os movimentos de troca e inserção são analisados tanto na ordenação topológica quanto nos níveis topológicos, em que as atividades são escolhidas de forma aleatória cada vez que algum desses movimentos é executado. Caso o movimento de troca seja aprovado pela ordenação topológica e reprovado nos níveis topológicos, a troca é efetivada, porém será verificado se é possível realocar as tarefas com quebra de precedência para o nível posterior, caso contrário será criado um novo nível para tais tarefas, mantendo a ordenação topológica. Buscando efetivar ao máximo as trocas entre tarefas, estipulou-se um valor como distância máxima entre as tarefas selecionadas de forma que movimentos com tarefas distantes não são considerados, uma vez que as relações de precedência poderiam invalidar o escalonamento.

A heurística de busca tabu foi codificada na linguagem C++. Os testes foram realizados sobre instâncias da *Project Scheduling Problem Library* (PSPLIB), em que cada instância já contém um valor de solução reportado pela literatura. Na Tabela 1 estão os resultados de 100 instâncias do conjunto J30. As instâncias do conjunto J30 possuem 32 tarefas e para cada tarefa são informadas a quantidade de recurso consumido, o tempo de processamento e as tarefas predecessoras, além de informar a quantidade de recursos renováveis. Os resultados estão agrupados em 10 instâncias por grupo. Desta forma, apresenta-se a média dos resultados obtidos, tendo cada linha da tabela o nome do grupo, o valor médio da função objetivo, o valor médio do tempo gasto pela busca tabu (em segundos) e o desvio relativo, isto é, GAP (em porcentagem) entre o valor da solução apresentado e o valor disponível na PSPLIB.

Como forma de se evitar processamento ineficiente, ou seja, realizar os procedimentos de troca e inserção sem qualquer melhora da solução, determinou-se que caso a solução estacione em um valor durante cerca de 1% da quantidade de iterações máxima, que é de 10.000, a heurística considera o valor como solução final. Desta forma, em muitas instâncias a avaliação da função objetivo foi inferior a 10.000, sendo que a função é avaliada somente se o movimento realizado atender as relações de precedência.

Conforme os resultados na Tabela 1, a busca tabu foi capaz de encontrar a solução igual a da literatura para 2 grupos, ou seja, para todas as 10 instâncias desses 2 grupos. Nota-se que cerca de 50% dos grupos ficaram com GAP inferior a 6%. Pode-se ainda observar que o tempo gasto para obtenção da solução para os conjuntos J30 foram todos inferiores a 0,05 segundos, o que certamente poderá ajudar tomadores de decisões que lidam com tal problema a tomarem boas decisões e muito rapidamente.

Grupo de instâncias	Solução da Literatura	Solução da busca tabu	Tempo Gasto em segundos	GAP
J301	49,3	54,20	0,03	10,10%
J302	47,1	49,90	0,04	5,95%
J303	60	62,10	0,04	3,07%
J304	51,4	51,40	0,03	0,00%
J305	67,6	78,00	0,04	15,24%
J306	50,1	57,90	0,04	16,32%
J307	46,5	49,00	0,04	5,63%
J308	49,9	49,90	0,04	0,00%
J309	74,8	90,80	0,04	21,85%
J310	49,6	56,40	0,04	13,49%

Tabela 1- Resultados obtidos com a busca tabu para 100 instâncias do conjunto J30.

Conclusões

Devido a complexidade computacional do Problema de Escalonamento de Projetos com Restrição de Recursos, o desenvolvimento de uma heurística que gere uma boa solução rapidamente é vantajoso às empresas que necessitam lidar com o escalonamento de tarefas em ambientes com recursos renováveis.

A heurística de busca tabu, que contempla movimentos de troca e inserção, permitiu obter soluções iguais a da literatura para algumas instâncias do problema em estudo, o que é satisfatório e justifica o seu uso nos processos de tomada de decisões rápidas e seguras. Como sugestão de pesquisa futura, busca se aprimorar os movimentos de troca e inserção.

Referências

- [1] RIVERA, J. C.; MORENO-V, L. F.; DÍAZ-S F. J.; PEÑA-Z, G. L.A hybrid heuristic algorithm for solving the resource constrained project scheduling problem (RCPSP). **Revista EIA**, v. 10, p. 87-100, 2013.
- [2] BRUNI, M. E.; PUGLIESE, L. D. P.; BERALDI, P.; GUERRIERO, F. An adjustable robust optimization model for the resource-constrained project scheduling problem with uncertain activity durations. **Omega**, v. 71 p. 66-84, 2017.
- [3] FU, N.; LAU, H. C.; VARAKANTHAM, P.; XIAO, F. Robust local search for solving RCPSP/max with durational uncertainty. **Journal of Artificial Intelligence Research**, vol. 43, pp. 43-86, 2012.
- [4] NABER, A.; KOLISCH, R. MIP models for resource-constrained project scheduling with flexible resource profiles. **European Journal of Operational Research**, v. 239, p. 335-348, 2014.
- [5] BUKATA, L.; SUCHA, P.; HANZÁLEK, Z. Solving the resource constrained project scheduling problem using the parallel tabu search designed for the CUDA platform. **Journal of Parallel and Distributed Computing**, v. 77, p. 58-68, 2015.

Responsabilidade Autoral

“O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho”.

Aplicação do Algoritmo de Dijkstra para otimização da trajetória entre diversos municípios de Minas Gerais

Flávia Gonçalves Fernandes

Departamento de Computação

Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

flavia.fernandes92@gmail.com

Marcos Napoleão Rabelo

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

rabelomn@gmail.com

Sérgio Francisco da Silva

Departamento de Computação

Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

sergio.f.silva@gmail.com

Resumo. No mundo tecnológico e globalizado em que se vive, é necessário sempre implementar novas soluções a fim de amenizar os problemas e facilitar a vida da sociedade, como a determinação de percursos mais curtos durante a realização de viagens, por exemplo. Dessa maneira, este trabalho tem como objetivo aplicar o algoritmo de Dijkstra com a finalidade de obter a otimização da trajetória entre vários municípios do estado brasileiro de Minas Gerais. A metodologia utilizada foi a implementação do algoritmo de Dijkstra, que é o mais famoso dos algoritmos para cálculo de caminho de custo mínimo entre vértices de um grafo e, na prática, o mais empregado. Então, foram realizados testes, obtendo como resultado a otimização das rotas para alguns municípios do estado de Minas Gerais. Logo, foi comprovada a funcionalidade e fundamental utilidade do algoritmo de Dijkstra desenvolvido.

Palavras-chave: Algoritmo de Dijkstra; Custo Mínimo; Otimização.

1. Introdução

O processo decisório é uma atividade comum na vida das pessoas. Tomar decisões é uma das tarefas mais difíceis enfrentadas individualmente ou por um grupo de indivíduos, pois quase sempre tais decisões resultam em consequências positivas e negativas [1]. A resolução de muitos dos problemas que surgem no dia a dia consiste em escolher entre várias alternativas viáveis; ou seja, tomar decisões. A maioria desses problemas é de difícil resolução, uma vez que envolvem múltiplos critérios, geralmente conflituosos entre si. No entanto, em situações de grande pressão, como situações de crise, opta-se usualmente por se utilizar modelos muito simples, em que apenas um dos critérios de decisão assume relevância, colocando de lado os aspectos restantes do problema, reduzindo-o a um problema de otimização do objetivo associado ao critério relevante, geralmente o que se encontra associado à questão econômica [2].

Uma decisão relevante e habitual pelas pessoas que possuem o costume de viajar com frequência envolve a definição do melhor caminho a ser percorrido, de forma que haja rapidez na chegada ao destino, e consequentemente, a satisfação pessoal [2]. Nessa linha de raciocínio, tentativas de otimização, como encontrar melhores rotas que diminuam gastos, é um fator comum no cotidiano das pessoas físicas e jurídicas, com a finalidade de evitar perder-se ao tentar chegar ao destino pretendido, além de reduzir gastos com combustível, por exemplo [1].

Na perspectiva de solucionar um problema de otimização de caminhos, o presente trabalho consiste na implementação de um sistema que encontra a menor distância entre duas cidades do estado de Minas Gerais. Os nomes das cidades serão apresentados posteriormente. Na entrada de dados do *software*, são informadas as duas localizações desejadas (partida e destino). Como resultados, o sistema apresenta a distância percorrida, além de detalhar em quais cidades o usuário deverá passar a fim de chegar ao destino.

2. Metodologia

De acordo com [3], o governo estadual de Minas Gerais utiliza, desde 1985, uma segmentação territorial para fins administrativos, dividindo o estado em dez Regiões de Planejamento (RP), de modo que, para a realização deste trabalho, foi selecionada a cidade que mais se destaca em cada uma dessas regiões conforme o seu desenvolvimento e atuação no setor econômico.

A lista das Regiões de Planejamento de Minas Gerais com as respectivas cidades-destaque e população, segundo as estimativas 2016 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [3], é apresentada a seguir:

- RP Central: Belo Horizonte – 2 513 451 habitantes;
- RP Triângulo Mineiro: Uberlândia – 669 672 habitantes;
- RP Zona da Mata: Juiz de Fora - 559 636 habitantes;
- RP Norte de Minas: Montes Claros - 398 288 habitantes;
- RP Vale do Rio Doce: Governador Valadares - 279 665 habitantes;
- RP Centro-Oeste de Minas: Divinópolis - 232 945 habitantes;
- RP Sul e Sudoeste de Minas: Poços de Caldas – 164 912 habitantes;
- RP Alto Paranaíba: Patos de Minas - 149 856 habitantes;
- RP Jequitinhonha/Mucuri: Teófilo Otoni - 141 502 habitantes;
- RP Noroeste de Minas: Paracatu - 91 724 habitantes.

Porém, como Minas Gerais é o estado brasileiro com maior número de municípios, somando 853 no total, foram encontradas várias cidades e interseções entre as dez cidades citadas acima. Dessa forma, foram adicionadas dezenove cidades a esta seleção, totalizando vinte e nove municípios de Minas Gerais escolhidos para realização deste trabalho.

Assim, as cidades e suas interseções foram modeladas em um grafo, conforme pode ser observado na Figura 1. O aplicativo AutoCAD 2016 foi utilizado para a construção do grafo com as vinte e nove cidades escolhidas anteriormente, em que as distâncias de uma cidade para outra são reais, formando um grafo conectado, de modo que todas as cidades estão interligadas, onde, partindo de uma cidade aleatória do grafo, é possível chegar a qualquer outra cidade disponível no grafo.

Em Matemática e Ciência da Computação, grafo é o objeto básico de estudo da teoria dos grafos. Tipicamente, um grafo é representado como um conjunto de pontos (vértices) ligados por retas (as arestas). Dependendo da aplicação, as arestas podem ser direcionadas, e são representadas por setas [4].

A partir da Figura 1 apresentada, verifica-se os vinte e nove vértices do grafo, em ordem alfabética. Os valores nas arestas correspondem à distância em quilômetros entre cada cidade.

Além disso, foi utilizada a ferramenta *Google Maps* para coleta de dados referentes à distância, em quilômetros, de uma cidade à outra, os quais são simétricos entre os pares de cidades, ou seja, a distância de uma cidade A à uma cidade B é igual a distância da cidade B à cidade A. Com essas informações, foi montada a matriz de adjacência do algoritmo de Dijkstra.

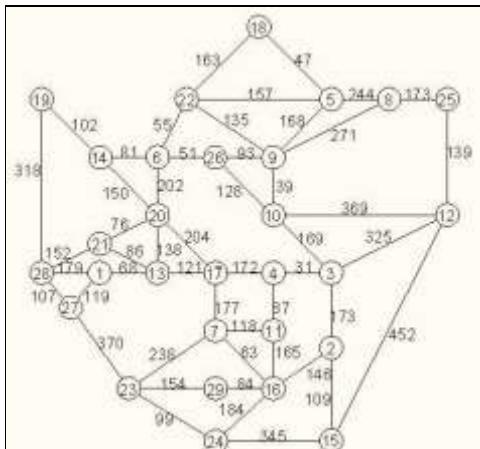


Figura 1: Grafo que representa diversos municípios de Minas Gerais.

1-Araxá; 2-Barbacena; 3-Belo Horizonte; 4-Betim; 5-Bocaiúva; 6-BR-365/BR-040; 7-Campo Belo; 8-Capelinha; 9-Corinto; 10-Curvelo; 11-Divinópolis; 12-Governador Valadares; 13-Ibiá; 14-João Pinheiro; 15-Juiz de Fora; 16-Lavras; 17-Luz; 18-Montes Claros; 19-Paracatu; 20-Patos de Minas; 21-Patrocínio; 22-Pirapora; 23-Poços de Caldas; 24-Pousos Alegre; 25-Téofilo Otoni; 26-Três Marias; 27-Uberaba; 28-Uberlândia; 29-Varginha.

Em busca da otimização do sistema e do caminho de custo mínimo entre as cidades, foi utilizado o algoritmo de Dijkstra, que soluciona o problema do caminho mais curto num grafo dirigido - quando as arestas possuem um sentido marcado e direcionado por uma seta - ou não-dirigido - quando o sentido das ligações entre os vértices não é importante -, com arestas de peso positivo ou nulo, em tempo computacional de complexidade $O([m+n]\log n)$, onde m é o número de arestas e n é o número de vértices [4].

O algoritmo de Dijkstra é um algoritmo guloso, ou seja, trata-se de uma técnica de projeto de algoritmos que tenta resolver o problema fazendo a escolha localmente ótima em cada fase com a esperança de encontrar um ótimo global. Na solução de alguns problemas, combinatórios a estratégia gulosa pode assegurar a obtenção de soluções ótimas. Desse modo, ela torna-se atrativa para a obtenção de solução aproximada em tempo polinomial [5].

Para a teoria dos grafos, uma estratégia gulosa é conveniente, já que sendo P um menor caminho entre dois vértices U e V , todo sub-caminho de P é um menor caminho entre dois vértices pertencentes ao caminho P . Assim, constroem-se os melhores caminhos dos vértices alcançáveis pelo vértice inicial, determinando todos os melhores caminhos intermediários [5].

3. Resultados e Discussão

A partir das informações coletadas e do contexto teórico abordado, foi implementado um programa em linguagem C que realiza cálculos, através do algoritmo de Dijkstra, buscando o menor caminho adotado em relação à uma origem e a um destino pré-determinados.

Ao executar o programa, foram realizados vários testes, obtendo os seguintes resultados:

- Teste 1: Belo Horizonte até Montes Claros.

O custo mínimo, saindo de Belo Horizonte com destino a Montes Claros é: $169 + 39 + 168 + 47 = 423$ km, passando pelas arestas (Belo Horizonte, Curvelo), (Curvelo, Corinto), (Corinto, Bocaiúva), (Bocaiúva, Montes Claros). De maneira simplificada, obteve-se a seguinte trajetória: de 3 para 18: 3 \rightarrow 10 \rightarrow 9 \rightarrow 5 \rightarrow 18, conforme grafo apresentado na Figura 1.

- Teste 2: Uberlândia até Teófilo Otoni.

O custo mínimo, saindo de Uberlândia com destino a Teófilo Otoni é: $152 + 76 + 202 + 51 + 93 + 271 + 173 = 1018$ km, passando pelas arestas (Uberlândia, Patrocínio), (Patrocínio, Patos de Minas), (Patos de Minas, BR-365/BR-040), (BR-365/BR-040, Três Marias), (Três Marias, Corinto), (Corinto, Capelinha), (Capelinha, Teófilo Otoni). De modo simplificado, obteve-se a seguinte trajetória: de 28 para 25: 28 \rightarrow 21 \rightarrow 20 \rightarrow 6 \rightarrow 26 \rightarrow 9 \rightarrow 8 \rightarrow 25, segundo grafo mostrado na Figura 1.

- Teste 3: Governador Valadares até Poços de Caldas.

O custo mínimo, saindo de Governador Valadares com destino a Poços de Caldas é: $325 + 31 + 87 + 118 + 238 = 799$ km, passando pelas arestas (Governador Valadares, Belo Horizonte), (Belo Horizonte, Betim), (Betim, Divinópolis), (Divinópolis, Campo Belo), (Campo Belo, Poços de Caldas). De forma simplificada, obteve-se a seguinte trajetória: de 12 para 23: 12 -> 3 -> 4 -> 11 -> 7 -> 23, de acordo com o grafo da Figura 1.

- Teste 4: Juiz de Fora até Patos de Minas.

O custo mínimo, saindo de Juiz de Fora com destino a Patos de Minas é: $109 + 173 + 31 + 172 + 204 = 689$ km, passando pelas arestas (Juiz de Fora, Barbacena), (Barbacena, Belo Horizonte), (Belo Horizonte, Betim), (Betim, Luz), (Luz, Patos de Minas). De maneira simplificada, obteve-se a seguinte trajetória: de 15 para 20: 15 -> 2 -> 3 -> 4 -> 17 -> 20, conforme grafo exibido na Figura 1.

- Teste 5: Divinópolis até Paracatu.

O custo mínimo, saindo de Divinópolis com destino a Paracatu é: $87 + 31 + 169 + 128 + 51 + 81 + 102 = 649$ km, passando pelas arestas (Divinópolis, Betim), (Betim, Belo Horizonte), (Belo Horizonte, Curvelo), (Curvelo, Três Marias), (Três Marias, BR-365/BR-040), (BR-365/BR040, João Pinheiro), (João Pinheiro, Paracatu). De modo simplificado, obteve-se a seguinte trajetória: de 11 para 19: 11 -> 4 -> 3 -> 10 -> 26 -> 6 -> 14 -> 19, segundo grafo observado na Figura 1.

4. Conclusões

Portanto, observa-se que o objetivo deste trabalho foi alcançado, visto que foi implementado o sistema para cálculo do menor caminho entre duas cidades do estado de Minas Gerais. A otimização das rotas foi aplicada a alguns municípios, e os testes realizados foram apresentados na seção anterior, comprovando a sua funcionalidade.

Como trabalhos futuros, pretende-se aproximar o algoritmo implementado à uma solução do mundo real, com a inclusão de pesos para as tomadas de decisão, tais como limites de velocidade, qualidade da estrada (acidentes reportados, obstáculos, buracos na pista), tipo de estrada (asfaltada ou não), e também comparar os resultados da simulação com a realidade.

Além disso, espera-se cadastrar mais municípios de Minas Gerais e de outros estados brasileiros, com a finalidade de que o *software* desenvolvido tenha abrangência por todo o território nacional, facilitando a vida das pessoas que costumam viajar pelo Brasil.

Referências

- [1] GOMES, F. A. M.; ALMEIDA, A. T. de. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- [2] SILVA, E. D. **A otimização de problemas de caminho mais curto entre dois pontos em uma rota, utilizando algoritmos baseados em grafos**. São Mateus, 2012. 60 p.
- [3] IBGE. **Lista de municípios de Minas Gerais por população**. 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/Lista_de_municípios_de_Minas_Gerais_por_população>. Acesso em: 01 fev. 2018.
- [4] TENENBAUM, Aaron M. **Estrutura de dados usando C**. São Paulo: Makron Books, 2010. 884 p.
- [5] CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R.L. **Introduction to Algorithms**. Cambridge: MIT Press, 2009.

Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

Um Método do Tipo Newton Gradiente Condisional Inexato para Sistemas não Lineares Restritos

Max Leandro Nobre Gonçalves

Instituto de Matemática e Estatística
Universidade Federal de Goiás

maxlNg@ufg.br

Fabrícia Rodrigues de Oliveira

Instituto de Matemática e Estatística
Universidade Federal de Goiás

fabriciaro@gmail.com

Resumo. Neste trabalho, é proposto um método para resolver sistemas de equações não lineares restritos. A análise de convergência local do novo método bem como resultados sobre sua taxa são estabelecidos usando uma condição majorante. Duas aplicações de tal condição são fornecidas: uma para funções cujas derivadas satisfazem uma condição do tipo Hölder e a outra para funções que satisfazem uma condição de Smale, a qual inclui uma classe de funções analíticas.

Palavras-chave: Sistemas não lineares restritos, Método do tipo Newton inexato, Método do gradiente condisional, Convergência local.

1 Introdução

Sejam $\Omega \subset \mathbb{R}^n$ um conjunto aberto e $F : \Omega \rightarrow \mathbb{R}^n$ uma função não linear continuamente diferenciável. Considere o seguinte sistema de equações não lineares restrito

$$F(x) = 0, \quad x \in C, \tag{1}$$

onde $C \subset \Omega$ é um conjunto não vazio, convexo e compacto.

Recentemente, em [5] foi proposta e estabelecida uma análise de convergência local de um método de Newton gradiente condisional (Newton-CondG) para resolver (1). Basicamente, este método consiste em calcular o passo de Newton e depois aplicar um processo gradiente condisional (CondG) a fim de obter o iterando de Newton de volta ao conjunto viável. É importante apontar que o método do gradiente condisional, também conhecido como método de Frank-Wolfe é historicamente conhecido como um dos primeiros métodos para resolver problemas de otimização com restrições convexas, veja [2, 3].

É bem conhecido que implementações do método de Newton para problemas de média ou grande escala podem ser caras (custo computacional) e difíceis devido à necessidade de se calcular todos os elementos da matriz Jacobiana de F bem como a solução exata de um sistema linear em cada iteração, veja por exemplo [1]. Sendo assim, o principal objetivo deste trabalho é apresentar uma extensão do método Newton-CondG, na qual o método de Newton inexato é considerado ao invés do método de Newton padrão. Em cada passo desse novo método, a solução do sistema linear e a matriz jacobiana podem ser calculadas de maneira aproximada; veja o método INL-CondG na seção 2. Do ponto de vista teórico, é apresentada uma análise de convergência local para o proposto método sob uma condição majorante. Além disso, será estabelecida sua convergência linear (ou superlinear para sua versão exata). A vantagem de

se usar uma condição geral tal como a condição majorante na análise dos métodos de Newton reside no fato de que permite estudá-los de uma maneira unificada. Assim, duas aplicações da condição majorante são fornecidas: uma é para funções cujas derivadas satisfazem uma condição do tipo Hölder e a outra é para funções que satisfazem uma condição de Smale, que inclui uma classe substancial de funções analíticas.

1.1 Notações e hipóteses básicas

A i -ésima componente de um vetor $x \in \mathbb{R}^n$ é indicada por $(x)_i$ e a matriz Jacobiana de F em $x \in \Omega$ é denotada por $F'(x)$. Assuma que existe $x_* \in C$ tal que $F(x_*) = 0$ e $F'(x_*)$ é não singular. Denote o produto interno e sua norma associada em \mathbb{R}^n por $\langle \cdot, \cdot \rangle$ e $\|\cdot\|$, respectivamente. A bola aberta com centro em $a \in \mathbb{R}^n$ e raio $\delta > 0$ é denotada por $B(a, \delta)$. Dado um operador linear $T : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$, também será usado $\|\cdot\|$ para denotar sua norma, a qual é definida por $\|T\| := \sup\{\|Tx\|, \|x\| \leq 1\}$. O número de condição de um operador linear contínuo $A : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ é definido por $\text{cond}(A) := \|A^{-1}\| \|A\|$.

2 O método e sua análise de convergência local

Método INL-CondG

Passo 0. Sejam $x_0 \in C$ e $\{\theta_j\} \subset [0, \infty)$ dados. Faça $k = 0$.

Passo 1. Se $F(x_k) = 0$, então **pare**; caso contrário, escolha uma aproximação invertível M_k de $F'(x_k)$ e para o residual $r_k \in \mathbb{R}^n$ calcule uma dupla $(s_k, y_k) \in \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n$ tal que

$$M_k s_k = -F(x_k) + r_k, \quad y_k = x_k + s_k. \quad (2)$$

Passo 2. Se $y_k \in C$, seja $x_{k+1} = y_k$ e vá ao Passo 3; caso contrário, use o processo CondG para obter $x_{k+1} \in C$ como $x_{k+1} = \text{CondG}(y_k, x_k, \theta_k \|s_k\|^2)$.

Passo 3. Faça $k \leftarrow k + 1$, e vá ao Passo 1.

Processo CondG $z = \text{CondG}(y, x, \varepsilon)$

P0. Sejam $z_1 = x$ e $t = 1$.

P1. Use uma subrotina de otimização linear (LO) para calcular uma solução ótima u_t de $g_t^* = \min_{u \in C} \{\langle z_t - y, u - z_t \rangle\}$.

P2. Se $g_t^* \geq -\varepsilon$, seja $z = z_t$ e **pare** o processo; caso contrário, calcule $\alpha_t \in (0, 1]$ e z_{t+1} como $\alpha_t := \min \left\{ 1, \frac{-g_t^*}{\|u_t - z_t\|^2} \right\}$, $z_{t+1} = z_t + \alpha_t(u_t - z_t)$.

P3. Faça $t \leftarrow t + 1$, e vá ao **P1**.

Observação 1. Devido a existência do conjunto restrição C , o ponto y_k no **Passo 1** pode ser inviável e portanto o método INL-CondG usa uma versão especializada do método do gradiente condicional com o objetivo de obter o novo iterando x_{k+1} em C . Note que, aplicando o método de gradiente condicional clássico para $\min_{u \in C} \{G(u) := \|u - y\|^2/2\}$, se obtém o processo CondG como descrito acima sem o critério de terminação $g_t^* \geq -\varepsilon$.

Teorema 1. Sejam $R > 0$ e $\kappa := \kappa(\Omega, R) = \sup \{t \in [0, R) : B(x_*, t) \subset \Omega\}$. Suponha que exista uma função continuamente diferenciável $f : [0, R) \rightarrow \mathbb{R}$ tal que

$$\|F'(x_*)^{-1} [F'(x) - F'(x_* + \tau(x - x_*))] \| \leq f'(\|x - x_*\|) - f'(\tau \|x - x_*\|),$$

para todo $\tau \in [0, 1]$ e $x \in B(x_*, \kappa)$, onde

h1. $f(0) = 0$ e $f'(0) = -1$;

h2. f' é estritamente crescente.

Tome as constantes ϑ , ω_1 , ω_2 e λ tais que $0 \leq \vartheta < 1$, $0 \leq \omega_2 < \omega_1$, $\omega_1\vartheta + \omega_2 < 1$, $\lambda \in [0, (1 - \omega_2 - \omega_1\vartheta)/(\omega_1(1 + \vartheta))]$. Sejam $\nu := \sup\{t \in [0, R) : f'(t) < 0\}$,

$$\rho := \sup \left\{ \delta \in (0, \nu) : \omega_1(1 + \vartheta)(1 + \lambda) \left[\frac{f(t)}{tf'(t)} - 1 \right] + \omega_1[(1 + \vartheta)\lambda + \vartheta] + \omega_2 < 1, t \in (0, \delta) \right\},$$

$$\sigma := \min\{\kappa, \rho\}.$$

Sejam $\{M_k\}$ e $\{(x_k, r_k)\}$ geradas pelo método INL-CondG. Assuma que a aproximação invertível M_k de $F'(x_k)$ satisfaz

$$\|M_k^{-1}F'(x_k)\| \leq \omega_1, \quad \|M_k^{-1}F'(x_k) - I\| \leq \omega_2, \quad k = 0, 1, \dots,$$

e o residual r_k é tal que

$$\|P_k r_k\| \leq \eta_k \|P_k F(x_k)\|, \quad 0 \leq \eta_k \operatorname{cond}(P_k F'(x_k)) \leq \vartheta, \quad k = 0, 1, \dots,$$

onde $\{P_k\}$ é uma sequência de matrizes invertíveis (pré-condicionadores para o sistema linear em (2)) e $\{\eta_k\}$ é uma sequência forçante. Se $x_0 \in C \cap B(x_*, \sigma) \setminus \{x_*\}$ e $\{\theta_k\} \subset [0, \lambda^2/2]$, então $\{x_k\}$ está contida $B(x_*, \sigma) \cap C$, converge para x_* e valem

$$\|x_{k+1} - x_*\| < \|x_k - x_*\|, \quad \limsup_{k \rightarrow \infty} \frac{\|x_{k+1} - x_*\|}{\|x_k - x_*\|} \leq \omega_1[(1 + \vartheta)\sqrt{2\tilde{\theta}} + \vartheta] + \omega_2, \quad (3)$$

onde $\tilde{\theta} = \limsup_{k \rightarrow \infty} \theta_k$. Adicionalmente, dado $0 < p \leq 1$, assume que a seguinte condição vale:

h3. a função $(0, \nu) \ni t \mapsto [f(t)/f'(t) - t]/t^{p+1}$ é estritamente crescente.

Então, para todo inteiro $k \geq 0$ temos que

$$\begin{aligned} \|x_{k+1} - x_*\| &\leq \omega_1(1 + \vartheta)(1 + \lambda) \left(\frac{f(\|x_0 - x_*\|)}{f'(\|x_0 - x_*\|)} - \|x_0 - x_*\| \right) \left(\frac{\|x_k - x_*\|}{\|x_0 - x_*\|} \right)^{p+1} \\ &\quad + (\omega_1[(1 + \vartheta)\lambda + \vartheta] + \omega_2) \|x_k - x_*\|. \end{aligned} \quad (4)$$

Demonstração. Veja [6]. □

Observação 2. Pela definição de $\tilde{\theta}$ e o fato que $\{\theta_k\} \subset [0, \lambda^2/2]$, obtém-se $\tilde{\theta} \in [0, \lambda^2/2]$. Assim, $\omega_1[(1 + \vartheta)\sqrt{2\tilde{\theta}} + \vartheta] + \omega_2 \leq \omega_1[(1 + \vartheta)\lambda + \vartheta] + \omega_2 < 1$. Portanto, a segunda desigualdade em (3) implica que a sequência $\{x_k\}$ converge linearmente para x_* . Por outro lado, para a versão exata do método (isto é, $\omega_1 = 1$ e $\omega_2 = \vartheta = \lambda = 0$) obtém-se, da segunda desigualdade em (3) e do fato que $\tilde{\theta} = 0$, que $\{x_k\}$ converge superlinearmente para x_* . Adicionalmente, se f' é convexa, isto é **h3** vale com $p = 1$, a taxa quadrática de convergência segue da desigualdade (4), da definição de σ e do fato de que $x_0 \in C \cap B(x_*, \sigma) \setminus \{x_*\}$.

Em seguida será especificado o Teorema 1 para duas importantes classes de funções. Na primeira (Corolário 2), F' satisfaz uma condição do tipo Hölder [4, 7], e na segunda (Corolário 3), F é uma função analítica satisfazendo uma condição de Smale [8, 9].

Corolário 2. Seja $\kappa = \kappa(\Omega, \infty)$ como definido no Teorema 1. Assuma que existam constantes $K > 0$ e $0 < p \leq 1$ tais que

$$\|F'(x_*)^{-1}[F'(x) - F'(x_* + \tau(x - x_*))]\| \leq K(1 - \tau^p) \|x - x_*\|^p, \quad \tau \in [0, 1], \quad x \in B(x_*, \kappa). \quad (5)$$

Tome $0 \leq \vartheta < 1$, $0 \leq \omega_2 < \omega_1$ tais que $\omega_1 \vartheta + \omega_2 < 1$ e $\lambda \in [0, (1 - \omega_2 - \omega_1 \vartheta)/(\omega_1(1 + \vartheta))]$. Defina

$$\bar{\sigma} := \min \left\{ \kappa, \left[\frac{(1 - \omega_1[(1 + \vartheta)\lambda + \vartheta] - \omega_2)(p + 1)}{K(p - \omega_1[(1 + \vartheta)\lambda + \vartheta - p] - \omega_2(p + 1) + 1)} \right]^{1/p} \right\}.$$

Sejam $\{M_k\}$ e $\{(x_k, r_k)\}$ geradas pelo método INL-CondG. Assuma que a aproximação invertível M_k de $F'(x_k)$ satisfaz $\|M_k^{-1}F'(x_k)\| \leq \omega_1$, $\|M_k^{-1}F'(x_k) - I\| \leq \omega_2$, para $k \geq 0$ e o residual r_k é tal que $\|P_k r_k\| \leq \eta_k \|P_k F(x_k)\|$, $0 \leq \eta_k \text{cond}(P_k F'(x_k)) \leq \vartheta$, para $k \geq 0$, onde $\{P_k\}$ é uma sequência de matrizes invertíveis e $\{\eta_k\}$ é uma sequência forçante. Se $x_0 \in C \cap B(x_*, \sigma) \setminus \{x_*\}$ e $\{\theta_k\} \subset [0, \lambda^2/2]$, então $\{x_k\}$ está contida na $B(x_*, \sigma) \cap C$, converge para x_* e valem

$$\|x_{k+1} - x_*\| < \|x_k - x_*\|, \quad \limsup_{k \rightarrow \infty} \frac{\|x_{k+1} - x_*\|}{\|x_k - x_*\|} \leq \omega_1[(1 + \vartheta)\sqrt{2\tilde{\theta}} + \vartheta] + \omega_2,$$

$$\|x_{k+1} - x_*\| \leq \frac{\omega_1(1 + \vartheta)(1 + \lambda)pK}{(p + 1)[1 - K\|x_0 - x_*\|^p]} \|x_k - x_*\|^{p+1} + (\omega_1[(1 + \vartheta)\lambda + \vartheta] + \omega_2) \|x_k - x_*\|,$$

para todo $k \geq 0$, onde $\tilde{\theta} = \limsup_{k \rightarrow \infty} \theta_k$.

Demonstração. Veja [6]. □

Observação 3. Se uma função F é tal que sua derivada é L -Lipschitz contínua, isto é, $\|F'(x) - F'(y)\| \leq L\|x - y\|$, para todo $x, y \in B(x_*, \kappa)$ onde $L > 0$, então ela também satisfaz a condição (5) com $p = 1$ e $K = L\|F'(x_*)^{-1}\|$. Portanto, obtém-se a convergência linear do método INL-CondG sob uma condição Lipschitz. Adicionalmente, se $\omega_1 = 1$ e $\omega_2 = \vartheta = \lambda = 0$, então a taxa de convergência do método será quadrática.

Corolário 3. Seja $\kappa = \kappa(\Omega, 1/\gamma)$ como definido no Teorema 1. Assuma que $F : \Omega \rightarrow \mathbb{R}^n$ é uma função analítica e

$$\gamma := \sup_{n \geq 1} \left\| \frac{F'(x_*)^{-1} F^{(n)}(x_*)}{n!} \right\|^{1/(n-1)} < +\infty.$$

Tome $0 \leq \vartheta < 1$, $0 \leq \omega_2 < \omega_1$ tais que $\omega_1 \vartheta + \omega_2 < 1$ e $\lambda \in [0, (1 - \omega_2 - \omega_1 \vartheta)/(\omega_1(1 + \vartheta))]$. Sejam $a := \omega_1(1 + \vartheta)(1 - 3\lambda) + 4(1 - \omega_1 \vartheta - \omega_2)$, $b := 1 - \omega_1[(1 + \vartheta)\lambda + \vartheta] - \omega_2$ e

$$\bar{\sigma} := \min \left\{ \kappa, \frac{a - \sqrt{a^2 - 8b^2}}{4\gamma b} \right\}.$$

Sejam $\{M_k\}$ e $\{(x_k, r_k)\}$ geradas pelo método INL-CondG. Assuma que a aproximação invertível M_k de $F'(x_k)$ satisfaz $\|M_k^{-1}F'(x_k)\| \leq \omega_1$, $\|M_k^{-1}F'(x_k) - I\| \leq \omega_2$, $k \geq 0$ e o residual r_k é tal que $\|P_k r_k\| \leq \eta_k \|P_k F(x_k)\|$, $0 \leq \eta_k \text{cond}(P_k F'(x_k)) \leq \vartheta$, $k \geq 0$, onde $\{P_k\}$ é uma sequência de matrizes invertíveis e $\{\eta_k\}$ é uma sequência forçante. Se $x_0 \in C \cap B(x_*, \sigma) \setminus \{x_*\}$ e $\{\theta_k\} \subset [0, \lambda^2/2]$, então $\{x_k\}$ está contida na $B(x_*, \sigma) \cap C$, converge para x_* e valem

$$\|x_{k+1} - x_*\| < \|x_k - x_*\|, \quad \limsup_{k \rightarrow \infty} \frac{\|x_{k+1} - x_*\|}{\|x_k - x_*\|} \leq \omega_1[(1 + \vartheta)\sqrt{2\tilde{\theta}} + \vartheta] + \omega_2,$$

$$\|x_{k+1} - x_*\| \leq \frac{\omega_1(1+\vartheta)(1+\lambda)\gamma}{2(1-\gamma\|x_0 - x_*\|)^2 - 1} \|x_k - x_*\|^2 + (\omega_1[(1+\vartheta)\lambda + \vartheta] + \omega_2) \|x_k - x_*\|, \quad (6)$$

para todo $k \geq 0$, onde $\tilde{\theta} = \limsup_{k \rightarrow \infty} \theta_k$.

Demonstração. Veja [6]. □

3 Conclusões

Neste trabalho, foi proposto um método para resolver sistemas de equações não lineares restritos o qual combina os métodos de tipo Newton inexato e gradiente condicional. Sob hipóteses apropriadas e usando uma condição majorante, mostrou-se que a sequência gerada pelo novo método converge localmente linearmente. Além disso, foram estabelecidos resultados de convergência para duas importantes classes de funções não lineares, a saber, funções cujas derivadas satisfazem uma condição do tipo Hölder e funções que satisfazem uma condição de Smale.

Referências

- [1] DEMBO, R. S.; EISENSTAT, S. C.; STEIHAUG, T. Inexact Newton methods. **SIAM Journal on Numerical Analysis**, v. 19, p. 400 – 408, Apr. 1982.
- [2] DUNN, J. C. Convergence rates for conditional gradient sequences generated by implicit step length rules. **SIAM Journal on Control and Optimization**, v. 18, p. 473 – 487, 1980.
- [3] FRANK, M.; WOLFE, P. An algorithm for quadratic programming. **Naval Research Logistics**, v. 3, p. 95 – 110, June 1956.
- [4] GONÇALVES, M. L. N. Inexact Gauss-Newton like methods for injective-overdetermined systems of equations under a majorant condition. **Numerical Algorithms**, v. 72, p. 377 – 392, June 2016.
- [5] GONÇALVES, M. L. N.; MELO, J. G. A Newton conditional gradient method for constrained nonlinear systems. **Journal of Computational and Applied Mathematics**, v. 311, p. 473 – 483, Feb. 2017.
- [6] GONÇALVES, M. L. N.; OLIVEIRA, F. R. An inexact Newton-like conditional gradient method for constrained nonlinear systems. **Applied Numerical Mathematics**, v. 132, p. 22 – 34, Oct. 2018.
- [7] HUANG, Z. The convergence ball of Newton's method and the uniqueness ball of equations under Hölder-type continuous derivatives. **Computers and Mathematics with Applications**, v. 47, p. 247 – 251, Feb. 2004.
- [8] SHEN, W.; LI, C. Smale's α -theory for inexact Newton methods under the γ -condition. **Journal of Mathematical Analysis and Applications**, v. 369, p. 29-42, Sept. 2010.
- [9] SMALE, S. Newton's method estimates from data at one point. **The merging of disciplines: new directions in pure, applied, and computational mathematics**. Springer New York, p. 185 – 196, 1986.

Investigação de Escala no Modelo de Kuramoto

Jaqueline Garcia Silva

Programa de Pós-graduação em Modelagem e Otimização

Universidade Federal de Goiás

silvajaquelinegarcia@gmail.com

Jonas Ferreira de Oliveira

Departamento de Matemática e Tecnologia

Universidade Federal de Goiás

jonasferoliveira.ufg@gmail.com

Celso Vieira Abud

Programa de Pós-graduação em Modelagem e Otimização

Universidade Federal de Goiás

cabud.ufg@gmail.com

Resumo. Uma propriedade de escala sobre o parâmetro de ordem do modelo de Kuramoto é investigado. O parâmetro de ordem para um modelo com distribuição normal para as frequências naturais é caracterizado a partir de argumentos de escala, revelando um comportamento universal do parâmetro analisado.

Palavras-chave: Sincronização, Modelo de Kuramoto, Teoria de Escala.

1 Introdução

O modelo de Kuramoto [1] foi, originalmente, proposto em 1975 para estudar o fenômeno coletivo da sincronização. Em seu modelo, Y. Kuramoto descreve a evolução temporal das fases de N-osciladores por meio de um conjunto de equações diferenciais acopladas que, sob certas condições, conduzem espontâneamente os osciladores a compartilharem da mesma frequência, apesar das diferenças entre as frequências naturais de cada oscilador. Sistemas que apresentam padrões de sincronização são estudados em diferentes áreas como Biologia, Química, Física e Ciências Sociais [2].

Embora a formulação de Kuramoto seja um modelo simples e analiticamente tratável [1, 2], suas propriedades estão longe de serem consideradas triviais. Neste trabalho, um formalismo de escala é usado para caracterizar o nível de sincronização do modelo conforme algumas alterações são impostas na variabilidade da distribuição das frequências naturais. A técnica de escala representa uma tentativa de caracterização universal para o cenário de transição do estado não sincronizado para o estado sincronizado no modelo de Kuramoto, para determinada distribuição das frequências naturais dos N-osciladores.

2 Metodologia

O modelo de Kuramoto [1] descreve uma rede completa de N-osciladores de fases por meio do seguinte sistema de equações diferenciais:

$$\dot{\theta}_i = \omega_i + \frac{K}{N} \sum_{j=1}^N \sin(\theta_i - \theta_j), \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (1)$$

onde, θ_i e ω_i são as fases e as frequências naturais, respectivamente, dos osciladores e, $K \geq 0$ é o fator de acoplamento. As fases iniciais e as frequências naturais de cada oscilador de índice i são escolhidas aleatoriamente. No caso particular deste trabalho, as fases, θ_i , são uniformemente distribuídas e as frequências naturais, ω_i , são definidas de acordo com uma função densidade de probabilidade $g(\omega)$ dada pela função normal,

$$g(\omega) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\omega - \mu)^2}{2\sigma^2}\right), \quad (2)$$

onde μ representa a média da distribuição e σ a variância.

Para quantificar o grau de sincronização do modelo, é usual avaliar o chamado parâmetro de ordem, Δ , introduzido por Kuramoto:

$$\Delta(t)e^{i\psi} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N e^{i\theta_j}, \quad (3)$$

onde $\Delta(t)$ pode ser entendida como uma amplitude coletiva e ψ como a fase de sincronização no plano complexo.

É conhecido que com o aumento do fator de acoplamento, K , o modelo sofre uma transição de fase de um estado não sincronizado $\Delta \approx 0$, para o estado sincronizado $\Delta > 0$. O ponto crítico que marca a transição de fase foi estudado por Kuramoto no limite $N \rightarrow \infty$, para uma distribuição unimodal e simétrica das frequências naturais. Neste caso uma transição de fase contínua ocorre em,

$$K_c = \frac{2}{\pi g(\hat{\omega})}, \quad (4)$$

em que $\hat{\omega}$ é o centro da distribuição $g(\omega)$. Perceba que a transição de fase crítica, K_c , depende da distribuição g e, consequentemente, de seus parâmetros. Para o caso da distribuição normal (Equação 2) tem-se para $\mu = 0$ que, $K_c = 2\sigma\sqrt{2\pi}/\pi$.

3 Resultados e Discussão

As simulações numéricas desenvolvidas neste trabalho baseiam-se na solução da Equação 1 e na obtenção do parâmetro Δ obtido pela expressão:

$$\Delta(t) = \frac{1}{N} \sqrt{\left(\sum_{j=1}^N \cos\theta_j\right)^2 + \left(\sum_{j=1}^N \sin\theta_j\right)^2}. \quad (5)$$

Na Figura 1 a) são mostrados os resultados para Δ Vs. K obtido após a solução numérica da Equação 1 para $N = 5000$ osciladores com frequências naturais escolhidas a partir da distribuição normal (Equação 2) com $\mu = 0$ e diferentes valores para as variâncias.

Percebe-se da Figura 1 a) que, conforme se aumenta os valores da variância, σ , há um deslocamento da transição de fase crítica, K_c . Logo, aplicando a transformação $K \rightarrow (K - K_c)$ leva à coalecência dos pontos de transição. Note, ainda, que o ponto em que cada curva começa a saturar (*crossover*), denominado por K_x , desloca-se conforme a alteração de σ . Portanto, de acordo com a Figura 1 a) podemos assumir três hipóteses de escala:

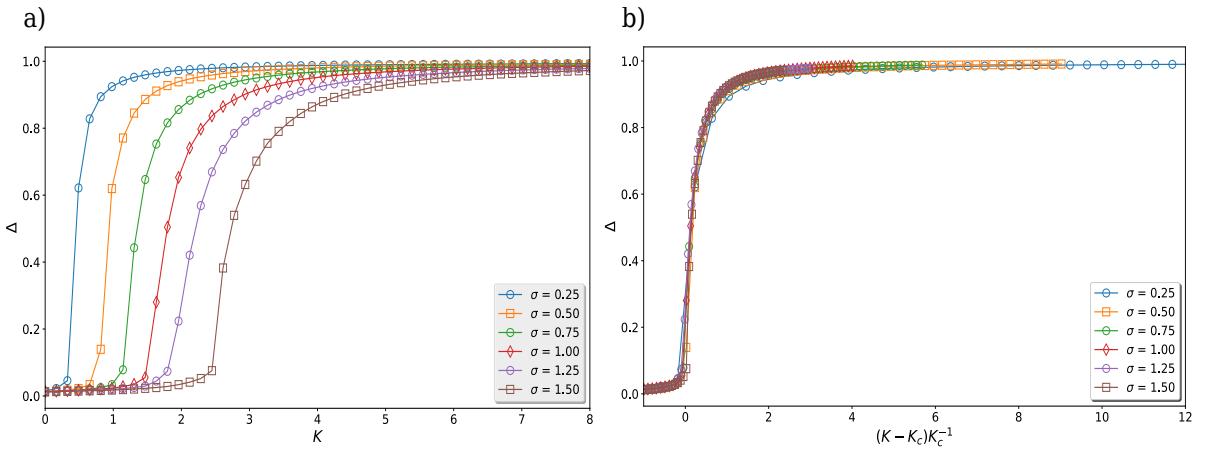


Figura 1: (a) Parâmetro de ordem, Δ , como função do fator de acoplamento, K , para diversos valores de variância, σ usadas na distribuição normal das frequências naturais no modelo de Kuramoto. (b) Após uma análise de escala adequada todas as curvas colidem em uma única curva universal.

(1) Para $K_c < K < K_x$ o parâmetro de ordem cresce de acordo com:

$$\Delta(K, \sigma) \approx (K - K_c)^\beta; \quad (6)$$

(2) Para $K > K_x$ o parâmetro de ordem satura de acordo com:

$$\Delta_{sat}(K, \sigma) \approx \sigma^\alpha \approx K_c^\alpha; \quad (7)$$

(3) O ponto de *crossover* depende de σ conforme:

$$K_x \approx \sigma^z \approx K_c^z, \quad (8)$$

onde foi usado a relação (4) para trabalhar as suposições apenas em termos do parâmetro crítico.

Os parâmetros, α , β e z não são independentes e, em geral, funções de escala que seguem as três hipóteses citadas anteriormente estão associadas pela seguinte relação [3, 4]:

$$\frac{\Delta(K, \sigma)}{\Delta_{sat}(K, \sigma)} = F\left(\frac{K - K_c}{K_x}\right), \quad (9)$$

onde $F(u)$ é uma função de escala.

Avaliando as hipóteses (1),(2) e (3) em K_x temos que,

$$(K_c^z - K_c)^\beta \approx K_c^\alpha, \quad (10)$$

logo,

$$z = \frac{\alpha}{\beta} + 1, \quad (11)$$

demonstrando a relação entre os parâmetros de escala.

Como não há escala no eixo da ordenada, pois todas as curvas saturam no mesmo ponto, temos que $\alpha = 0$ e, assim: $z = 1$ e $\Delta_{sat}(K, \sigma) = 1$.

Portanto, a partir da Equação 9 a escala do modelo fica definida por,

$$\Delta(K, \sigma) = \Delta((K - K_c)K_c^{-1}, 1). \quad (12)$$

Veja na Figura 1 b) como todas as curvas da Figura 1 a) agrupam-se em uma única curva após atuação da escala. De fato, isso significa que o parâmetro de ordem do modelo de Kuramoto sob a influência de uma distribuição normal é um parâmetro que pode ser escalado em uma curva universal conforme a Figura 1 b).

4 Conclusões

Neste trabalho investigou-se o modelo de Kuramoto com distribuição normal (unimodal e simétrica) para as frequências naturais. O parâmetro de ordem, que mede o nível de sincronização do sistema, foi caracterizado por meio de funções de escala. Em particular, dada a distribuição normal das frequências naturais observou-se um deslocamento exclusivamente em relação ao eixo das abscissas para diferentes valores da variância. Assim, a partir de uma relação analítica da região próxima ao ponto crítico do fator de acoplamento, K_c , hipóteses de escalas foram sugeridas e, posteriormente, confirmadas pelo colapso das curvas simuladas (veja Figura 1 b). Portanto, a transição do estado não sincronizado para o estado sincronizado, no estudo realizado, segue uma mesma classe de universalidade. Para estudos posteriores, sugere-se o estudo de modelos de sincronização cujo parâmetro de ordem não sature na mesma posição em relação ao eixo das ordenadas. Neste caso exige-se um estudo mais detalhado sobre as hipóteses de escala.

Referências

- [1] KURAMOTO, Y. **International Symposium on Mathematical Problems in Theoretical Physics**, edited by H. Araki, Lecture Notes in Physics No. 30 (Springer, New York, 1975, p. 420).
- [2] STROGATZ, S. H.; **From Kuramoto to Crawford: exploring the onset of synchronization in populations of coupled oscillators**. *Physica D: Nonlinear Phenomena.*, 143(1-4), 1-20, 2000.
- [3] BARABÁSI, A. L.; STANLEY, H. E. **Fractal Concepts in Surface Growth**. Cambridge University Press, v. 1, p. 19 – 28, 1995.
- [4] LEONEL E. D. **Corrugated waveguide under scaling investigation**. *Phys. Rev. Letter*, 16; 98(11), p.114102, 2007.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

Desenvolvimento e avaliação de um modelo que descreve o movimento radial de um esfera em levitação acústica

Mirosmar Silverio Rodrigues

Unidade Acadêmica Especial de Engenharia
Universidade Federal de Goiás

mirosmarsr@gmail.com

Celso Vieira Abud

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás

cabud.ufg@gmail.com

Resumo. A técnica de levitação acústica é tida como uma técnica promissora para a levitação de objetos. Um modelo teórico é proposto afim de reproduzir o movimento horizontal de uma partícula num campo acústico. Para o caso de um levitador acústico do tipo eixo-único, o modelo para o movimento radial obtido foi comparado com dados experimentais, verificando-se uma boa representabilidade do modelo.

Palavras-chave: Levitação acústica, Modelagem, Sistemas dinâmicos.

1 Introdução

A técnica de levitação acústica consiste, basicamente, em equilibrar a força gravitacional através de uma força de radiação acústica gerada por uma onda estacionária. Devido a inexistência de contato físico com o objeto suspenso e por não possuir restrição quanto a composição do objeto, a levitação acústica têm despertado interesse de diversas áreas da ciência.

Existem diversos tipos de levitadores acústicos. Neste trabalho, serão consideradas as propriedades de um levitador do tipo eixo-único (*single-axis*). Nesse equipamento, um sinal elétrico senoidal é aplicado em um transdutor que, ao vibrar, produz uma onda acústica. A onda gerada é refletida em um refletor posicionado a uma distância múltipla de meio comprimento de onda, para que forme uma onda estacionária. Assim, é possível que objetos sejam levitados nas proximidades do(s) nó(s) de pressão.

Os estudos sobre o comportamento de amostras em levitação acústica podem ser desenvolvidos por meios analíticos, contudo, devido a presença de alguns fenômenos de natureza não-linear [1] faz-se necessário, muitas vezes, o uso de métodos numéricos.

Neste trabalho um modelo teórico para o movimento radial de uma esfera suspensa por um levitador acústico do tipo eixo-único foi desenvolvido. Para tanto, análises numéricas sobre o modelo foram comparadas com os resultados de dados experimentais.

2 Metodologia

Os dados experimentais utilizados foram cedidos pelo laboratório de mecânica e mecatrônica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). O equipamento utilizado foi um levitador do tipo eixo-único com um transdutor de 20.3 kHz e um refletor côncavo. Uma descrição completa desse equipamento pode ser vista em [1].

O tratamento dos dados experimentais consistiu, basicamente, de 3 etapas. Na primeira etapa, obteve-se a série temporal do deslocamento, $x(t)$, através dos dados fornecidos. Na segunda etapa, transformou-se a série temporal da etapa anterior para o domínio das frequências, utilizando a Transformada Rápida de Fourier (FFT). Por fim, implementou-se uma técnica numérica de reconstrução do plano de fases, que é obtida através dos pares $(x(t), x(t + t_d))$, para um t_d arbitrário. As mesmas etapas foram empregadas, também, no modelo teórico para comparação dos resultados.

Ressalta-se que a escolha pelo cálculo da FFT deu-se devido às inúmeras mudanças de oscilações apresentadas pelos dados experimentais. Sendo assim, o espectro de frequência é de suma importância para o ajuste do modelo teórico. Para os cálculos da FFT dos dados experimentais e teóricos, utilizou-se o pacote *fftpack* da biblioteca *SciPy* da linguagem PYTHON.

3 Resultados e Discussão

A construção do modelo inicia-se na busca das forças radiais e axiais resultantes sobre um corpo esférico cujo raio é muito menor que o comprimento da onda estacionária [2]. Segundo Gor'kov [3] a força acústica atuante sobre uma partícula esférica de raio pequeno é dada por:

$$F_{ac} = VB\nabla\langle KE \rangle - V \left[1 - \frac{\beta_p}{\beta_f} \right] \nabla\langle PE \rangle, \quad (1)$$

onde V é o volume da esfera, B o movimento relativo entre a esfera e o meio, $\langle KE \rangle$ a energia cinética acústica média, $\langle PE \rangle$ energia potencial acústica média, β_p e β_f a compressibilidade da esfera e do meio respectivamente.

Decompondo a Equação 1 na direção axial (F_z) e radial (F_x) têm-se, respectivamente,

$$F_z = VP^2(r) \left[B + \left(1 - \frac{\beta_p}{\beta_f} \right) \right] \left[\frac{k}{4} \right] \sin[2kz]; \quad (2)$$

$$F_x = \frac{V}{4} \left[\frac{\partial P^2(x)}{\partial r} \right] \left\{ B - \left[B + \left(1 - \frac{\beta_p}{\beta_f} \right) \right] \cos^2[kz] \right\}, \quad (3)$$

onde k é o numero de onda e $P(x)$ está relacionado à amplitude de pressão acústica.

Assumindo que a amplitude de pressão tenha um perfil do tipo $P(x) = (x^2/2 + x^4/4)$, a aplicação da segunda lei de Newton na direção radial, com a auxilio da Equação 3, considerando uma perturbação externa e forças de arrasto no meio, resulta no seguinte modelo:

$$\ddot{x} + \gamma_1 \dot{x} + \gamma_2 \dot{x} |\dot{x}| - \gamma_3 (x - x^3) = d \cos(\omega t), \quad (4)$$

onde γ_1 é o coeficiente relacionado a força de arrasto de primeira ordem, γ_2 é o coeficiente relacionado a força de arrasto de segunda ordem, γ_3 é o coeficiente relacionado a força acústica radial (parâmetros da Equação 3), d é a amplitude de uma perturbação e ω a frequência da perturbação externa.

Na Figura 1 os dados experimentais estão organizados da seguinte maneira: À esquerda tem-se a série temporal, seguida do espectro de distribuição das frequências obtido a partir da técnica de Transformada Rápida de Fourier (FFT) e por fim, tem-se a reconstrução do plano de fases.

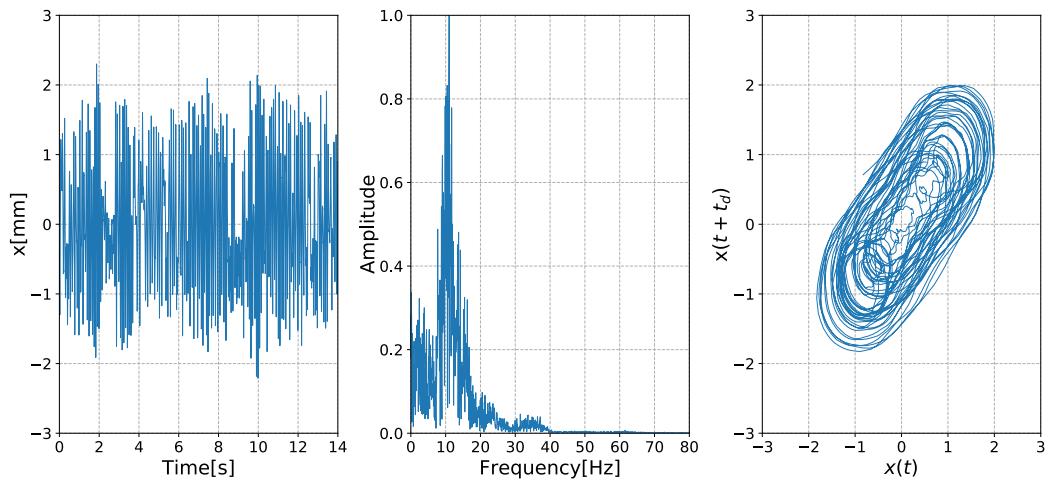


Figura 1: Dados experimentais obtidos para uma esfera de vidro de 4mm de diâmetro em levitação acústica. À esquerda tem-se a série temporal, seguida pelo espectro de frequência (FFT) e, à direita tem-se o plano de fases obtido com um tempo de atraso de 1.2s.

Com o modelo descrito pela Equação 4 fez-se os ajustes dos coeficientes com base no espectro de frequências dos dados experimentais mostrados na Figura 1. Os resultados estão demonstrados na Figura 2. Comparando a Figura 2 com a Figura 1, percebe-se que os planos de fases são bem semelhantes e ambas as séries apresentam uma frequência dominante em torno de 10 Hz, o que demonstra a validade qualitativa do modelo.

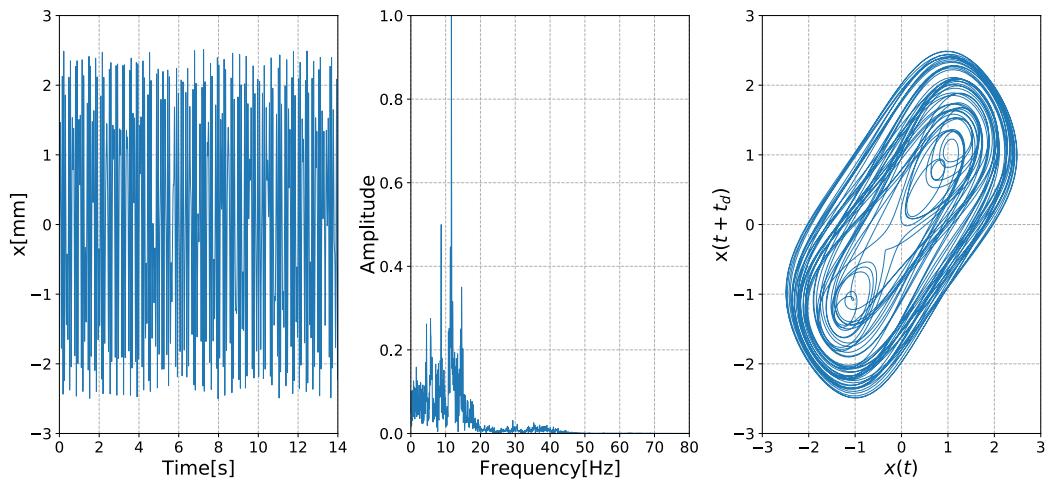


Figura 2: Dados teóricos obtidos com os parâmetros, $\gamma_1 = 0.003$, $\gamma_2 = 0.0015$, $\gamma_3 = 2575$, $d = 2000$ e $\omega = 55.5$.

4 Conclusões

O trabalho teve como objetivo a construção de um modelo que descreve o deslocamento horizontal de uma esfera suspensa por forças acústicas em um levitador acústico do tipo eixo-único. O modelo foi obtido através de uma análise teórica sobre as forças de radiação acústicas e resolvido através de métodos numéricos. Observou-se que a solução do modelo teórico, com o ajuste adequado dos parâmetros, é compatível com as características apresentadas pelos dados experimentais através de investigações sobre a série temporal, reconstrução do plano de fases e análise de frequências.



Referências

- [1] Marco A. B. Andrade, Tiago S. Ramos, Fábio T. A. Okina, e Julio C. Adamowski, **Nonlinear characterization of a single-axis acoustic levitator**, Rev. Sci. Instrum, v. 85, 2014.
- [2] G. Whitworth, M. A. Grundy e W. T. Coakley Transport and harvesting of suspended particles using modulated ultrasound, Ultrasonics, v.29, p. 439-444, 1991.
- [3] L. P. Gor'kov, **On the forces acting on a small particle in an acoustic field in an ideal fluid** Sov. Phys. Doklady, v.6, p. 773-775, 1962.

RESPONSABILIDADE AUTORAL

“O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho”.

Modelo de Lógica Nebulosa na Aquisição de Sinais de Impedância no Monitoramento da Integridade Estrutural

Camila Pereira da Silva

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
caamilape@hotmail.com

Daniel Resende Gonçalves

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
danielresendeg@gmail.com

Jonas Ferreira de Oliveira

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
jonasferoliveira.ufg@gmail.com

Leonardo Martins Freiria

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
freiria_leonardo@hotmail.com

Renan Garcia Rosa

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
renangarciar@gmail.com

José dos Reis Vieira de Moura Júnior

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão
zerjunior@yahoo.br

Resumo. Os sistemas de monitoramento de integridade estrutural baseado em impedância se caracterizam por empregar sinais de respostas de sensores-atuadores (pastilha PZT) que são fixados na estrutura a ser monitorada. Assim, a análise é realizada a partir dos sinais de resposta monitorados continuamente gerando dados a serem coletados periodicamente. Para evitar perda de estados de dano intermediário num caso de ocorrência de falha estrutural em progresso, o sistema de aquisição de sinais deve seguir um critério que não atrasse entre medições. Ao mesmo tempo, numa situação estável de saúde, o monitoramento periódico em um curto intervalo de tempo impacta em coleta e armazenamento desnecessário. A presente contribuição propõe um modelo para controle de aquisição de sinais de impedância para avaliação de danos estruturais em uma junta tubular flangeada. O modelo é baseado em lógica nebulosa e avalia as métricas anteriores e criticidade do sensor para determinar o período de tempo para a próxima medição. Concluindo, a abordagem utilizada se mostrou eficiente na determinação de um intervalo de tempo razoável entre medidas.

Palavras-chave: Monitoramento da Integridade Estrutural; Manutenção; Lógica Nebulosa.

1. Introdução

Sistemas mecânicos estão sujeitos à falhas ou danos associados a diferentes fatores. O Monitoramento da Integridade Estrutural (*Structural Health Monitoring* - SHM) é uma tecnologia que lida com técnicas de monitoramento de falhas em estruturas mecânicas de grande impacto econômico (PALOMINO 2008).

O SHM baseado em impedância eletromecânica é apoiado na excitação de altas frequências (acima de 30 kHz) através de um sensor/atuador, pois nesta faixa existe uma maior sensibilidade para falhas de pequenas intensidades (AFSHARI 2012). Os métodos de monitoramento envolvem tanto a impedância elétrica da pastilha PZT quanto a mecânica da estrutura em que a pastilha esteja colada (MOURA JR, 2008).

Ao se colar uma pastilha PZT numa estrutura monitorada continuamente, pode ser coletado dados em determinados períodos. Se a periodicidade ocorrer em um período muito curto enquanto a estrutura se mantém saudável, é gerada muita informação. Se coletado em um período longo enquanto ocorre uma progressão de uma falha, pode ocorrer perda de informações. Desta forma, para controlar o fluxo de dados foi utilizada a lógica nebulosa com o objetivo de determinar os períodos para novas coletas de dados.

A lógica nebulosa é uma ótima técnica determinística por ser um elemento fundamental em diversos sistemas e é entendida como uma situação em que responder um simples 'sim' ou 'não' é inviável, mesmo tendo conhecimento sobre a situação. É uma lógica multivalorada que apanha informações vagas, em geral descrita em uma linguagem natural e converte para uma formato numérico de fácil manuseio pelos computadores atuais (MUKAIDONO, 2001).

2. Metodologia

A estrutura de teste utilizada para o monitoramento e implantação do modelo nebuloso é uma junta tubular flangeada no qual foi colada uma pastilha PZT. Nesta estrutura, quatro parafusos do flange foram utilizados para o monitoramento de forma que os torques aplicados possam simular uma falha por perda de junção, o que pode ocasionar vazamentos. A Figura (1) mostra o tubo flangeado com a pastilha PZT alocada em sua face.



Figura 1: Pastilha PZT colada na estrutura tubular de teste

Após os testes na estrutura, coletando diversas condições de torque nos parafusos, foram obtidas as métricas RMSD do sinal de impedância. Estas métricas são calculadas de acordo com MOURA JR (2008) e quanto maiores forem, mais crítica (parafusos soltos) está a condição da estrutura. A Figura (2) ilustra as métricas do sinal de impedância dos testes na estrutura.

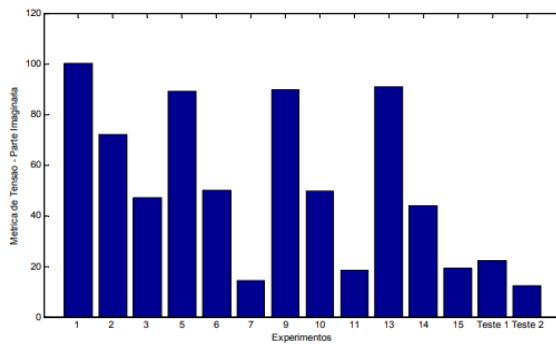
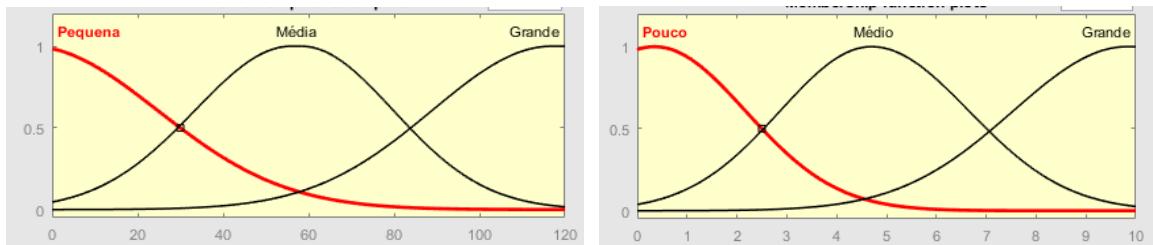


Figura 2: Métrica RMSD da Impedância da estrutura

3.Resultados e Discussão

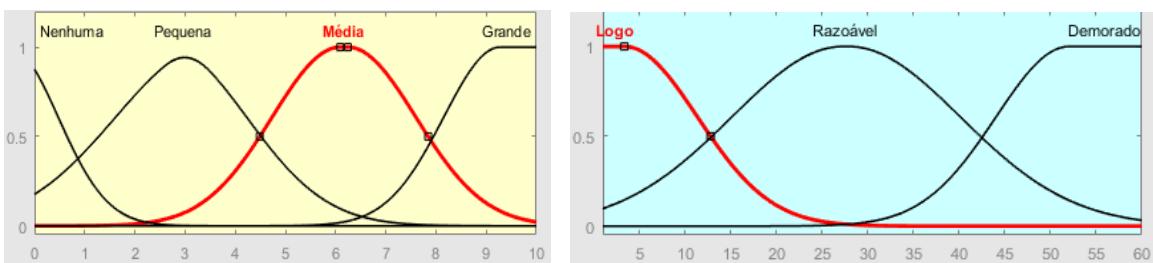
Para a construção do modelo nebuloso foram utilizadas três variáveis de entrada, que associadas entre si geram uma variável de saída. A primeira variável de entrada é a Diferença da Métrica imediatamente anterior do sinal de impedância (DMIA). Ela indica se a estrutura já está em degradação ou saudável uma vez que a falha é progressiva. A segunda variável é a Criticidade do Sensor PZT utilizado (CS). Em um sistema com diversos sensores, alguns podem apresentar mais criticidade que outros, demandando uma maior atenção ao monitoramento. A terceira variável é o estágio de evolução da falha na tubulação (EF). Que considera a variância das cinco últimas métricas. A variável de saída é o tempo para a próxima coleta de dados (PCD).

A Figura (3a) ilustra a variável DMIA e seus subconjuntos nebulosos. A Figura (3b) representa a variável CS e seus respectivos subconjuntos nebulosos. A Figura (3c) mostra a variável EF e seus subconjuntos nebulosos. E a Figura (3d) ilustra a variável PCD juntamente com seus subconjuntos nebulosos.



a) Subconjuntos para DMIA

b) Subconjuntos para CS



c) Subconjuntos para EF

d) Subconjuntos para PCD

Figura 3: Subconjuntos Nebulosos do modelo de monitoramento

A partir de então, 36 regras nebulosas foram formadas para o sistema. A Figura (4) mostra algumas das regras do modelo usadas no processo de inferência. A fuzzificação utilizou o operador AND (cálculo dos mínimos). A defuzzificação utilizou o método do Centroide para associar as respostas de todas as regras apresentadas (MUKAIDONO,2005).

1. If (DMIA is Pequena) and (CS is Pouco) and (EF is Nenhuma) then (PC is Demorado) (1)
2. If (DMIA is Pequena) and (CS is Pouco) and (EF is Pequena) then (PC is Demorado) (1)
3. If (DMIA is Pequena) and (CS is Pouco) and (EF is Média) then (PC is Razoável) (1)
4. If (DMIA is Pequena) and (CS is Pouco) and (EF is Grande) then (PC is Logo) (1)
5. If (DMIA is Pequena) and (CS is Médio) and (EF is Nenhuma) then (PC is Demorado) (1)
6. If (DMIA is Pequena) and (CS is Médio) and (EF is Pequena) then (PC is Demorado) (1)
7. If (DMIA is Pequena) and (CS is Médio) and (EF is Média) then (PC is Razoável) (1)
8. If (DMIA is Pequena) and (CS is Médio) and (EF is Grande) then (PC is Logo) (1)
9. If (DMIA is Pequena) and (CS is Grande) and (EF is Nenhuma) then (PC is Demorado) (1)
10. If (DMIA is Pequena) and (CS is Grande) and (EF is Pequena) then (PC is Razoável) (1)

Figura 4: Algumas regras do modelo nebuloso

Para testar o modelo implementado, três valores experimentais foram colocados em cada variável de entrada e a saída foi o tempo determinado para próxima coleta de dados, em minutos. A tabela (1) mostra o teste ao modelo Nebuloso.

Nº do Teste	DMIA	CS	EF	PCD
1	20	1	1	48
2	90	7	6	20
3	100	10	8	10

Tabela 1: Testes para o Modelo

4. Conclusões

Este trabalho desenvolveu um modelo nebuloso para determinar o tempo de aquisição de dados no monitoramento de integridade estrutural baseado em impedância. Para isto levou em consideração as métricas da impedância da estrutura, a criticidade do sensor PZT e o estado de falha na estrutura.

Com alguns testes realizados, o modelo se comportou da forma esperada, considerando aspectos quantitativos como as métricas de dano das medições anteriores, considerando a progressão da falha, assim como aspectos qualitativos da criticidade. É importante salientar que quanto maior for a variação das métricas experimentais de impedância, mais rápida deve ser a nova coleta, indicando instabilidade progressiva da falha tendenciando ao colapso.

Os testes realizados comprovaram que o método contribui para determinar o tempo para próxima coleta, evitando o armazenamento de dados em excesso e impedindo que uma possível falha se desenvolva rapidamente, levando a um monitoramento bem-sucedido.

Referências

AFSHARI, M. **Vibration- and Impedance-based Structural Health Monitoring Applications and Thermal Effects.** 144 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mechanical Engineering, Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, 2012.

MOURA JÚNIOR, José dos Reis Vieira. **Uma contribuição aos sistemas de monitoramento de integridade estrutural aplicada a estruturas aeronáuticas e espaciais.** 2008. Tese de Doutorado.

MUKAIDONO, Mazao. Fuzzy Logic For Beginners. Singapore: World Scientific, 2001.

PALOMINO, Lizeth Vargas. **Análise das métricas de dano associadas à técnica da impedância eletromecânica para o monitoramento de integridade estrutural.** 2008.



Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

Agendamento de Tarefas não-periódicas em servidor único usando um Algoritmo *Fuzzy*

Renan Garcia Rosa

renangarciar@gmail.com

Camila Pereira da Silva

caamilape@hotmail.com

Daniel Resende Gonçalves

danielresendeg@gmail.com

Jonas Ferreira de Oliveira

jonasferoliveira.ufg@gmail.com

Leonardo Martins Freiria

freiria.leonardor@gmail.com

José dos Reis Vieira de Moura Júnior

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia

Universidade Federal de Goiás / Regional Catalão

zerjunior@yahoo.com

Resumo. Os Algoritmos de agendamento de tarefas desempenham um papel importante no projeto de sistemas em tempo real. A execução de trabalhos com pouco tempo de processamento e com menores prioridades levam à frustração do usuário, por causa de consideráveis longos tempos de espera. O objetivo deste trabalho é implementar o algoritmo de lógica *fuzzy* para o agendamento de trabalhos não periódicos em um único processador em tempo real. O algoritmo assume uma máquina pesada (servidor computacional) com um único processador compartilhado por vários usuários. O conceito principal é usar o algoritmo *fuzzy* para adaptar prioridades de outros trabalhos que estão aguardando no caso de novos trabalhos chegarem e considerar prazos para esses trabalhos. Como conclusão, o modelo desenvolvido foi capaz de reduzir o tempo total de trabalho e assim melhorar a satisfação do usuário.

Palavras-chave: Programação da produção; Programação em tempo real; Lógica *Fuzzy*.

1. Introdução

No problema de agendamento de trabalhos, um conjunto de trabalhos que possuem uma cadeia de operações precisa ser processado em servidor único. A máquina pode processar uma operação por vez, enquanto as operações precisam ser processadas durante um período ininterrupto no comprimento da máquina em questão. O objetivo é determinar igualmente a prioridade de processamento de trabalhos na máquina, maximizando a utilização do servidor e minimizando o tempo total de processamento das tarefas. Isso pode ser obtido analisando os fatores do trabalho para determinar sua prioridade de processamento, enquanto há outros trabalhos aguardando para serem processados. Os trabalhos podem ser classificados como periódicos ou não periódicos. Um trabalho periódico é um tipo de trabalho que ocorre em intervalos regulares. A duração do intervalo de tempo entre as chegadas de duas solicitações consecutivas em um trabalho periódico é chamada de período. Por outro lado, o trabalho não periódico ocorre aleatoriamente (TUBINO,2000).

Um sistema de agendamento deve reagir às solicitações dentro de um período de tempo fixo que é chamado de prazo final. Em geral, sistemas em tempo real podem ser categorizados em dois grupos importantes: sistemas em tempo real difíceis e sistemas em tempo real frágeis. Em sistemas difíceis, cumprir todos os prazos é obrigatório, enquanto

em sistemas frágeis a falta de alguns prazos é tolerável (Pinedo, 1995). Em ambos os casos, quando chega um novo trabalho, o escalonador de tarefas deve agendá-lo de tal forma que garanta o cumprimento do prazo. Um método especialmente direto para conseguir este agendamento é a modelagem das solicitações através de lógica *fuzzy*.

2. Metodologia

Para construir um sistema *fuzzy*, entradas e saídas devem ser primeiramente selecionadas. Depois disso, eles devem ser particionados em categorias conceituais apropriadas que representam um conjunto difuso em um dado domínio de entrada ou saída. As partições conceituais desenvolvidas para as dimensões de entrada e saída são usadas para criar um conjunto de regras *fuzzy* que determina o comportamento do sistema *nebuloso* que está sendo construído. Os sistemas de inferência difusa (FIS) consistem em uma entrada, um processamento e um estágio de saída. O estágio de entrada mapeia as entradas para as funções de associação apropriadas e valores de verdade. O estágio de processamento invoca cada regra apropriada da base de regras e gera um resultado correspondente, que são combinados. Finalmente, o estágio de saída converte o resultado combinado de volta em um valor de saída específico (Abar, 2004). O processo de inferência adotado nesta pesquisa foi o de Mamdani.

Para o algoritmo proposto, as variáveis de entrada são: a prioridade de processamento da tarefa (PPT) e o tempo de prazo final da tarefa (TFT). A variável de saída é a prioridade final do processamento da tarefa (PFPT). A Tabela (1) mostra as partições das variáveis.

TFT (1:100)	PPT (1:100)	PFPT (1:100)
Baixo	Baixa	Baixa
Médio	Média	Média
Alto	Alta	Alta

Tabela 1: Variáveis Fuzzy do TFT (prazo final da tarefa com tempo Baixo, tempo Médio e tempo Alto), PPT (Baixa prioridade, Média Prioridade e Alta prioridade de processamento) e PFPT (Baixa, Média e Alta prioridade Final de processamento da Tarefa)

3. Resultados e Discussão

O Diagrama de Blocos do sistema *fuzzy* construído está ilustrado na Figura (1), onde é levado em consideração as variáveis de entrada e saída do problema e modelo de inferência utilizado para resolução do problema.

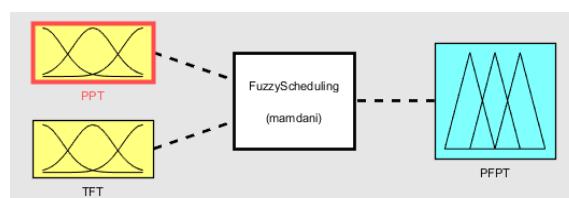


Figura 1: Diagrama de Blocos do sistema de Inferência Fuzzy.

A montagem gráfica das variáveis e suas partições, assim como a parte consequente do algoritmo, foi utilizada a curva Gaussiana como modelo geométrico que representa as propriedades de cada variável do sistema. A associação das partições das variáveis do sistema são imprecisas e podem facilmente ser modificados de acordo com a realidade

(Mukaidono,2001). A figura (2a) mostra como ficaram os subconjuntos *fuzzy* da variável PPT, a Figura (2b) mostra os subconjuntos da variável TFT e a Figura (2c) ilustra os subconjuntos de PFPT.

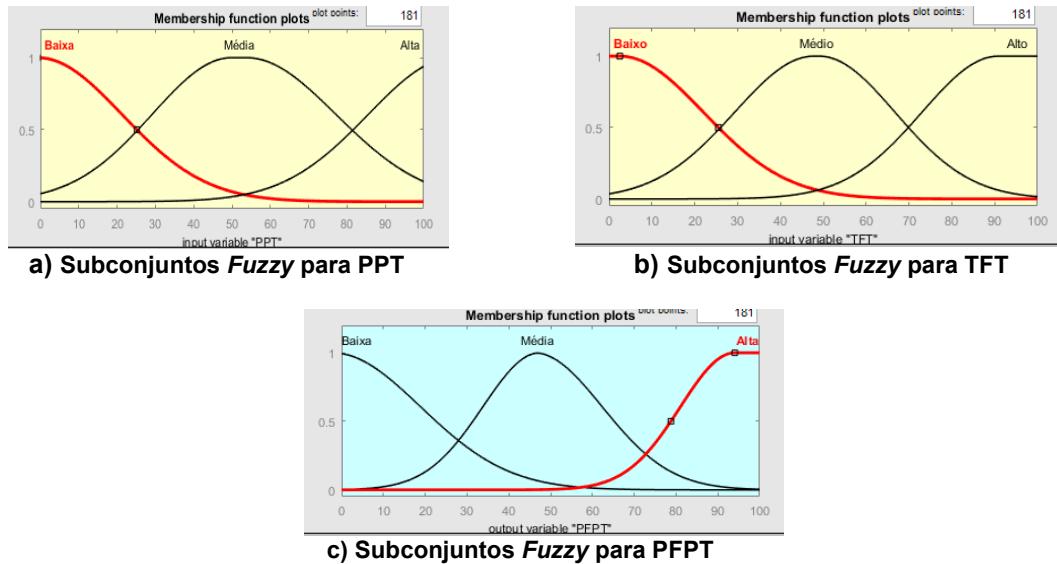


Figura 2: Subconjuntos Fuzzy do modelo.

Como existem três variáveis, duas de entrada e uma de saída, o número de regras equivalentes utilizados no sistema é nove e está mostrado na Figura (3). Tais regras são utilizadas na inferência e composição que demandam um tempo considerável de execução. Durante a construção do modelo optou-se pelo menor uso de funções de pertinência, gerando menos regras e aumentando a performance do modelo (Russ,1996).



Figura 3: Regras do algoritmo fuzzy

O processo de Fuzzificação do algoritmo *fuzzy* utilizou o operador AND para análise do grau de verdade de cada regra, que usa três valores e retorna o mínimo que é o grau de verdade da premissa de cada regra. O processo de inferência MIN aplica a verdade de cada regra a prioridade final de processamento da tarefa partindo do grau de verdade calculado na etapa anterior. A Defuzzificação do sistema foi a partir do Método Centróide, no qual o valor da variável de saída é calculado encontrando o valor do centro da função de associação do valor *fuzzy*, que está em vermelho na Figura (4).

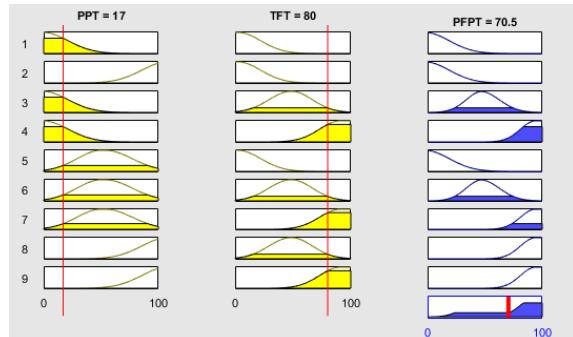


Figura 4: Processo de Inferência Total do Algoritmo

Para avaliação do algoritmo, foram feitos testes para cinco instâncias (tarefas) diferentes e a saída foi a ordenação destas atividades em ordem de prioridade final de processamento. A tabela (2) mostra os testes feitos no algoritmo *Fuzzy*, onde é definido o grau de prioridade numa escala de 1 a 100 e o tempo de prazo final de processamento em minutos.

PPT	TFT	PFPT	Ordem de Execução
50	81	72,7	2
39	27	38,8	4
52	93	78,5	1
28	58	53,2	3

Tabela 2: Testes no algoritmo *Fuzzy*, onde foi atribuído valores a cada variável definida no sistema montado.

4. Conclusões

Esta pesquisa desenvolveu um algoritmo que utiliza a lógica *Fuzzy* para o agendamento de tarefas não periódicas em servidor único e com tempo real. O algoritmo *Fuzzy* determina que as tarefas com maior prazo de execução devem receber a prioridade final de processamento.

Os testes realizados mostram que o algoritmo pode melhorar o desempenho das tarefas não periódicas no servidor único, o que acarreta na redução de atrasos na entrega, na duração do trabalho e mantendo a boa satisfação do usuário.

Referências

ABAR, Celina. **O Conceito Fuzzy**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.pucsp.br/~logica/Fuzzy.htm>. Acessado em 13/06/2018 às 07h30m.

MUKAIDONO, Mazao. **Fuzzy Logic For Beginners**. Singapore: World Scientific, 2001.

PINEDO, Michael. **Scheduling - Theory, Algorithms, and Systems**. 2. ed. New Jersey: Prentice-hall, 1995.

RUSS, Eberhart; SIMPSON, Pat; DOBBINS, Roy. **Computational Intelligence PC tool**. London: AP Professional, 1996.

SILVA, Renato Afonso Cota. **Inteligência artificial aplicada à ambientes de Engenharia de Software: Uma visão geral**. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

WAGNER, Adiléa. **Extração de Conhecimento a partir de Redes Neurais aplicada ao problema da Cinemática Inversa na Robótica**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2003.

Responsabilidade Autoral

“O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho”.

Utilização de Técnicas de Lógica Nebulosa e do Método de Monitoramento da Integridade Estrutural baseado em Impedância Eletromecânica para Detecção de Danos em Estruturas Mecânicas

Stanley Washington Ferreira de Rezende¹

Bruno Pereira Barella

Matheus da Silva Borges

Ingrid Braz Souto

Mateus Filipe da Cunha Pinto

José dos Reis Vieira de Moura Júnior

IMTec - Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão

[1] stanley-washington@hotmail.com

Resumo. A grande maioria dos sistemas mecânicos podem ser encontrados em ambientes complexos, onde estão sujeitos a inúmeras interferências, gerando desgastes ou fraturas. Diante disto, o emprego da técnica de lógica nebulosa no auxílio da detecção de danos se torna relevante, uma vez que com esta ferramenta pode-se avaliar inúmeros fatores para a real constatação do dano. Esta contribuição utiliza a técnica de monitoramento de integridade estrutural baseado no método de impedância eletromecânica para o desenvolvimento de um sistema nebuloso capaz de identificar danos em estruturas.

Palavras-chave: Lógica Nebulosa, Impedância Eletromecânica, Monitoramento da Integridade Estrutural – SHM.

Introdução

O monitoramento da integridade estrutural (*Structural Health Monitoring* – SHM) consiste no emprego de técnicas de observação de uma dada estrutura ao longo do tempo. Estas técnicas possuem a habilidade de abstrair características pertinentes ao estado da estrutura em estudo a partir de respostas dinâmicas coletadas por elementos sensoriais acoplados mecanicamente ao sistema [3].

As técnicas de monitoramento usualmente utilizam índices de falhas, denominadas de métricas de dano, como fator restritivo aos estados da estrutura. Contudo, quando esses índices não são linearmente separáveis, quer seja por interferência de fatores climáticos e/ou fatores inerentes aos componentes eletrônicos empregados nas técnicas de SHM, o processo decisório do tempo de vida útil das estruturas avaliadas se caracteriza por ser uma tarefa complexa [3].

Novas ferramentas capazes de auxiliar inteligentemente na identificação e classificação de danos em sistemas mecânicos têm sido estudadas nas últimas décadas, como as redes neurais artificiais (RNA) ou as técnicas baseadas em conjuntos nebulosos. Assim sendo, no presente trabalho é apresentado um modelo de lógica nebulosa para auxiliar o processo de detecção de falhas em sistemas mecânicos. Este modelo possui como variável de entrada os valores de métrica normalmente empregados nas técnicas de SHM por impedância eletromecânica e como resposta é obtido o grau de severidade de possíveis danos presentes neste sistema [1, 2].

Metodologia

Inicialmente, para construção do modelo de lógica nebulosa foi realizado um processo de *fuzzificação* do espaço de variação das métricas de dano, sendo que estas podem variar de 0 a 1.

Logo, tomando-se como referência esse intervalo de variação desenvolveu-se ao total 11 funções de pertinência para a variável linguística utilizada (valores de métrica de dano). Assim, estas funções passam a delimitar as regiões em que o analista poderá considerar como diferentes estados da estrutura, tendo-se por base apenas os valores utilizados na simulação do modelo de lógica nebulosa.

Para o processo de construção da base de regras foi utilizado o princípio de que o valor de métrica é proporcional a severidade da falha encontrada na estrutura. Desta forma, a base de regras utilizada pode ser observada na Tabela 1.

Regiões Métricas (Variável Linguística)	Severidade (%) (Função de Pertinência)	Peso da Regra	Operador Lógico (1 – E 2 – OU)
1	1	1	1
2	2	1	1
3	3	1	1
4	4	1	2
5	4	1	2
6	4	1	2
7	4	1	2
8	4	1	2
9	4	1	2
10	4	1	2
11	4	1	2

Tabela 1: Base de regras utilizada no modelo de Lógica Nebulosa

A Tabela 1, representa a simulação de avaliação do dano de uma determinada estrutura. Basicamente, para um dado valor de entrada, há uma região métrica relativa de avaliação, cuja qual permite estabelecer a severidade do dano por intermédio do estudo da saída do modelo.

Para métricas caracterizadas por funções de pertinência superiores à MF 4, o modelo define a severidade do dano como 40%. Tal resultado indica falhas expressivas e evidencia a necessidade de manutenção ou substituição geral da estrutura, visto que índices de severidade de 40% já correspondem a falhas de nível crítico.

Na simulação do modelo apresentado foram utilizados valores de métricas obtidas mediante a experimentação de um disco de freio veicular comum (260 mm de diâmetro e 100 mm de espessura) pelo método de impedância eletromecânica.

O dano simulado na estrutura se baseou na adição de massa (ímãs cúbicos de 10mm de aresta) ao sistema em 2 posições diferentes e posteriormente a fórmula de métrica utilizada foi a RMSD (*Root Mean Square Deviation* – Desvio Médio da Raiz Quadrada). Esta pode ser observada na Eq. 5 [3].

$$RMSD = \sum_{i=1}^n \sqrt{\frac{(R_i^B - R_i^D)^2}{(R_i^B)^2}} \quad (5)$$

onde R_i^B e R_i^D representam a parte real da assinatura de impedância eletromecânica do estado da estrutura íntegra e do estado danificado, respectivamente.

Resultados

As funções de pertinência obtidas mediante o processo de *fuzzificação* da variável linguística de entrada podem ser visualizadas na Figura 2. Estas se caracterizam por possuírem um formato de função gaussiana com desvio padrão de 0.05 e média variando com passo de 0.1 compondo um conjunto de 11 funções métricas.

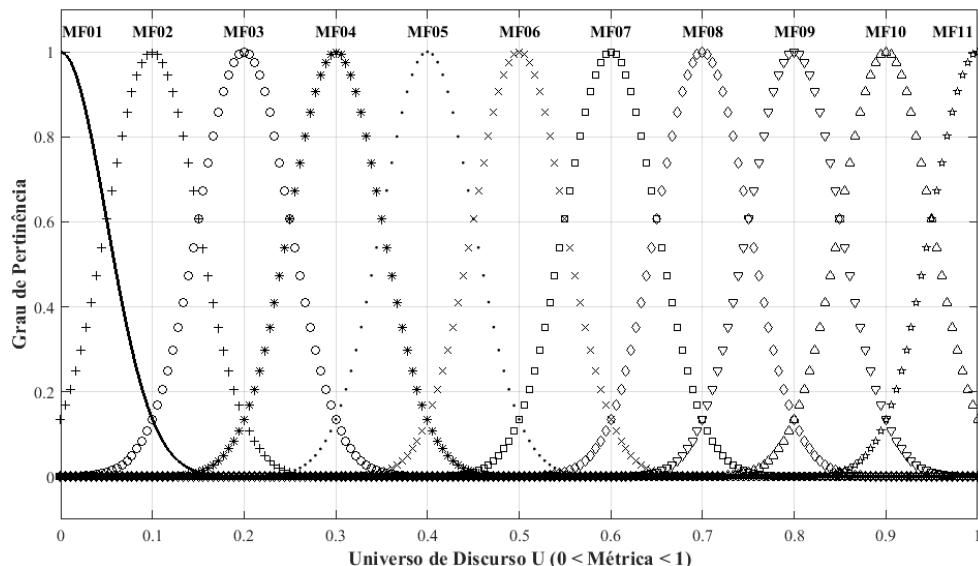


Figura 2: Ilustração gráfica das funções de pertinência utilizadas para modelagem da variável linguística de entrada (Valor de Métrica).

A Figura 3 exibe a representação gráfica das funções de pertinência utilizadas no processo de *defuzzificação* pelo método Mamdami. Assim, pode ser observado que ao simular o modelo com qualquer valor de métrica o mesmo o classificará de acordo com nível de severidade do dano na estrutura.

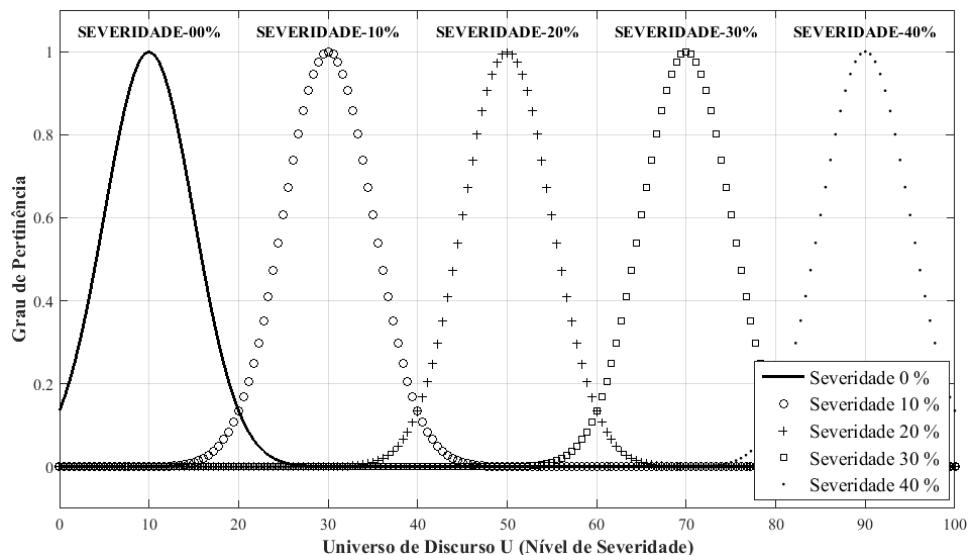


Figura 3: Ilustração gráfica das funções de pertinência utilizadas para modelagem da variável linguística de saída (Severidade).

Os valores de métricas RMSD utilizados no processo de simulação do modelo de lógica nebulosa desenvolvido neste trabalho podem ser visualizados na Tabela 2.

Integra	0,0016	0,0016	0,0018	0,0018	0,0018	0,0018	0,0017	0,0017	0,0070	0,0065
Dano 1	0,2248	0,2248	0,2251	0,2255	0,2252	0,2256	0,2260	0,2253	0,2232	0,2193
Dano 2	0,1345	0,1348	0,1342	0,1346	0,1347	0,1346	0,1347	0,1350	0,1338	0,1358

Tabela 2: Valores de métrica RMSD dos diferentes estados da estrutura utilizados para simulação do modelo de lógica nebulosa.

Como resultado da simulação do modelo pode-se observar que o mesmo conseguiu delimitar as diferentes severidades das condições de dano no sistema em estudo. Esses resultados podem ser visualizados graficamente na Figura 4.

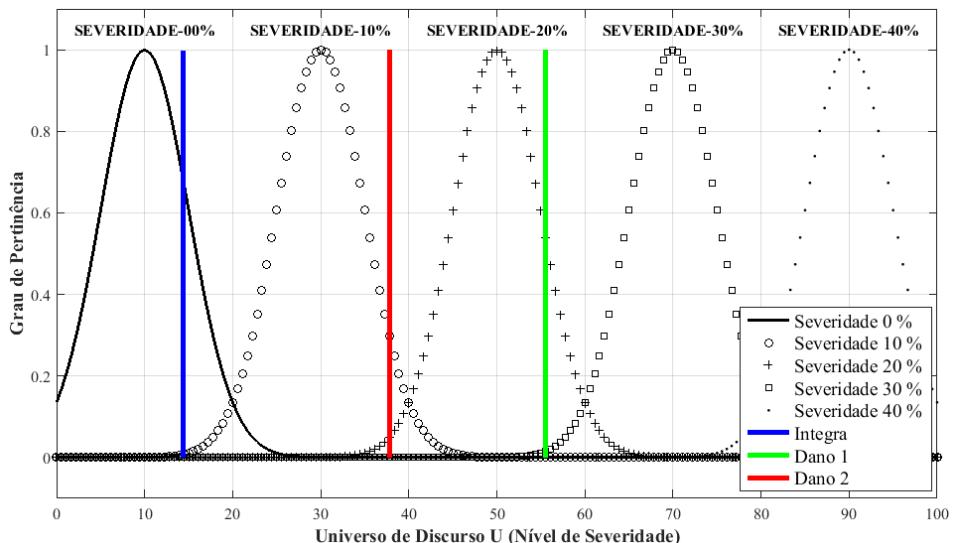


Figura 3: Resultado gráfico obtido pela simulação dos valores de métrica no modelo de lógica difusa.

Conclusões e perspectivas futuras

O presente trabalho teve por objetivo apresentar um modelo de lógica *difusa* de modo a auxiliar o processo de inferência de falhas em estruturas mecânicas. Para isto, métricas de danos RMSD de um um disco de freio veicular comum foram obtidas experimentalmente pela técnica de impedância eletromecânica.

Os resultados demonstraram que embora a formulação do modelo proposto ser simples, o mesmo conseguiu delimitar com eficiência a severidade das falhas utilizadas no procedimento experimental. Assim, pretende-se aplicar este modelo auxiliado a outras ferramentas de análise de integridade já desenvolvidas pelos autores no intuito de desenvolver um modelo de monitoramento da integridade estrutural de baixo custo e de fácil instrumentação.

Referências

- [1] GOMIDE, F., GUDWIN, R., & TANSCHEIT, R. (2002). **Conceitos Fundamentais da Teoria de Conjuntos Fuzzy. Lógica Fuzzy e Aplicações**, Universidade Estadual de Campinas–UNICAMP.
- [2] OLIVEIRA JR, Hime A. **Lógica difusa: aspectos práticos e aplicações**. Rio de Janeiro: Interciênciac, 1999.
- [3] PALOMINO, Lizeth Vargas. **Análise das métricas de dano associadas à técnica da impedância eletromecânica para o monitoramento de integridade estrutural**. 2008.



Educação Matemática



A Modelagem Matemática e as Tecnologias da Informação e Comunicação no Processo Ensino-Aprendizagem

Rogério Mastrela

Secretaria de Estado de Educação, Cultura e Esporte - Goiás
mastrelaprofmat@hotmail.com

Élida Alves Silva

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
elida.asilva@gmail.com

Jhone Caldeira

Instituto de Matemática e Estatística
jhone@ufg.br

Resumo. O presente texto é resultado de um trabalho de investigação a respeito da contribuição da utilização das metodologias Modelagem Matemática e Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no processo de ensino-aprendizagem. O trabalho foi desenvolvido em uma turma de oitavo ano (8ºano) do Ensino Fundamental de uma Escola Municipal, situada na zona rural de um município do interior goiano. Com a análise dos dados obtidos foi possível perceber que a metodologia utilizada trouxe indícios de avanços no desenvolvimento analítico e crítico dos envolvidos, além de possibilitar o desenvolvimento das habilidades de raciocínio lógico, de resolução de problemas e de argumentação. Os alunos atuaram como construtores do próprio conhecimento por meio da interação entre eles e com o professor.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Tecnologias da Informação e Comunicação; Porcentagem; Regra de Três; Juros; Tabelas; Gráficos.

1 Introdução

Com a utilização de novas metodologias no ensino, o professor tem a oportunidade de rever seu papel, propiciando aos seus alunos a possibilidade de participar ativamente da construção do próprio conhecimento. Para isso, é necessário que o professor incentive e promova desafios aos educandos, a fim de manter o estímulo e o interesse dos mesmos, além de oportunizar o trabalho em grupo, desenvolvendo o hábito do compartilhamento de informações e respeito mútuo.

Ao propor situações-problemas para serem discutidas e trabalhadas, nos deparamos com uma metodologia de ensino conhecida como Modelagem Matemática, cujo objetivo não é apenas matematizar uma situação, mas sim generalizá-la e criar, a partir do modelo, novos conceitos. Conforme Biembengut (1999), a Modelagem Matemática como metodologia de ensino tem um papel importante no processo de ensino-aprendizagem, sendo capaz de fazer com que o aluno possa construir conhecimento a partir de uma situação-problema do seu cotidiano, além de desenvolver habilidades críticas e raciocínio lógico. Contudo, Bassanezi (1990) afirma que é necessário que o professor tenha um amplo conhecimento do tema a ser trabalhado e de como abordá-lo usando esta metodologia. Isto se torna uma grande dificuldade do processo, visto que grande parte dos profissionais da Educação foi formada em cursos que priorizavam a matemática pura em detrimento das aplicações matemáticas, além de ser fruto de um processo tradicional de ensino.

Apesar das possíveis dificuldades, é importante que os professores procurem utilizar a Modelagem Matemática, pois ela permite que os educandos possam refletir sobre cada situação-problema e, por meio da investigação, dos levantamentos de hipóteses e validações,

formulem novos conceitos e teorias. Além disso, esse procedimento pode ser favorecido pelo uso novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).

Atualmente as TICs estão integradas ao nosso cotidiano, fazendo com que os profissionais tenham necessidade de atualizar-se constantemente para que possam utilizá-la adequadamente em seu trabalho. No meio educacional observa-se que estão inseridas na escola, no entanto, muitas vezes, não são utilizadas de maneira satisfatória. Esta subutilização pode ocorrer tanto pela falta de manutenção dos laboratórios das escolas, quanto em virtude dos educadores também terem dificuldades em manipular e incorporar estes recursos ao processo de ensino-aprendizagem. Neste sentido, além da infraestrutura, para introduzir recursos tecnológicos no ensino, faz-se necessário a promoção de uma formação continuada para os profissionais da Educação. Valente (1999), defende o processo construtivista, onde o aluno que está em desenvolvimento é ativo, capaz de construir seu próprio conhecimento através de experiências e manipulação do computador, mas reconhece que a formação do professor não consegue acompanhar os avanços tecnológicos porque as mudanças pedagógicas são difíceis de serem assimiladas e implementadas na escola.

Nesta perspectiva, desenvolvemos uma pesquisa com uma abordagem fundamentalmente qualitativa, apresentando alguns dados quantitativos, a fim de analisar o nível de conhecimento matemático de um determinado grupo de alunos que apresentava dificuldades nos conteúdos de porcentagem, regra de três, juros, tabelas e gráficos e, ainda, verificamos como a Modelagem Matemática, juntamente com as TICs, contribuíram para a melhoria do cenário em que esses alunos se encontravam.

2 Método

A pesquisa foi desenvolvida em uma turma, composta por onze alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental, de uma Escola Municipal localizada na zona rural de um município do interior goiano. Foram utilizadas quinze aulas, onde a turma executou trabalhos em grupos e individuais. Durante o desenvolvimento das atividades foi realizado o trabalho de pesquisa de acordo com o que defendem Bogdan e Biklen (1994) - uma pesquisa qualitativa pressupõe uma coleta de dados realizada por meio de anotações, filmagens, entrevistas e esquemas, onde a fonte direta dos dados está no próprio ambiente natural. O pesquisador/professor é o principal instrumento e, para ele, o mais importante não está no resultado e sim no processo que ocorre durante o processo ensino-aprendizagem. Inserido no processo, o pesquisador/professor pode perceber as dificuldades e os anseios dos sujeitos envolvidos na pesquisa, sendo possível intervir se preciso, modificando a abordagem de novos conceitos.

A intervenção foi realizada por meio de três atividades principais, projeto Feira na Escola, projeto Custo de Produção e projeto Cesta Básica.

A primeira atividade foi o *Projeto Feira na Escola*, cujo objetivo foi possibilitar aos alunos a experimentação de situações concretas que ocorrem em uma feira livre. A motivação para a elaboração do projeto foi o fato de que os sujeitos envolvidos na pesquisa são, em grande parte, filhos de pequenos produtores rurais, os quais vivem da comercialização dos produtos produzidos em suas propriedades. Foi organizada uma pequena feira, onde foram vendidos salgados, doces, balas e refrigerantes. Nesta atividade trabalhou-se a construção de gráficos, o cálculo do percentual de preferência dos produtos a serem vendidos, o cálculo do custo de produção dos alimentos e o cálculo do percentual de lucro obtido com as vendas. Essas tarefas foram realizadas com e sem o uso de tecnologias.

A segunda atividade foi o *Projeto Custo de Produção*. A escolha do tema deste projeto se deu com a finalidade de proporcionar aos alunos a experiência de determinar o custo de uma produção agrícola, o lucro obtido e avaliar a aplicação do lucro em poupança. Os dados utilizados são de uma lavoura de pimenta, fornecidos pelo proprietário, pai de uma das alunas

da turma. A partir de uma situação-problema vivenciada cotidianamente pelos alunos, o projeto possibilitou a transposição do conteúdo aprendido em sala de aula para a prática. Como motivação, recordamos que, para Bassanezi (2011), a Modelagem Matemática deve propiciar a preparação dos alunos para a vida real, formando cidadãos atuantes, capazes de analisar criticamente cada situação vivenciada e conseguir ter opiniões próprias.

A terceira atividade foi o *Projeto Cesta Básica*, objetivando, além de trabalhar os conteúdos relacionados anteriormente, permitir que os alunos analissem o aspecto social de forma crítica, estabelecendo suas prioridades a respeito dos componentes da cesta básica e analisando o percentual gasto em produtos de higiene, alimentação, dentre outros. Além disso, foi fomentado o debate sobre se uma família com renda de um salário mínimo consegue viver com dignidade.

Como ferramentas de coletas de dados, além das filmagens, fotografias, diário de campo e entrevistas, foram utilizados dois questionários, o primeiro sobre o perfil dos alunos, aplicado antes da intervenção, e o segundo sobre os conteúdos anteriormente relacionados, aplicado antes e após a intervenção. Vale ressaltar que os participantes não sabiam da segunda aplicação do questionário.

3 Discussão dos Resultados

A principal perspectiva foi evidenciar a utilidade dos conteúdos ministrados em sala, despertando nos alunos a consciência sobre a importância da Matemática e a percepção de como conhecimentos, relativos a mesma, podem ser construídos por meio do estudo de situações-problemas do cotidiano.

Com o Questionário 1, dentre outras características, identificamos que 81,8% dos alunos possui computador em casa e 54,5% tem acesso à internet. Quanto à disciplina de estudos, 81,8% dos alunos afirmam gostar de estudar e dedicam, em média, uma hora e meia ao estudo extraclasse por dia. Houveram manifestações de interesse de que a Matemática fosse abordada de forma a torná-la uma disciplina mais fácil, desenvolvendo aulas práticas relacionadas aos conteúdos. Além disso, 54,5% dos alunos afirmaram não questionar o professor quando não compreendem o conteúdo.

A partir da análise da primeira aplicação do Questionário 2, ficou evidenciado a grande dificuldade dos alunos em utilizar o conteúdo em determinadas situações-problemas. A maioria deles declarou que a maior dificuldade está em interpretar uma situação-problema e saber como atacá-la. Após a realização das três atividades, aplicou-se novamente o questionário e a análise dos dados evidenciou indícios de que o processo de ensino-aprendizagem, utilizando a Modelagem Matemática e as TIC's, propiciou uma construção significativa de conhecimentos para a maioria dos alunos, conforme tabela a seguir.

Acertos	ANY	BOLA	BRANQUINHA	CRF	DOCINHO	GALEGO
1 ^a aplicação	16,66%	16,66%	66,60%	16,66%	50,00%	16,66%
2 ^a aplicação	50,00%	66,66%	100,00%	16,66%	33,33%	33,33%
	MORENA	MORENA ROSA	PP	TATA	TICO	
1 ^a aplicação	66,66%	66,66%	66,66%	33,33%	16,66%	
2 ^a aplicação	66,66%	83,33%	100,00%	66,66%	100,00%	

Tabela 1 – Porcentagem de Acertos nas Aplicações do Questionário 2

Ao analisar as filmagens e as falas dos alunos, percebe-se que alguns não estavam habituados ao trabalho com o computador e com as planilhas, o que estava provocando certo desinteresse pelas atividades, mas com o desenvolvimento das habilidades necessárias para executá-las este desinteresse foi sendo superado.

Foi possível perceber, a partir da análise das filmagens, anotações do diário de campo e entrevistas, que os educandos se tornaram mais receptivos ao estudo da Matemática, quando os conteúdos estavam diretamente relacionados com experiências do cotidiano.

O trabalho em grupo foi bem aceito pelos alunos, o que contribuiu para o trabalho com a modelagem, pois a interação com os colegas e com o professor é essencial. À medida que acontecia a interação foram surgindo novas ideias e propostas na busca de soluções para os problemas propostos, assim todos aprenderam juntos.

Outro aspecto interessante observado, na referida análise, foi a melhor desenvoltura e envolvimento dos alunos para discutir as situações-problemas abordadas e executar as atividades propostas. Alguns se destacaram demonstrando grande criatividade e conhecimento da realidade em que estão inseridos, contudo, mesmo os mais tímidos, participaram efetivamente. Todos desempenharam um papel ativo na construção do próprio conhecimento.

4 Considerações Finais

O fator primordial que motivou o desenvolvimento de um trabalho nesta linha de pesquisa foi presenciar, por diversas vezes, queixas de como é difícil e desmotivador o estudo da Matemática. No entanto, é perceptível que os educandos se mostram mais receptivos ao estudo da Matemática, quando os conteúdos estão diretamente relacionados com experiências do cotidiano. Nesta perspectiva, foi possível realizar atividades de interpretação em cada projeto, vivenciar situações-problema e transcrevê-las para linguagem matemática.

Portanto, ao final da experiência vivenciada, ficou evidente que, além do resultado final envolvendo o conhecimento matemático, os sujeitos da pesquisa desenvolveram competências para lidar com ferramentas de informática, aperfeiçoaram o senso de solidariedade uns para com os outros e aprenderam a trabalhar em equipe em torno de um objetivo.

Por fim, constatamos que a Modelagem Matemática, como uma metodologia de ensino, pode propiciar maior interesse e aprendizagem por parte dos alunos. Além disso, sua associação às TICs pode revelar resultados bastante interessantes, sendo valioso instrumento de auxílio na apropriação de conceitos.

Referências

- [1] BASSANEZI, R. C. Modelagem como metodologia de ensino de matemática. In: *Actas de la Séptima Conferencia Interamericana sobre Educación Matemática*. Paris: UNESCO, 1990. p.130
- [2] BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia*. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2011.
- [3] BIEMBENGUT, Maria Salett. *Modelagem Matemática & Implicações no Ensino-Aprendizagem de Matemática*. Editora da FURB: Blumenau, 1999.
- [4] BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.
- [5] VALENTE, J. A. *O Computador na Sociedade do Conhecimento*. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.

Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.



Aplicação de Atividades Matemáticas e de Raciocínio Lógico para Crianças do Ensino Fundamental

Renan Garcia Rosa

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás
renangarciar@gmail.com

Camila Pereira da Silva

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás
caamilape@hotmail.com

Juliana Bernardes Borges da Cunha

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás
julianabborges@gmail.com

Resumo. Este trabalho tem como objetivo desenvolver atividades matemáticas e de raciocínio lógico com crianças do ensino fundamental. É uma maneira de envolver a escola com o ensino da matemática, buscando aprimorar e estimular as crianças a tomarem gosto pela matemática e pela escola. Os materiais para confecção dos jogos matemáticos são disponibilizados pelo Laboratório de Educação Matemática (MATEMATECA) da UFG/Regional Catalão/IMTec, que é um laboratório que capacita e proporciona o desenvolvimento de atividades com várias crianças e adolescentes. Por fim, foi possível desenvolver as atividades propostas e ficou evidente que tais atividades são úteis no desenvolvimento educacional das crianças.

Palavras-chave: Escola; Matemática; Atividades Educacionais.

1. Introdução

O objetivo do ensino da disciplina de matemática na escola é a aprendizagem do aluno, consignando a psicologia e a didática. A base da matemática escolar é constituída pela geometria, pela aritmética e pela álgebra (ZASLAVSKY, 2009).

Dentro do atual cenário de educação, a matemática com seus conteúdos específicos busca desenvolver a capacidade do aluno em aplicar os conhecimentos em situações reais, uma vez que tenha domínio dos conceitos relacionados. Existe ainda a necessidade de desenvolver diversos tipos de raciocínio matemático diante dos problemas, adotando assim uma postura educacional de mudanças para ter êxito nos objetivos. Os jogos matemáticos servem para que haja a transmissão de conhecimento, além de servir como incentivos ao aprendizado da criança, ou seja, é um recurso que motiva o conhecimento matemático (ARANÃO, 1996).

2. Metodologia

Todo planejamento deve ter como base o conhecimento a respeito do direcionamento da ação educativa, tendo uma reflexão do papel do educador bem como dos alunos que receberão o conhecimento (ZASLAVSKY, 2009).

O planejamento deve ser entendido como hipótese, um parâmetro flexível em busca de resultados eficazes. Portanto, ele deve ser proposto, e não imposto, propiciando a

preparação para, na sequência, converter-se na realização de boas práticas em sala de aula (BORIN,1996).

O primeiro passo para o planejamento é conhecer as crianças, suas potencialidades e suas limitações, bem como a realidade em que vivem, pois somente quando elas se sentem confiantes e integradas é que têm condições de participar ativa e proveitosamente das atividades propostas pelo educador e pela escola (ZASLAVSKY, 2009).

Pensando nisto, foram desenvolvidos planos de atividades para confecção e aplicação de jogos matemáticos. Em uma primeira etapa os jogos matemáticos foram confeccionados pela equipe executora. Em um segundo momento, as atividades foram desenvolvidas com os alunos do ensino fundamental das escolas convidadas no Laboratório de Educação Matemática.

3. Resultados e Discussão

Foram planejadas algumas atividades, com material de baixo custo e de fácil entendimento, duas atividades são:

Jogo das Possibilidades

Organização da classe

– Formar grupos com 4 a 5 participantes

Capacidades a serem trabalhadas

- Desenvolver atenção, concentração e raciocínio lógico.
- Explorar conceito intuitivo de probabilidade.

Material

- 2 dados coloridos
- Tabuleiro com escudos dos times Figura(1).
- Quadro de registro das jogadas Tabela (1).

Desenvolvimento

Cada participante escolhe ou sorteia o time para apostar. O primeiro jogador lança os dois dados de cores diferentes e observa se a coluna horizontal e vertical contém o escudo do time que ele escolheu. Se tiver o escudo nas duas colunas, somam-se os pontos dos dois dados. Se tiver apenas em uma das colunas, subtraem-se os números dos dados. Caso não tenha em nenhuma das duas colunas deve-se passar a vez para o colega. Cada jogador registra no quadro as jogadas. Ganhador é o participante que obtiver o maior número no total (ZASLAVSKY, 2009).

Intervenções possíveis

- Quais os times mais difíceis de sair?
- Como posso obter a pontuação 12?
- Qual o time que tem as mesmas chances de sair?
- Pode-se também substituir os fatos da adição pela multiplicação e da subtração pela adição.

REGISTRO – JOGO DAS POSSIBILIDADES / TIMES						
Aluno(a)						
Jogadas/Times	1 ^a jogada	2 ^a jogada	3 ^a jogada	4 ^a jogada	5 ^a jogada	Total

Tabela 1: Registro de jogadas

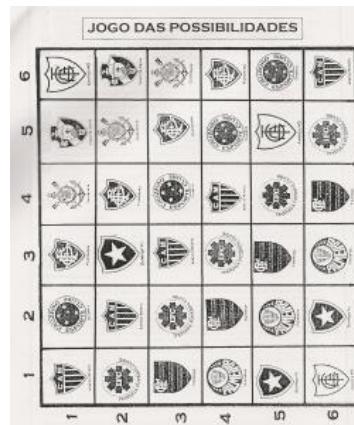


Figura 1: Tabuleiro de equipes para apostas

3.2 Batalha Naval com Desafios

Material: Um Tabuleiro como na Figura (2).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Figura 2: Tabuleiro para a batalha

10 submarinos como na Figura (3).



Figura 3

3 cruzadores como na Figura(4).

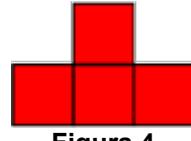


Figura 4

2 destroyers como na Figura (5).

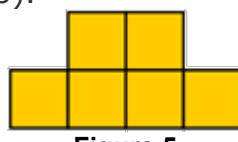


Figura 5

1 porta avião como na Figura(6).

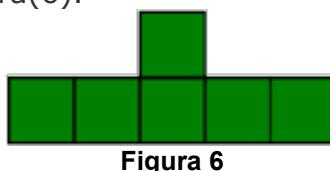


Figura 6

Objetivo: Acertar um navio e solucionar o desafio.

Como jogar: Pode ser em equipe ou individual

1. Entregar 20 cartões com desafios para cada equipe, e estes devem ser distribuídos como quiserem em suas cartelas para a Batalha.
2. Tira-se par ou ímpar para decidir quem começa.
3. A primeira equipe dá o seu primeiro "tiro", dizendo uma letra e um número.
4. A equipe que recebeu o "tiro" examina em sua cartela se no quadradinho que o adversário falou há algum navio. Se houver, ele diz qual é o desafio para que o jogador que deu o "tiro" possa solucioná-lo.
5. Se a equipe acertar o desafio, ela fica com o navio do adversário, somando o seu primeiro ponto. Se errar, o dono do navio permanece com ele.
6. Em seguida, é a vez da outra equipe "atirar". O procedimento é o mesmo.
7. Se no local de intersecção da letra e o número escolhidos não houver navio algum, o adversário diz "água" e continua o jogo.
8. O jogo termina quando uma das equipes consegue atingir todos os navios e acertar os desafios da equipes adversária primeiro.

4. Conclusões

Esta contribuição teve como objetivo desenvolver atividades matemáticas e de raciocínio lógico para serem utilizadas com crianças do Ensino Fundamental. As duas atividades aqui expostas ilustram bem a intenção de estimular as crianças a raciocinar, buscar alternativas para solucionar problemas e aprimorar as técnicas matemáticas de base institucional. Foram utilizados materiais simples e de fácil acesso para a fabricação dos jogos. Nas atividades constam sua descrição, material, desenvolvimento e sugestão de divisão dos alunos na prática.

As crianças envolveram-se com as atividades e demonstraram-se felizes por estarem executando uma atividade de matemática com alunos e professores da universidade. Conclui-se que os objetivos propostos foram alcançados.

Referências

ARANÃO, Ivana Valéria Denófrio. A matemática através de brincadeiras e jogos. Campinas, SP: Papirus, 1996.

BORIN, Júlian. Jogos e resolução de problemas: uma estratégia para as aulas de matemática. 6. ed. São Paulo: IME-USP, 1996.

ZASLAVSKY, Claudia. Mais jogos e atividades matemáticas do mundo inteiro: Diversão multicultural a partir dos 9 anos. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 164 p. v. 1.

ZASLAVSKY, Claudia. Criatividade e confiança em matemática: desenvolvendo o senso numérico. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 112 p. v. 1.



Aprendendo Geometria com o Auxílio do Tangram

Alessandra Carlos de Souza

Graduanda de Matemática

Universidade Federal de Goiás

Alessandrasouza6178@gmail.com

Beatriz Siqueira Ribeiro

Graduanda de Matemática

Universidade Federal de Goiás

Beatriz_ribeiro15@hotmail.com

Hernany Henrique Marques de Souza

Graduando de Matemática

Universidade Federal de Goiás

Hernany_henrique@hotmail.com

Crhristiane da Fonseca Souza

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás

crhif@souza@gmail.com

Fernando da Costa Barbosa

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás

fcbarbosa@ufg.br

Resumo. Através deste artigo será apresentado os relatos e registros que puderam ser analisados durante a execução da atividade, que foi desenvolvida por intermédio do Projeto Institucional de Bolsa a Iniciação à Docência-PIBID, o qual ocorreu no segundo semestre de 2017. O PIBID tem como objetivo adentrar os futuros professores na realidade que um docente frequenta em seu cotidiano de profissão, além disso incentiva os alunos no uso de novas práticas lúdicas e pedagógicas. Na aplicação da atividade como complemento disciplinar, foi utilizado o jogo Tangram, que permite ao professor despertar o interesse do aluno quanto ao conteúdo a ser lecionado, no caso, geometria. Visto que quando aplicado utilizando deste recurso pode-se notar maior interação e participação nas aulas.

Palavras-chave: Tangram; Geometria; PIBID.

1. Introdução

Conforme o passar do tempo a vida das pessoas mudou em vários aspectos, meios de comunicação evoluíram, a medicina está muito mais precisa, até o processamento de alimentos já não é mais o mesmo. Tudo isso se dá a inúmeros fatores como a tecnologia e globalização. Apesar de todas essas mudanças ocorridas, nesta última década que houve um desejo de trazer mudanças para a área da educação com o uso de novas abordagens didáticas no ensino.

Na Verdade, pode-se dizer o que ocorreu e ocorre, na área da educação é uma estagnação por parte de professores e da própria instituição de ensino, observando que a maioria das escolas preferem adotar uma forma mais “clássica” de lecionar, todavia esse modelo pode ser considerado um pouco ultrapassado para os alunos deste século. Trazendo desinteresse aos

mesmos em aprender e apatia dos professores em inovar, pois estes já estão no comodismo. ZABALA(1998), expõe que por trás de qualquer proposta metodológica se esconde uma concepção do valor que se atribui ao ensino. Sendo assim podemos dizer que ao levar um novo modo de aprender matemática, estamos buscando novos valores ao processo de ensino de nossos alunos.

Em busca de uma abordagem mais lúdica para ensinar matemática, tentando capturar mais atenção dos alunos, o professor deve sempre buscar maneiras e métodos para isso, se manter “atualizado” para as novas gerações, que estão por vir. Fazer tudo isso não é uma tarefa fácil, porém de suma importância, pois quanto mais envolvidos e entendidos com o mundo de nossos jovens, mais conseguiremos atrair de maneira eficaz sua atenção, e com isso possibilitar maior interação entre aluno-professor.

Outro fator de importância para o advento de novas práticas lúdico-pedagógicas no ambiente escolar, em especial na área da matemática, e a possibilidade de superação das dificuldades enfrentadas no ensino da Matemática. (BARBOSA, 2016) diz que "Uma educação que busque uma conexão com o cotidiano, esquece muitas vezes desse elemento simples, inserir o aluno em sua própria comunidade. Não é preciso ir longe para se ensinar e aprender.". Ou seja, não precisamos ir longe para introduzir nos alunos em novas experiências de aprendizagem, para que assim possamos motivar nossos alunos a querer buscar seu próprio conhecimento. Uma das formas lúdico-pedagógicas que pode ser uma alternativa muito interessante para melhorar o ensino e a aprendizagem, são os jogos.

Os jogos educacionais são uma alternativa de ensino e aprendizagem e ganham popularidade nas escolas. Sua utilização deve ser adequada pelos professores como um valioso incentivador para a aprendizagem, estimulando as relações cognitivas como o desenvolvimento da inteligência, as relações afetivas. (VYGOTSKY 1989, p.15)

E ainda como reforço os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), afirmam que:

Os jogos constituem uma forma interessante de propor problemas, pois permitem que estes sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca de soluções, além de possibilitar a construção de uma atitude positiva perante os erros, [...] sem deixar marcas negativas. (BRASIL, 1998, p.46)

Dentro desta perspectiva o Tangram pode obter excelentes resultados, pois este é um jogo que instiga o jogador a chegar ao objetivo, além de envolver conteúdos matemáticos como: Ponto médio, polígonos, equivalência de área entre polígonos, simetria, semelhança, etc.

2. Metodologia

Será apresentado uma das atividades desenvolvidas por bolsista do PIBID, da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, a qual ocorreu no segundo semestre do ano de 2017, subprojeto de Matemática. Este subprojeto ocorre às sextas-feiras das 7 às 11 horas, em uma Escola Estadual, localizada na cidade de Catalão, que é umas das escolas parceiras do subprojeto, e sua colaboração e suporte é que tornou possível o desenvolvimento desta e outras atividades que foram realizadas pelos bolsistas.

Escolhemos Tangram para que fosse um complemento prático das teorias estudadas pelos alunos naquele bimestre, pois este nos possibilita desenvolver e construir inúmeras figuras planas tradicionais já conhecidas pelos alunos como quadrado, triângulo e trapézio, e figuras não conhecidas, que podem ser construídas a partir da junção de algumas ou até todas as peças.

Outro fator foi a maneira lúdica que podem ser elaboradas em sala de aula, aumentando de interesse dos alunos pela matemática, e ao mesmo tempo melhorando suas capacidades matemáticas, de raciocínio lógico e noções geométricas.

3. Resultados e Discussão

A proposta de atividade foi desenvolvida em uma turma de 1º ano do ensino médio, composta por 23 alunos, no início da aula foi apresentado aos alunos uma breve história sobre o Tangram, logo depois foram distribuídas folhas de papel coloridos para os alunos, com a intenção de que individualmente pudessem construir o seu Tangram, com a folha de papel em mãos foi exemplificado aos alunos o passo a passo dessa construção, alguns demonstraram um pouco de dificuldade, mas no geral, todos se saíram bem na atividade.

Para a construção do Tangram alguns conceitos são necessários, ponto médio por exemplo, e pode-se notar que através na construção, a absorção e entendimento geométrico da mesma apresentou uma maior assimilação por parte dos discentes, pois ali o aluno teve um contato físico com os conceitos geométricos.

Na segunda etapa da atividade, foi dado um desafio para os alunos, este consistia em os alunos montarem um quadrado com as peças do Tangram, inicialmente com uma peça, que seria o próprio quadrado, em seguida com duas peças, que obtido na junção de duas peças triangulares, após com três, com quatro, com cinco, com seis, e com sete que é o total de peças do Tangram.

Quando o desafio proposto foi montar o Tangram utilizando apenas 6 peças houve muita dificuldade por parte dos alunos, até que, após certo tempo entraram então em consenso que era impossível resolver tal proposta, mesmo sem saber real motivo. E de fato, foi mostrado aos alunos que é impossível a montagem do Tangram com 6 peças. Para convencer os alunos, retiramos figura por figura do Tangram e fazendo a montagem, observando que era impossível, pois ao se calcular a área de qualquer peça que se retire e subtrair da área do quadrado inicial, se torna impossível formar um quadrado com as 6 peças, pois sempre irá faltar uma pequena área.

Também é possível notar que no início eles responderam com facilidade, mas conforme foram aumentados o número de peças, foi demonstrada mais dificuldade, sendo assim uma atividade perfeita para manter os alunos em um fluxo não se tornando muito difícil nem muito fácil, pois o desafio se estenderia a facilidade que alguns alunos poderiam desenvolver. Os alunos foram bem participativos, sempre respondendo questionamentos e fazendo perguntas.



Figura 1 – aluno fazendo a montagem do Tangram com 7 peças.

A terceira parte do desafio consistia em pedir aos alunos que construíssem figuras, utilizando apenas as peças do jogo, que seriam propostas, o desenho trazia apenas uma “sombra”, que a junção de algumas figuras iria formar. Os alunos teriam então que ver, quais figuras seriam utilizadas para formar tal desenho (Figura 2). Nesta atividade, percebeu-se que os alunos tiveram menos dificuldades, pois conseguiram observar e se guiar pelos desenhos, onde cada figura deveria se localizar, porem ouve muita interação e participação como um grupo por parte dos alunos.



Figura 2 – aluno reproduzindo figura.

Em todas as etapas os alunos puderam conversar com os colegas para tirar dúvidas e pedir ajuda, e a partir desta liberdade, pudemos notar que estavam focado em resolver os desafios.

A turma demonstrou um pouco de dificuldade para compreender alguns conceitos, porém tal situação pode ser solucionada com uma explicação um pouco mais detalhada e também mais individualizada. Ao final da aula esperava-se que o aluno compreendesse alguns conceitos básicos de geometria plana, dentre eles, os conceitos de ponto médio, semelhança, proporcionalidade entre áreas, etc. Através das avaliações qualitativas realizadas pôde-se observar que os objetivos foram alcançados.

4. Conclusões

O projeto trouxe contribuições para nossa formação, como um desenvolvimento direto em nossa capacidade de desenvolver atividades. Posto que, a experiência em sala de aula que o PIBID possibilitou, colocando-nos em contato com o meio escolar de maneira real pôde nos conferir uma experiência na qual pudemos confrontar teoria e prática no ambiente escolar. O resultado obtido nos trouxe felicidade, a experiência servira como base para futuras atividades que venham a ser desenvolvidas com auxílio do Tangram. A aplicação do projeto feita nas escolas proporciona maiores reflexões sobre o assunto e gera ideias mais amplas durante o planejamento das aulas, apesar de se tratar de uma turma que apresentava grande dificuldade de comportamento e organização, essa forma de ensino que estimulou o trabalho em grupo e desafiou os alunos foi extremamente bem recebida.

Referências

- [1] VYGOTSKY, LS. **A formação social da mente**. Martins Fontes. São Paulo, 1989
- [2] BRASIL. (1998), **Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília: MEC/ SEF
- [3] ZABALA, Antoni. **A prática educativa de como ensinar**, tradução Ermani F.de F. Rosa. Editora Artmed, Porto Alegre, 1998.
- [4] BARBOSA. Fernando C. **Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens**. UFU, Uberlândia- MG, 2016.

Responsabilidade Autoral

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.



As Tecnologias da Informação e Comunicação como Ferramentas Motivadoras para o Ensino-Aprendizagem de Matemática

Élida Alves da Silva

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia

Universidade Federal de Goiás

elida.asilva@gmail.com

Jhone Caldeira Silva

Instituto de Matemática e Estatística

Universidade Federal de Goiás

jhone@ufg.br

Michele Cristina da Silva

Secretaria Estadual de Educação, Cultura e Esporte

Estado de Goiás

cristina.michele@gmail.com

Resumo. A pesquisa a que este trabalho se refere buscou responder, por meio de uma intervenção com alunos do Ensino Fundamental 2, à seguinte questão: “A inclusão digital, por meio da utilização de inovações tecnológicas na escola, pode motivar os alunos no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de Matemática?”. Após uma revisão bibliográfica sobre Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), foi feita uma intervenção com o propósito de investigar a contribuição da inclusão digital e das TIC para potencializar o ensino-aprendizagem e qualificar as práticas pedagógicas, influenciando no processo educativo e no desenvolvimento dos alunos enquanto cidadãos. Foram trabalhados conteúdos de Matemática utilizando as TIC com alunos que não possuíam ou tinham pouco contato com recursos tecnológicos. Os conceitos foram trabalhados mediante a utilização de editores de textos, planilhas eletrônicas, outros softwares livres e pesquisas na internet. Ao final constatou-se que a utilização das TIC como metodologia de ensino contribuiu de forma significativa para o alcance dos objetivos estabelecidos.

Palavras-chave: Ensino-Aprendizagem; Matemática; Tecnologias da Informação e Comunicação.

Introdução

D’Ambrosio (1996, p. 56) destaca que não é de se estranhar que o rendimento escolar esteja cada vez mais baixo em todos os níveis. Os alunos não podem mais aguentar coisas obsoletas e inúteis, além de desinteressante para muitos. Nesse sentido, buscou-se construir o que o autor chama de elo entre a teoria e a prática, acreditando que os professores devem valorizar o que ensinam de modo que o conhecimento seja ao mesmo tempo interessante, por ser útil, e estimulante, por ser fonte de prazer.

As propostas de utilização das TIC no processo de ensino-aprendizagem de Matemática buscam contribuir com o desenvolvimento da linguagem, de conteúdos específicos e também com o desenvolvimento digital de todos os envolvidos nesse processo. A inserção digital na formação dos profissionais da educação é de fundamental importância, pois garante segurança ao professor para levar essas tecnologias para a sala de aula e abre caminhos e possibilidades que induzem uma aprendizagem significativa para o aluno.

Utilizar as TIC no âmbito do ensino público brasileiro é uma missão muito difícil. Existem muitos empecilhos para implementar essa ação no ambiente escolar. Lozenzato (2010, p. 33) destaca que

primeiramente, é preciso lembrar que infelizmente o computador não chegou à grande maioria das escolas brasileiras; e isso é mais sério do que parece, porque muitas escolas que já se equiparam com computadores não sabem bem o que fazer com eles. Tudo indica que comprar o equipamento e conseguir o espaço físico para ele é o mais fácil: o mais difícil é conseguir software (programa) adequado e principalmente professor preparado para elaborar, desenvolver e avaliar um processo de ensinar e aprender diferente dos que tivemos até hoje.

Contudo, é de extrema importância que os professores aprendam a utilizar as TIC a fim de garantir sucesso na aprendizagem de um maior número de alunos. Seria ideal que tivéssemos computadores instalados em todas as salas de aula, onde os alunos e professores pudessem acessá-los sempre que surgisse uma dúvida ou curiosidade. O processo de ensino-aprendizagem nesse sentido seria mais prazeroso e propício ao desenvolvimento, tanto dos alunos quanto dos professores. Portanto, mesmo diante de tantos entraves, os profissionais da Educação devem usar a criatividade para melhorar a qualidade no processo de ensino-aprendizagem, pois se os alunos estiverem motivados, a aprendizagem acontece de forma natural.

As TIC abrem diversas possibilidades para uso em sala de aula, contudo é preciso cuidado na utilização dessa ferramentas, de acordo com Miskulin (1999),

educar em uma sociedade da informação é muito mais do que treinar pessoas para o uso das novas tecnologias, trata-se de formar os indivíduos para “aprender a aprender”, ou seja, prepará-los para a contínua e acelerada transformação do conhecimento científico e tecnológico.

Neste contexto, inúmeras ferramentas computacionais compatíveis com o desenvolvimento dos mais variados conteúdos matemáticos, foram desenvolvidas para potencializar a construção do conhecimento. É importante utilizá-las, enfocando os conteúdos matemáticos.

A calculadora é uma ferramenta digital muito simples e acessível. Seu uso, certamente, pode contribuir com o ensino-aprendizagem nas aulas de Matemática, podendo dinamizar as aulas, tornar mais rápido o processo de resolução de atividades e problemas e seu uso não deve, portanto, se limitar apenas para conferir resultados. Segundo Giraldo (2012, p. 4), “é fundamental que os alunos sejam encorajados a interpretar matematicamente os resultados da máquina e a desenvolver uma atitude crítica em relação a estes”.

Existem programas de computador que permitem que o professor de Matemática possa trabalhar operações básicas, polinômios, funções e muito mais. Esses programas tornaram-se amplamente disponíveis, muitos deles são *softwares livres*, de fácil acesso a toda população digitalmente incluída. Outra ferramenta computacional que se destaca ao falar em motivação no Ensino de Matemática é a Internet. A busca por informações está cada vez mais direcionada a ser realizada por meio desta ferramenta, qualquer informação desejada pode ser encontrada utilizando a Internet.

Ao utilizar as TIC como ferramentas para as aulas de Matemática, enriquecemos as aulas e, o mais importante, os alunos se sentem interessados, motivados e entusiasmados. Quando a construção do conhecimento acontece na interação entre o aluno e o ambiente, sendo mediados pelo professor, de forma natural e significativa, possibilita sua utilização em situações do cotidiano. Dessa forma, a proposta de apresentar aos alunos atividades utilizando: os aplicativos gratuitos *openOffice writer* e *openOffice Calc*, a calculadora e na internet diversos sites que possibilitam o estudo e aperfeiçoamento nos conteúdos de matemática através de *softwares livres*, como ferramentas motivadoras para a aprendizagem de Matemática, possibilita aos alunos uma aprendizagem significativa.

Metodologia

Após a realização de uma revisão bibliográfica sobre o uso das TIC como metodologia de ensino, foram elaboradas atividades utilizando essa ferramenta. As referidas atividades foram desenvolvidas no contra turno e fora do ambiente escolar, no Laboratório de Simulação Matemática, nas dependências da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, através do Projeto de extensão “A Informática como Ferramenta Motivadora no Ensino de Matemática”. Para a coleta de dados, as atividades foram registradas no diário de campo, fotografadas e filmadas. Além disso, foram aplicados questionários e avaliados os trabalhos desenvolvidos pelos alunos.

Foram aplicados dois questionários antes de iniciar as atividades. O Questionário 1 composto por questões relativas à utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem, em especial durante as aulas de Matemática. No Questionário 2 inseriu-se questões sobre equações de primeiro grau, porcentagem, funções de primeiro grau e tratamento da informação, com o objetivo de diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos acerca desses conteúdos. Na sequência, foram desenvolvidas atividades relacionadas aos conteúdos matemáticos supracitados, utilizando *softwares* livres. Posteriormente, o questionário 2 foi aplicado novamente para fins de comparação com a primeira aplicação. Vale ressaltar que os participantes não sabiam que o questionário seria aplicado novamente.

Durante a realização das atividades, procurou-se sempre oferecer condições para os alunos realizarem com sucesso as atividades propostas, dando-lhes oportunidade de construírem o próprio conhecimento com autonomia e liberdade para questionarem e exporem suas dúvidas, sempre que sentissem necessidade.

As TIC são ferramentas de excelência para atrair o interesse dos alunos, pois propicia que eles possam construir seu próprio conhecimento de forma mais divertida e prazerosa. Assim podemos dar às aulas de matemática uma imagem mais atrativa aos olhar de todos que sempre sentem receio com relação à disciplina. Os recursos utilizados na prática pedagógica durante a intervenção foram os editores de texto, as planilhas eletrônicas em que trabalhamos tabelas e gráficos, a calculadora e a internet. Sugerimos, pesquisas em sites relacionados à Matemática. Esses recursos foram utilizados para melhorar a imagem que os alunos têm da Matemática, levar entusiasmo a esses alunos e tornar as aulas de Matemática menos cansativas.

Resultados e Discussão

Na investigação inicial, dentre outras características buscou-se identificar quais alunos tinham acesso ao computador em casa, totalizando apenas 35,7 % dos alunos; aqueles que tinham acesso à internet, perfazendo um total de 85,7 %; qual o conhecimento prévio acerca dos *softwares* que seriam utilizados, sendo que 64,3% dos alunos afirmaram saber utilizar editores de texto, planilhas eletrônicas e/ou pesquisar na internet. Os alunos consideraram importante a Matemática e a Informática no cotidiano, e afirmaram utilizar a Matemática para efetuar compras e contar dinheiro e a Informática para realizar pesquisas escolares, assistir vídeos e pesquisar preços. Todos afirmaram que a Informática pode contribuir com a aprendizagem de Matemática.

Investigou-se o conhecimento prévio dos alunos acerca dos conteúdos matemáticos a serem abordados na intervenção. Na análise observou-se a grande dificuldade apresentada pelos alunos acerca dos conteúdos pela quantidade de questões não respondidas ou respondidas de forma errônea. Foi feita uma proposta de pesquisar na Internet a história de grandes matemáticos, esta ação incentivou os alunos para a leitura, além de dar a possibilidade de conhecer História da Matemática.

O desenvolvimento do conteúdo equações de primeiro grau foi relacionado com a construção de tabelas, visando motivar os alunos a utilizar a calculadora, o editor de texto e a planilha eletrônica para desenvolver as habilidades nos conteúdos de matemática. Ao utilizar o editor de texto e a planilha eletrônica, os alunos tiveram a oportunidade de comparar as particularidades de cada *software* e perceber os benefícios que cada um apresenta. Como os alunos foram motivados a realizar as atividades e apresentar os resultados, tendo a autonomia na construção do próprio conhecimento, eles alcançaram os objetivos propostos.

O conteúdo porcentagem foi desenvolvido buscando desenvolver a habilidade de resolver situações-problema presentes no cotidiano dos alunos. Para facilitar a aprendizagem nesse conteúdo, as tecnologias utilizadas como ferramentas motivadoras foram a calculadora e *softwares* livres. O fato de realizar a atividade no computador motiva os alunos e estes querem ter sucesso ao realizá-la. Mesmo os alunos que não tiveram sucesso ao realizar as atividades de modo tradicional, quiseram aprender como se faz no computador. Uma vez que a curiosidade dos alunos é despertada, eles se sentem motivados e entusiasmados a realizar as atividades, o que contribui para a qualidade no processo de ensino-aprendizagem.

Ao trabalhar o tratamento da informação buscou-se estimular os alunos a observar e estabelecer comparações sobre alguns temas, desenvolvendo neles a capacidade de estimar, formular opiniões e tomar decisões.

Conclusões

Um aspecto relevante nas TIC é o desafio que elas proporcionam ao aluno, que gera interesse e prazer. Por isso, consideramos importante que o uso dessas tecnologias façam parte das atividades escolares. A forma como as atividades são propostas, incentiva o aluno a refletir sobre o que aprender e a valorizar essa aprendizagem, dando a eles a oportunidade de organizar o pensamento e construir novas maneiras de se comunicar.

Na abordagem dos conteúdos equações, porcentagem, funções de primeiro grau e tratamento da informação, buscou-se compreender a importância da inserção das TIC no processo de ensino-aprendizagem de Matemática. Essas ferramentas abrem um vasto horizonte de possibilidades, que o professor pode utilizar para enriquecer suas aulas e proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa. Nesse sentido, a pesquisa desenvolvida cumpriu com sua proposta, alcançando a inclusão digital dos alunos envolvidos e contribuindo com a construção do conhecimento matemático através das TIC.

Referências

- [1] D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: Da Teoria à Prática.** Campinas, SP: Papirus, 1996.
- [2] GIRALDO, V. **Recursos Computacionais no ensino de matemática.** Rio de Janeiro: SBM, 2012.
- [3] LORENZATO, S. (Org.) **O Laboratório de Ensino de Matemática na formação de professores.** Campinas, SP: Autores Associados, 2010. (Coleção formação de professores)
- [4] MISKULIN, R.G.S. **Concepções Teórico-Metodológicas sobre a Introdução e a Utilização de Computadores no Processo Ensino/Aprendizagem da Geometria.** Dissertação (Doutorado em Educação Matemática). Universidade Estadual de Campinas: UNICAMP, 1999.

Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

Desafios e Perspectivas no Ensino de Matemática a Alunos com Deficiência Intelectual

Claudinei Vieira dos Reis

Faculdade de Educação

Universidade Federal de Uberlândia

reis.claudineivieira@gmail.com

Guilherme Saramago de Oliveira

Faculdade de Educação

Universidade Federal de Uberlândia

gsoliveira@ufu.br

Resumo. Este estudo tem como premissa compreender como os recursos e estratégias diferenciadas utilizadas em Salas de Recursos Multifuncionais contribuem para o ensino de Matemática junto a alunos com deficiência intelectual. Colaboraram com esta pesquisa 04 professoras de Educação Especial, em parceria com 04 professoras do ensino regular, da rede municipal no Sudeste Goiano. A escolha metodológica pela pesquisa-ação colaborativa se justifica por possibilitar a reflexão crítica sobre a ação docente, com vistas à produção de conhecimento científico. Os resultados preliminares apontam que o DI tem sido relegado a uma situação de “invisibilidade” no contexto escolar, sujeito a práticas pouco desafiadoras e infantilizantes. Outro agravante nesta relação, refere-se aos conhecimentos lógico-matemáticos, que têm sido suprimidos ou minimizados, em detrimento da leitura/escrita.

Palavras-chave: Ensino de Matemática; Deficiência Intelectual; Educação Especial.

1. Introdução

No Brasil, do total de matrículas no Ensino Fundamental [7], cerca de 460 mil representam alunos público-alvo da Educação Especial. As Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica, Resolução Nº 04 CNE/CEB [3], explicitam em seu artigo 4º, os alunos com deficiência como sendo os que apresentam deficiências de natureza física, intelectual ou sensorial, com transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação.

Dados da Organização Mundial de Saúde [12], apontam que cerca de 3% da população mundial apresenta alguma forma de deficiência intelectual (DI). Esta deficiência pode ser compreendida por “um prejuízo na funcionalidade caracterizada por importantes limitações, tanto no funcionamento intelectual quanto no comportamento adaptativo (conceitual, social e prático)” [6].

A literatura acadêmica tem enfatizado que o DI é ignorado no ambiente da sala de aula; taxado como “desinteressado”, ele é visto como aquele que “não aprende” e/ou “não se esforça” – com isto, sofre atitudes excludentes na comunidade escolar. A concepção construída em torno desta criança enxerga-a sob o prisma das limitações/incapacidades, e nega suas potencialidades [5].

Muitos DI que ingressam no 3º ciclo do EF têm dificuldades para operar conteúdos matemáticos de diferentes campos: aritmética, espaço e forma, grandezas e medidas. Por apresentarem necessidades próprias no domínio das aprendizagens curriculares correspondentes à sua idade, os alunos demandam recursos pedagógicos e metodologias específicas, dinâmicas e motivadoras.

É nesta intersecção que esta pesquisa de doutorado procura se inserir. Tendo por foco a discussão apresentada, este estudo se guia pela seguinte indagação: como as estratégias e recursos diferenciados no ensino de Matemática, ocorrendo em Salas de Recursos Multifuncionais (SRM) têm sido utilizadas, favorecendo os alunos DI a desenvolver suas potencialidades?

2. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo em que participam 04 professoras de Educação Especial, em parceria com 04 professoras do ensino regular, da rede municipal em uma cidade de porte médio do Sudeste Goiano. Optou-se pela pesquisa-ação colaborativa como técnica de pesquisa, justamente por sua ênfase no planejamento, atuação e reflexão sobre a prática, possibilitando a troca de saberes e crenças. Esta abordagem atende à necessidade de se intervir sobre o ambiente, concomitante à produção de conhecimento científico [8] [13].

Para a coleta de dados serão utilizados dois instrumentos: 1) entrevista semiestruturada com as professoras; 2) diário de campo. As entrevistas serão registradas em gravadores e a transcrição seguirá as orientações de [9], destacando entonações e outras marcas da oralidade, imprescindíveis na compreensão do contexto.

Serão utilizados como fontes de dados cópias dos Planos de Atendimento Individualizado, imagens dos recursos pedagógicos confeccionados. A compreensão e problematização dos dados coletados serão feitos a partir da construção de categorias temáticas.

3. Resultados e Discussão

Por se tratar de pesquisa em processo de construção, serão apresentados apontamentos iniciais, suscitados a partir da leitura do referencial teórico. Pesquisas como a de [4] mostram haver um descompasso entre o que ocorre no ensino regular e nas SRM. No primeiro, o DI é relegado a um plano secundário, executando atividades pouco desafiadoras e desconexas do currículo – o entendimento é que o aluno não deve ficar “parado”.

Na contramão da rejeição, mas potencialmente prejudicial, há as práticas superprotetoras; aos olhos de seus docentes, o DI será uma eterna criança, assim, “facilitam” seus desafios, privilegiando jogos e atividades lúdicas e a repetição mecânica de exercícios, infantilizando-os [10]. Assim, enquanto a classe faz um exercício, o aluno DI executa outro – por vezes, improvisado ou desprovido de propósitos educacionais [5].

Já as SRM, como estratégias do Atendimento Educacional Especializado (AEE) [2], orientadas a lançarem mão de recursos e técnicas diferenciadas, na premissa de complementar e/ou suplementar os conceitos e conteúdos defasados no processo de aprendizagem, incorrem em situações parecidas, seguindo por vezes, uma trajetória distinta da classe comum – as atividades oferecidas aos DI não possuem conexão com o que se estuda na classe regular.

O que se constata é que, a despeito das recomendações legais, cada espaço segue rotinas únicas e seus docentes denunciam o isolamento e trabalho solitário [10]. Por que o diálogo entre estes espaços é tão complexo e desarticulado? A colaboração entre os docentes tem-se mostrado uma alternativa frutífera, possibilitando espaços de interações e troca de saberes [5].

Em relação aos conhecimentos lógico-matemáticos, os estudos apontam que estes são completamente suprimidos, minimizados ou descontextualizados. A Matemática é vista pelos docentes como um componente curricular enfadonho e, ao reproduzirem estas concepções, eles transmitem aos alunos suas frustrações – aquela disciplina é sinônimo de sofrimento [1].

Desta forma, não é incomum observar uma hierarquização das atividades de alfabetização em detrimento do raciocínio lógico-matemático, especialmente, nos primeiros Ciclos [11].

4. Conclusões

As escolas, ao manterem um formato conservador de ensino, apenas acentuam a inibição do aluno DI e agravam as dificuldades apresentadas. Ao anteciparem o fracasso do aluno, muitos docentes reforçam as bases da “Pedagogia da Negação” [10]; assim, rejeição e superproteção andam de mãos dadas.

A presença do DI em sala de aula exige uma mudança de atitude de toda a comunidade escolar. Essa mudança passa, sobremaneira, pela inevitável quebra de preconceitos, em direção a um ambiente que inspire acolhimento e respeito. As transformações precisam extrapolar o ambiente da sala de aula e afetar a todos – docentes do ensino regular e educação especial, gestão, equipes das regionais, famílias e demais setores da sociedade.

Referências

- [1] ALSINA I PASTELLS, A. **Desenvolvimento de Competências Matemáticas com Recursos Lúdico-Manipulativos para Crianças de 6 a 12 anos**: Metodologia. 22^a Ed. Curitiba, Base Editorial, 2009.
- [2] BRASIL. Edital nº 01, de 26 de abril de 2007. **Programa de Implantação das Salas de recursos multifuncionais**. MEC/Secretaria de Educação Especial. 2007. Disponível em: <http://www.portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/2007_salas.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2018.
- [3] _____. Resolução nº 4, de 2 de outubro de 2009. **Institui Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica, modalidade Educação Especial**. Brasília: CNE/CEB, 2009.
- [4] CARDOSO, C. R. **Organização do trabalho pedagógico, funcionamento e avaliação no atendimento educacional especializado em salas de recursos multifuncionais**. 2013. 189 fls. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, Catalão, 2013.
- [5] FERRAZ, G. M. Caminhos para a construção de um ensino-aprendizagem colaborativo. In: **Deficiência Intelectual: realidade e ação**. Secretaria da Educação. Núcleo de Apoio Pedagógico Especializado. São Paulo, p. 99-114, 2012.
- [6] GONÇALVES, A.; MACHADO, A.C. A importância das causas na Deficiência Intelectual para o entendimento das dificuldades escolares. In: **Deficiência Intelectual: realidade e ação**. Secretaria da Educação. Núcleo de Apoio Pedagógico Especializado. São Paulo, p. 65-83, 2012.
- [7] INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Sinopse Estatística da Educação Básica 2016. Brasília: Inep, 2017. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-basica>>. Acesso em: 28 mai. 2018.
- [8] KEMMIS, S; WILKINSON, M. A pesquisa-ação participativa e o estudo da prática. In: DINIZ-PEREIRA, J. E. (Org). **A pesquisa na formação e o trabalho docente**. Belo horizonte: Autêntica, p. 43-66, 2008.



[9] MANZINI, E. J. Entrevista Semi-estruturada: Análise de objetivos e de Roteiros. In: **Seminário Internacional sobre Pesquisa e Estudos Qualitativos**, 2, 2004, Bauru. A pesquisa qualitativa em debate. Anais... Bauru: USC, 2004. CD-room

[10] MEC. **A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar.** O Atendimento Educacional Especializado para Alunos com Deficiência Intelectual. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial. Brasília, 2010.

[11] NACARATO, A. M. *et al.* (Org.) **A matemática nos anos iniciais do ensino fundamental.** Tecendo fios do ensinar e do aprender. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

[12] OMS – Organização Mundial da Saúde. **Promoção e Educação da Saúde Escolar, uma perspectiva integral:** marco conceitual e operativo. Washington, 2007.

[13] PEREIRA, E. M. A. Professor como pesquisador: o enfoque da pesquisa-ação na prática docente. In: GERALDI, C.M.G; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E.M.A (Org.) **Cartografias do trabalho docente.** Campinas, Mercado das Letras, p. 153-181, 1998.

Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

Estratégias de Ensino da Matemática com Resolução de Problemas para o Professor do 5º Ano.

Francisco Anailton dos Santos

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
anailtonm@bol.com.br

Juliana Bernardes Borges da Cunha

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
julianabborges@gmaill.com

Resumo. Tendo em vista a melhoria da qualidade do ensino da matemática ao estudante do quinto ano do Ensino Fundamental, esta pesquisa sobre estratégias de ensino da matemática busca compreender o desenvolvimento das atividades entre o professor específico de matemática e o pedagogo, que pode refletir de maneira direta no processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Para tanto, faz-se necessária a verificação da forma que o professor de matemática pode contribuir no processo de ensino do pedagogo, analisar como desenvolver as atividades planejadas com os alunos e apresentar formas de influência de estratégias criativas no processo de ensino. Realiza-se, então, uma pesquisa experimental aplicada com abordagem quali-quantitativa e de método hipotético-dedutivo. Diante disso, verifica-se um crescimento significativo no nível dos alunos, quando o professor pedagogo participa em todo o processo de aplicação, o que impõe a constatação de que o auxílio do professor específico de matemática, à prática pedagógica do pedagogo, trará benefícios no processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: desenvolvimento das atividades; aprendizagem; crescimento significativo.

1. Introdução

O presente trabalho traz uma pesquisa focada na verificação de estratégias que busquem melhorar a qualidade do ensino da matemática ao estudante do quinto ano do Ensino Fundamental. Segundo [4], apenas 39% dos alunos do 5º ano apresentaram aprendizado adequado em matemática na Prova Brasil do ano de 2015, sendo essa, uma avaliação em larga escala do Sistema de Avaliação da Escola Básica – SAEB. É preciso ressaltar também que em [1] é apresentado um gráfico que mostra a pontuação de 2015 sendo a maior média que o Brasil chegou desde 1995, indicando que alunos desta etapa apresentam dificuldades no aprendizado da matemática.

A proposta desta pesquisa é de analisar um trabalho de base, visando a preparação do aluno antes dele chegar ao sexto ano, etapa a qual, ele se deparará com um professor específico de matemática. A pesquisa está norteada na seguinte questão: “Será que o auxílio do professor específico de matemática, à prática pedagógica do pedagogo, trará benefícios no ensino aprendizagem dos alunos?”.

O objetivo principal é compreender como o desenvolvimento de atividades planejadas, entre o professor de matemática e o pedagogo pode refletir no ensino aprendizagem dos alunos. A aplicação direta da pesquisa é direcionada ao professor do quinto ano, com minicursos, planejamento em conjunto e amostras em sala de aula. Há também, um acompanhamento semanal dos efeitos produzidos no aprendizado dos alunos, uma ação conjunta do pesquisador, o professor específico de matemática, juntamente com o professor pedagogo.

[3] defende que o professor precisa estar constantemente atualizando a sua prática e predisposto à mudanças. A viabilidade da proposta desta pesquisa está no fato de que ela poderá verificar se a visão do professor específico de matemática acrescentará ao pedagogo,

que lida com o aluno do quinto ano, um direcionamento a mais no que tange a sua prática no ensino da matemática.

2. Metodologia

A metodologia utilizada na pesquisa foi de “Aplicação”, dispondo-se de atividades no decorrer de um semestre letivo. A partir da escolha de duas escolas de Ensino Fundamental, uma com duas turmas de 5º ano e outra com uma turma. Foi ministrado um minicurso, a todos os professores de ambas as escolas, para divulgar a proposta da pesquisa e verificar quais professores pedagogos aceitariam participar da sua aplicação.

O minicurso teve duração de quatro horas e foi dividido em quatro momentos. Um momento inicial, com a apresentação de um vídeo motivacional para professores, seguido de uma reflexão sobre a atividade do educador. No segundo momento, o pesquisador apresentou resultados da Prova Brasil e informações constantes em [4] que indicam a defasagem do ensino da matemática a nível nacional, estadual e municipal, enfatizando que a proposta da pesquisa era a de verificar a possibilidade de uma contribuição para modificar os próximos resultados.

No terceiro momento, apresentou-se aos professores uma situação problema, com nível de 5º ano e sugestões de enfrentamento para solucioná-la. E no quarto momento direcionou-se uma atividade contendo 10 problemas propostos para serem resolvidos em grupos e ao final foi aberta uma discussão sobre os caminhos escolhidos.

A pesquisa iniciou-se com a verificação do nível que os alunos chegaram ao quinto ano, a amostra inicial foi coletada na “Abordagem Quantitativa”, em uma prova de oito questões abertas, valendo um ponto cada uma, para verificar a habilidade de solucionar problemas matemáticos envolvendo operações básicas, e dez questões objetivas variadas, valendo 0,2 cada uma, para verificar conhecimentos básicos trazidos da série anterior em geometria, valor posicional numérico, identificação de gráficos simples e tabelas. E para observar se o pedagogo gostava de ensinar matemática, a coleta da amostra foi na “Abordagem Qualitativa”, era um questionário com várias perguntas sobre a matemática e seu ensino para ser utilizado ao final da pesquisa em comparação com futuras respostas.

Após os levantamentos dos primeiros dados, uma vez por semana, havia um planejamento em conjunto e as dúvidas do pedagogo(a) com relação aos conteúdos de matemática eram discutidas com o professor de matemática, que apresentava sugestões de como se trabalhar os conteúdos. Semanalmente, havia uma atividade avaliativa com os alunos, para verificar se as estratégias sugeridas surtiram o efeito esperado. Havia também, um replanejamento para trabalhar as habilidades não desenvolvidas na atividade anterior e propor novas habilidades a serem trabalhadas nas próximas atividades.

Foram utilizadas técnicas como jogos, brincadeiras, competições fora de sala, trabalhos com fichas, dinâmicas de grupos e monitoria para o desenvolvimento do trabalho. Sempre buscando a criatividade para incentivar a construção do conhecimento de uma maneira agradável e proporcionar o aprendizado ao aluno de maneira lúdica. De acordo com [2] os jogos auxiliam na proposição de problemas favorecendo a criatividade das estratégias para solucioná-los.

Ao final do semestre foi aplicada uma avaliação escrita, com dez questões abertas, todas em forma de problemas envolvendo operações básicas, números fracionários e números decimais para verificar o que foi aprendido durante o trabalho. E outro questionário para o pedagogo responder sobre a contribuição desta pesquisa na sua prática pedagógica.

3. Resultados e Discussão

Duas escolas aceitaram a aplicação da pesquisa, e ao todo, três professores concordaram inicialmente em participar. Na escola 1, foram dois professores, que serão apresentados aqui como professor A e professora B. Na escola 2, com uma professora que será indicada como professora C.

É preciso destacar alguns fatores que foram relevantes para a análise desta pesquisa. A escola 1 foi satisfatoriamente receptiva e aceitou a aplicação da pesquisa. A direção foi prestativa e a coordenação proporcionou todo o apoio necessário. Os professores tinham um turno para coordenar e isso era bem favorável à pesquisa. A escola 2, também aceitou a aplicação da pesquisa, porém, a professora pedagoga não tinha horário suficiente para coordenar e disponibilizava de apenas 40 minutos durante a semana para preparar todo o seu trabalho, então, ela decidiu não dar continuidade aos planejamentos com o professor de matemática.

Torna-se importante destacar outro ponto quanto ao compromisso e dedicação dos professores participantes da pesquisa. O professor A aceitou o trabalho com a sua turma, combinou que iria colaborar, mas não mostrou toda a abertura para coordenação em conjunto. Sugeriu que o pesquisador fizesse amostragens de atividades em sua sala, porém, ele nem sempre estava presente.

A professora B aceitou a pesquisa na sua turma, combinou e colaborou em todo o processo de aplicação, trouxe suas dúvidas de matemática para momentos de estudo, aplicou todas as etapas propostas, estava presente nas amostragens em sua sala e deu continuidade na aplicação com seus alunos.

A professora C, inicialmente aceitou a aplicação na sua turma, mas quando percebeu que o volume de trabalho era grande, achou inviável dar continuidade e combinou de apenas fazer as avaliações iniciais e finais com seus alunos.

As avaliações valiam 10 pontos, como eram provas abertas, o pesquisador aceitou como “Resultado Favorável - RF”, aquele em que o aluno conseguisse atingir 5,0 ou mais pontos, o que seria suficiente para observância das estratégias de solução adotadas por cada aluno. Segundo [5] o professor deve definir e explicitar que critérios ele considera na avaliação.

Na avaliação inicial da turma A, de 24 alunos, apenas 3 obtiveram RF, 12,5%. E na última avaliação, 6 alunos conseguiram RF, 25%. Com isso, a turma A não mostrou a viabilidade da proposta desta pesquisa.

Na avaliação inicial da turma B, apenas 1 aluno apresentou RF, dos 20 que fizeram a primeira avaliação, representando 5%, e no decorrer do processo mais 5 alunos foram acrescentados à turma, estes também fizeram uma avaliação inicial e mais um aluno conseguiu RF modificando o resultado inicial para 8%. Na verificação final, de 25 alunos, 20 deles obtiveram RF, 80%. Mostrando uma boa confirmação do objetivo desta pesquisa.

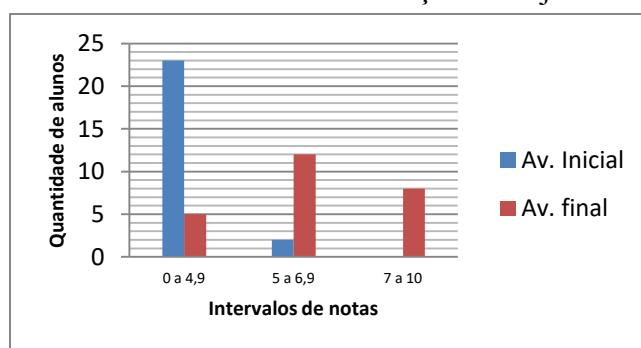


Gráfico 1: Representação da quantidade de alunos em intervalos de notas da turma B.

Na avaliação inicial da turma C, dos 16 alunos que participaram, 2 deles, 12,5%, conseguiram RF, e na avaliação final também foram 2 alunos que conseguiram RF, permanecendo o mesmo percentual.

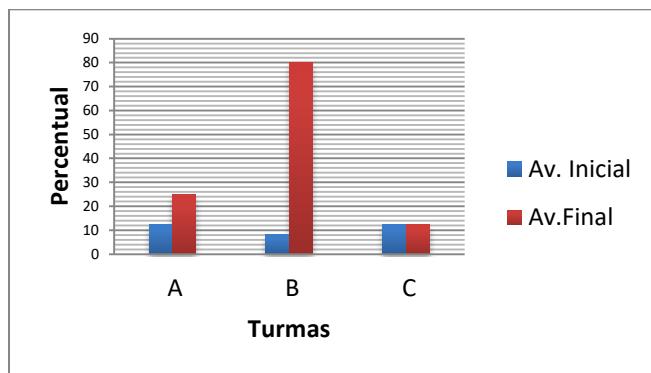


Gráfico 2: Representação percentual de Resultados Favoráveis em cada turma.

Nos questionários, os pedagogos disseram que já gostavam de ensinar matemática, mas assumiram que tinham dificuldades para serem sanadas, e que a pesquisa trouxe uma boa contribuição para suas práticas pedagógicas.

4. Conclusões

Com base nos resultados apresentados, faz-se inegável a relevância da proposta desta pesquisa, desde que haja compromisso da escola que aceitar a sua aplicação, dando o apoio necessário, e do pedagogo, participando dos treinamentos, aplicando em sala de aula e colaborando com o professor específico de matemática.

Pelos resultados quantificados neste trabalho, tornou-se observável que o auxílio do professor específico de matemática, à prática pedagógica do pedagogo, poderá trazer benefícios significativos ao ensino e aprendizagem dos alunos. Recomenda-se uma divulgação desta proposta bem como sua aplicação em escalas maiores.

Referências

- [1] BRASIL, Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, **Resumo dos Resultados do SAEB**, 2015, Disponível em: download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/aneb_anresc/resultados/resumo_dos_resultados_saeb_2015.pdf, pp.7, Acessado em: 09 de agosto de 2018.
- [2] BRASIL, Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Fundamental, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**, Brasília, DF: MEC/SEF, 1998, p.22.
- [3] FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996, p.26.
- [4] FUNDAÇÃO LEMANN E MERITT (2012), **Aprendizado dos Alunos: Brasil**, Disponível em www.qedu.org.br/brasil/aprendizado, Acesso: 09 de agosto de 2018.
- [5] PERES, Andreia Tomé Dias. **O Uso de Critérios de Avaliação na Resolução de Problemas**, Dissertação de Mestrado em Educação, Área de Especialização em Didática da Matemática, Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, 2012, p.35-44.



Investigação Matemática Com a Robótica Educacional: Uma Experiência Com Lançamento de Projétil

Alessandra Carlos de Souza

Graduanda de Matemática

Universidade Federal de Goiás

Alessandrasouza6178@gmail.com

Beatriz Siqueira Ribeiro

Graduanda de Matemática

Universidade Federal de Goiás

Beatriz_ribeiro15@hotmail.com

Hernany Henrique Marques de Souza

Graduando de Matemática

Universidade Federal de Goiás

Hernany_henrique@hotmail.com

Christiane da Fonseca Souza

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás

crhifssouza@gmail.com

Fernando da Costa Barbosa

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás

fcbarbosa@ufg.br

Resumo. Este artigo trata-se de um relato de uma atividade realizada no programa PIBID, realizado na Universidade Federal de Goiás, com alunos de 6º e 7º ano de uma escola situada na Cidade de Catalão. As aulas ocorreram em duas sextas feiras seguidas, onde na primeira aula os alunos realizaram a montagem do protótipo, e na segunda realizaram uma atividade proposta envolvendo programação e controle do robô. Neste dia em especial a atividade tinha como objetivo final uma competição de tiro ao alvo usando catapulta. Através das tecnologias e de uma atividade lúdica, aproximamos as crianças de um mundo de investigação, onde puderam brincando vivenciar um pouco do rigor científico, desenvolvendo seus conhecimentos matemáticos, científicos, históricos e tecnológicos.

Palavras-chave: Robótica Educacional, PIBID, Matemática, Catapulta.

1. Introdução

O avanço da tecnologia traz vários benefícios para nosso cotidiano, pois nos oferece melhores condições de desenvolvimento. As tecnologias estão presentes em diversas áreas como na medicina, comunicação, na agrícola e inclusive na educação. Contudo, o maior desafio para os educadores é a integralização da tecnologia no meio educacional, buscando a melhor forma de desenvolvê-la em diferentes formas de ensino-aprendizagem.

Trabalhar com as tecnologias da informação e da comunicação (TIC) na Educação é continuar buscando aprimorar as ferramentas educativas que possibilitem tornar os professores produtores de saberes em diferentes ambientes de ensino e de aprendizagem. (BARBOSA, 2016, p.20)

O PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) é uma iniciativa do governo, para estudantes da licenciatura. O projeto tem como objetivo promover a inserção dos estudantes no contexto das escolas públicas desde o início da sua formação acadêmica, para que desenvolvam atividades didático-pedagógicas sob orientação de um docente da licenciatura e de um professor da escola, entre vários de seus benefícios, pode-se citar que o programa possibilita ao bolsista ter uma experiência e aperfeiçoamento dos estudos teóricos vistos em sua formação, além de proporcionar valorização na formação destes futuros professores.

O Programa Institucional de bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) surgiu como uma nova proposta, que tem como um dos objetivos valorizar e incentivar o magistério e possibilitar aos acadêmicos dos cursos de licenciatura a participação em experiências metodológicas e práticas docentes inovadoras. (LOUREIRO, 2010, p.2)

O programa concede bolsas a alunos de licenciatura participantes de projetos de iniciação à docência, desenvolvido por Instituições de Educação Superior (IES) em parceria com escolas de educação básica da rede pública de ensino. Em cada IES o programa possui seus subprojetos, na Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, o subprojeto de Matemática tinha viés para o desenvolvimento de ações com base nas tendências da Educação Matemática, em especial tecnologias no ensino e aprendizagem.

Por meio do PIBID, tivemos a oportunidade de aprender e aplicar uma metodologia de ensino-aprendizagem, a Robótica Educacional (RE), buscando fugir do ensino convencional da matemática baseado na padronização e metodologias antigas.

Nossa visão do que deve ser a integração das tecnologias da informação e comunicação no processo de trabalho educativo com a robótica e relativo ao ensino e aprendizagem da Matemática, ou seja, precisamos nos apropriar das tecnologias, para o desenvolvimento humano, capazes de criar, questionar, investigar, estabelecer conexões de conhecimento, produzir e ser independentes em sua vida. (BARBOSA, 2016, p.20)

Assim, através da Robótica pode-se desenvolver uma prática diferenciada no ensino, de forma que a mesma atue como uma potencializadora da aprendizagem da Matemática, através de um espaço lúdico e objetivo, permitindo um desenvolvimento dinâmico e eficaz.

2. Metodologia

O artigo em questão é um relato de experiência de uma atividade que foi desenvolvida por bolsistas do PIBID, do curso de matemática da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, este subprojeto ocorre todas as sextas feiras as 14 horas, com duração de 2 horas e 30 minutos. O subprojeto contou com a participação de 12 alunos de 6º e 7º ano do ensino fundamental, sendo estes alunos da escola parceira, além de 7 bolsistas e um professor orientador. Em uma dessas aulas realizadas no subprojeto, ocorreu a atividade que será relatada a seguir.

De início, foi apresentada aos alunos, uma breve introdução sobre o que é a catapulta, sua história e sua origem, por meio de slides, contendo diversas imagens com representações de variados tipos de catapultas. Logo em seguida, a turma foi dividida em 3 grupos compostos por 4 integrantes e sob orientação dos bolsistas envolvidos, os alunos iniciaram o processo de montagem seguindo um passo a passo a partir de manual adquirido junto com os kits pela Universidade, via projeto. Os alunos iniciaram a construção do protótipo utilizando o kit LEGO® Mindstorms. Após concluírem a construção da mesma, os alunos foram desafiados a programar a catapulta de forma livre, para que pudessem ver a finalidade para qual foi desenvolvida.

Na aula seguinte, os alunos trabalharam novamente com a programação livre, durante o processo desta, fomos instigando os alunos para que fosse alternando as forças. O objetivo era

investigar e como o robô regia a cada programação. Em seguida foi proposta uma atividade na qual trabalhou-se conteúdos de matemática com: Figuras geométricas, ângulos e ponto médio. Além desses, também de forma intuitiva, conceitos físicos como: Força, velocidade e distância. Conhecimentos estes, que os alunos já haviam em sua grande maioria, estudado em sala de aula no ensino regular.

Umas das questões que os alunos demonstraram mais interesse em resolver, foi a que envolvia descoberta da altura máxima que o projétil atingia numa determinada distância. Nesta investigação, foi necessário a utilização de tinta, papel cartolina e fita métrica. Para encontrar a altura que o lançamento alcançava, foi fixada uma cartolina na parede e demarcado no chão com a utilização de fita uma distância para que fosse realizado o lançamento. Os alunos molhavam o projétil que iria ser arremessado com tinta, em seguida faziam um lançamento (Figura 1) do mesmo em direção da cartolina, obtendo assim uma marca da altura que o objeto alcançou em uma determinada distância, conseguindo com o auxílio de uma fita métrica encontrar a altura alcançada.



Figura 1: Aluna preparando o robô para executar a atividade.

Para finalização da aula com catapulta, realizamos uma competição de tiro ao alvo, onde utilizando os conhecimentos de programação, construídos através da atividade anterior. Assim, eles programaram seus robôs para que o projétil da catapulta atingisse o alvo (Figura 2) o mais próximo possível do centro, onde se localizava a maior pontuação.



Figura 2: Explicação do desafio pelo bolsista.

Para tanto, os grupos se prepararam para a competição, utilizando tintas e balões coloridos para diferenciar as equipes. Após toda a preparação concluída, foi explicado as regras da

competição e esclarecido aos alunos que a dinâmica era uma forma de lúdica, de aprimorar o pensamento e as investigações realizadas anteriormente, ou seja, que através da análise dos erros desenvolver uma conjectura sobre o funcionamento do robô, de forma a alcançar os objetivos propostos na atividade.

3. Resultados

Ao planejar a atividade descrita, esperava-se que os alunos encontrassem uma certa dificuldade para realizar o desafio proposto, porém ao aplicar essa atividade juntamente com a competição, pode-se notar a grande envolvimento dos alunos, por se tratar de uma atividade lúdica, tecnológica e diferente em relação ao cotidiano da escola dos envolvidos. Outro ponto que podemos destacar é que os alunos conseguiram fazer relação com os conhecimentos matemáticos abordados na atividade proposta, elemento necessário a conclusão da atividade.

No momento da competição, pode-se notar o interesse dos alunos em usar os conceitos abordados nas atividades anteriores, que foram necessários para que conseguissem o melhor desempenho da catapulta durante a competição, ou seja, atingir o alvo e obter maior pontuação. Infelizmente alguns conhecimentos sobre lançamento de projétil ficou apenas no intuitivo.

4. Conclusões

A utilização da robótica como um instrumento de aprendizagem de matemática, auxilia no despertar do interesse do aluno, pois ela permite que o aluno aprenda de uma forma diferente e ao mesmo tempo divertida. Após a realização de algumas aulas que foram desenvolvidas no decorrer do projeto, nós bolsistas, observamos a necessidade de trazer para a turma um desafio diferente do que estavam acostumados a trabalhar, assim, decidimos elaborar uma proposta de atividade e para finaliza-la, acrescentamos a competição de tiro ao alvo.

No desenvolvimento deste desafio, os alunos se mostraram ainda mais interessados, pois a competição que foi realizada na finalização da aula, os incentivaram a desenvolver com mais precisão o exercício proposto, além de promover a união entre as equipes. Com isso pode-se observar a grande influência da robótica no ensino, por ser lúdica e também um instrumento facilitador que proporciona uma enorme liberdade dando espaço para o ensino de vários tipos de conteúdo.

Referências

- [1] BARBOSA. FERNANDO C. **Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens.** UFU, Uberlândia- MG, 2016.
- [2] LOUREIRO. DANIEL Z. **PIBID - Uma Interseção de Conhecimentos Entre a Realidade Escolar e a Universidade.** UniOeste, Cascavel-PR,2010.

Responsabilidade Autoral

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

Matemática com Tecnologias: Cubo de Rubik e Robótica

Cassiano Marques Barbosa

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás

cassianomarbo@gmail.com

Alexandre Henrique Afonso Campos

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Uberlândia

camposalexandreh@gmail.com

Fernando da Costa Barbosa

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás

fcbarbosa@ufg.br

Resumo. Este projeto de pesquisa busca compreender o processo de educação matemática e tecnológica, dos alunos do nono ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal de Uberlândia, via o desenvolvimento do projeto com cubo de Rubik. A presente proposta de projeto é de natureza aplicada com abordagem qualitativa empregando-se o estudo de caso. Como procedimento técnico, buscar-se-á desenvolver a análise das informações resultantes de três cenários principais, que apesar de estarem particionados em módulos, estão interligados por diversas fontes de recursos sendo a questão fundamental, que permeia todos eles, motivada pelo desenvolvimento do ensino aprendizagem, com viés científico-metodológico, dos saberes referenciados ao cubo de Rubik. O primeiro cenário tem como foco o desenvolvimento de saberes e experiências acerca de recursos e atividades lúdico manipulativas com o cubo de Rubik – material lógico estruturado: bloco lógico. O segundo cenário visa a uma reflexão sobre como reconhecer a arte de saber resolver o cubo de Rubik e os saberes proporcionados por esta experiência, associando estes, de forma intrínseca, aos problemas matemáticos e suas soluções. O terceiro cenário está relacionado a vivências proporcionadas ao uso de kit's de robótica Lego e Arduíno: estabelecer relações entre os participantes através do trabalho em coletividade, além de desenvolver um trabalho educativo por meio de ferramentas tecnológicas de modo a apropriar-se destas tecnologias; motivados pela construção de robôs capazes de solucionar o cubo de Rubik.

Palavras-chave: Cubo de Rubik; Matemática; Tecnologias; Escola Pública.

1. Introdução

De acordo com [2], o ensino fundamental se alicerça sobre um pilar que estrutura toda a construção do conhecimento:

inserção de todos que buscam conhecimento à equidade social; sendo esta conquistada quando o ser social, desde a infância, recebe estímulos que facilitem seu desenvolvimento pleno na vida em sociedade. A escola enriquece e também propicia estas relações, não sendo a única instituição responsável para se atingir tamanho desafio.

Neste processo, as instituições família e estado são fundamentais na formação de um ser social a cidadania. Entenda por família, o grupo social cuja característica principal são os laços fraternos, independentemente de sua constituição em estrutura tradicional (pai, mãe, filho).

Não obstante das responsabilidades até aqui mencionadas focar-se-á, a partir de agora, nas unidades de ensino e na formação da cidadania.

De acordo com o [2] e [3], a inserção em novas tecnologias e linguagens na formação dos estudantes produz um profissional com novas competências, e isto vem ao encontro das novas

demandas da sociedade. “Essas novas relações entre conhecimento e trabalho exigem capacidade de iniciativa e inovação e, mais do que nunca, “aprender a aprender””. Em consonância com as experiências vividas na Educação infantil, dever-se-á promover uma capacidade de interagir com o mundo, de forma inovadora, buscando formular hipóteses sobre fenômenos, proporcionando a capacidade de “uma atitude ativa na construção do conhecimento”. Deste modo, o trabalho individual deve ser reconhecido e favorecido, mas o trabalho coletivo se sobrepõe a este.

A da participação construtivista do estudante, e as orientações do professor, favorecem uma aprendizagem mais efetiva. Interiorizar conceitos, e não simplesmente decorá-los, é mais eficaz na formação da cidadania.

A construção da cidadania, em uma perspectiva escolar, pressupõe a valorização da cultura local, buscando paralelamente a esta, a superação dos limites, propiciando aos indivíduos de diversos “grupos sociais, o acesso ao saber, tanto no que diz respeito aos conhecimentos socialmente relevantes da cultura brasileira no âmbito nacional e regional como no que faz parte do patrimônio universal da humanidade” [2].

Neste sentido, é necessário a busca pela compreensão de novas tecnologias bem como explorar suas múltiplas possibilidades e aplicabilidade na construção de ferramentas tecnológicas atreladas a diversos métodos de ensino, de forma a se ter novos recursos de ensino. Um dos pilares da formação do cidadão consciente e crítico, é a busca pela compreensão de quais tecnologias estão presentes em cada momento de seus dias e que estão em consonância com a construção da sociedade. Possibilitar, por meio de tecnologias, o desenvolvimento de educandos inserindo-os cada vez mais na vida em sociedade, tornando-os capazes de interagir em grupo com um objetivo comum: em diversos contextos, posicionar-se perante diversas situações, propor soluções, (re)avaliar resultados obtidos e fazer autocríticas buscando o seu desenvolvimento pessoal e consequentemente o da sociedade em que está inserido; meios que facilitam a formação de cidadãos “conscientes e críticos”. Como facilitador desse aprimoramento da sociedade entra o educador, em que seu papel é encurtar a distância entre a educação escolar e a evolução tecnológica de forma a encorajar a formação de educandos dinâmicos aptos a vida em sociedade.

Tem-se, por exemplo, hoje na robótica educacional um novo caminho. Segundo [1], em um trabalho com robótica educacional e “precisa de cuidados na forma metodológica, avaliativa, para evitar que, ao invés de aproximar, a tecnologia afaste o sujeito dela. Neste sentido esse assunto precisa de mais reflexão”.

Deste modo, a busca de recursos que possibilitem novos saberes e a análise e reflexão do impacto que estes recursos trazem para as relações de ensino aprendizagem se mostram como uma necessidade constante no campo da pesquisa. Neste projeto de pesquisa optou-se por trabalhar com o cubo de Rubik como atividade motivadora observando não só suas características como instrumento prático de orientação, mas também pelos amplos recursos que podem ser explorados por meio deste quebra cabeça. Este projeto de pesquisa apoia e compartilha informações em parceria com outro projeto que está acontecendo em grande parte das escolas da rede municipal de Uberlândia. O projeto parceiro ensina aos alunos os métodos de resolução do cubo. As atividades proporcionadas pelo projeto citado são fontes de informação para análise do primeiro cenário deste projeto de pesquisa.

2. Metodologia

Este projeto caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de acordo com [4], a pesquisa desta natureza é “um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos, cujo centro organizador é o modelo que o pesquisador desenvolve e em relação ao qual as diferentes informações empíricas adquirem significados”.

Pretende-se colocar este projeto em prática em uma Escola Municipal do município de Uberlândia. O espaço físico utilizado na escola onde pretende-se realizar as atividades sobre cubo de Rubik, lógica matemática e robótica é o laboratório de informática, espaço este capaz de oferecer suporte de informação e conhecimentos atualizados a qualquer momento via internet.

Propõe-se três cenários principais, que apesar de estarem particionados em módulos, estão interligados por diversas fontes de recursos sendo a questão fundamental, que permeia todos eles, motivada pelo desenvolvimento do ensino aprendizagem, dos saberes referenciados ao cubo de Rubik.

O primeiro cenário teve como foco o desenvolvimento de saberes e experiências acerca de recursos e atividades lúdico manipulativas com o cubo de Rubik – material lógico estruturado: bloco lógico. A curiosidade em solucionar este quebra cabeça remete os jovens a um ambiente explorador. Os caminhos para se obter uma combinação final, cuja lógica base são as combinações das cores das faces do cubo, permeia diversos caminhos-soluções. Neste cenário, um projeto de pesquisa sobre cubo de Rubik que está sendo aplicado nas escolas da rede municipal de ensino de Uberlândia foi agregada de forma parceira.

O segundo cenário visa uma reflexão sobre como reconhecer a arte de saber resolver o cubo de Rubik e os saberes proporcionados por esta experiência, associando estes, de forma intrínseca, aos problemas matemáticos e as suas possíveis soluções.

O terceiro cenário está relacionado a vivências proporcionadas pelo uso de kit's de robótica Lego e Arduíno: estabelecer relações entre os participantes através do trabalho em coletividade, além de desenvolver um trabalho educativo por meio de ferramentas tecnológicas de modo a apropriar-se destas tecnologias; motivados pela construção de robôs capazes de solucionar o cubo de Rubik.

No sentido de construir ambientes coletivos de aprendizagem, que não sejam os cenários citados anteriormente, será criado um grupo para divulgações de saberes via celular, utilizando-se do aplicativo *whatsapp*. Deste modo, os jovens participantes poderão expor suas produções, dúvidas e aprendizagens a toda a equipe do projeto, permitindo uma comunicação mais abrangente e dinâmica das conquistas cognitivas que ocorrem após a saída dos jovens dos contextos de pesquisa, em suas casas, em seus momentos de refletir sobre e aplicar as experiências vivenciadas.

3. Resultados e Discussão

Descrever a cultura constituída na escola referente aos processos que permeiam as atividades desenvolvidas utilizando-se do cubo de Rubik e da robótica, é um dos objetivos deste projeto. Conhecer e entender a dinâmica de aprendizagem referente a estes aprendizados com viés tecnológicos e lúdicos é a proposta em questão. Além de apresentar a análise dos produtos resultantes das atividades com robótica educacional no cotidiano da escola, bem como os saberes e conhecimentos construídos e trabalhos com e pelos alunos.

No ano de 2017 desenvolveu-se, em um primeiro momento, esta pesquisa. Com a parceira de um projeto desenvolvido pelo professor Alexandre em algumas escolas da Prefeitura Municipal de Uberlândia. Iniciou-se com 17 alunos e teve em média 8 alunos participando, terminando esta etapa com 4 alunos. Houve um período em que o projeto não foi aplicado. Supõe-se que em decorrência disso, o número de alunos reduziu a esta quantidade. Mas independentemente deste fato em questão, o que se observou de maneira geral foi um ganho significativo no aspecto lógico matemático propiciado pelo desenvolvimento lúdico dos saberes pertinentes ao cubo de Rubik. Como os alunos tinham livre acesso ao Cubo de Rubik, observou-se que a cada interação com o quebra-cabeças, o aluno se tornava cada vez mais veloz em sua resolução.

Diversos foram os apontamentos levantados durante a aplicação desta pesquisa, buscando melhorar a associação dos saberes que permeiam o cubo de Rubik aos cenários propostos. Decorrentes destes apontamentos, será reaplicada a pesquisa no ano corrente de 2018, buscando um novo olhar sobre estes cenários. Buscando os seguintes benefícios aos participantes do projeto: Inclusão digital; acesso ao trabalho educativo de educação tecnológica; trabalho interdisciplinar; comunicação; observar e reconhecer, pela curiosidade, investigação e argumentação, as características tecnológicas dos objetos, dos materiais, das ferramentas e dos recursos tecnológicos; utilizar e consumir de forma crítica e consciente as tecnologias; solucionar problemas através dos procedimentos de investigação científica; construção e verificação de hipóteses e análise de resultados; aprender conhecimentos sobre linguagem e vocabulários específicos para utilização de materiais tecnológicos no cotidiano; realizar atividades de forma autônoma, responsável e criativa; pesquisar, selecionar e organizar informação e transformá-la em conhecimento; trabalhar de forma coletiva; resolver problemas cotidianos; refletir sobre o uso da tecnologia, avaliando os impactos para o ambiente e a sociedade; desenvolvimento de capacidades de investigação e autonomia em pesquisas e projetos e desenvolvimento de raciocínio lógico, memória e observação.

4. Conclusões

Entender os processos formativos em relação aos projetos associados ao lúdico, não só disponibiliza uma gama de possibilidades de aplicações aos conteúdos matemáticos de maneira geral possibilita, também, a formação de cidadãos engajados com a vida em grupo. Desenvolver-se de forma atuante nos grupos sociais são condições cada vez mais necessárias em nossa sociedade. A escola não é vista somente como difusora de conhecimentos, mas também como meio de socialização onde diversos grupos se encontram e reencontram refazendo-se de diversas maneiras.

Referências

- [1] BARBOSA, Fernando da Costa. *Rede de Aprendizagem em Robótica: Uma perspectiva educativa de trabalho com jovens*. 2016. 366 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17564/1/RedeAprendizagemRobotica.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2017.
- [2] BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 20 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 05 jun. 2017.
- [3] BRASIL. Resolução CNE/CP Nº 2, de 22 de dezembro de 2017. Ministério da Educação – Conselho Nacional de Educação. Brasília: MEC/SEF: 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79631-rcp002-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 05 jul. 2018.
- [4] REY, Fernando. González. *Pesquisa Qualitativa e Subjetividade: os processos de construção da informação*. [Tradução Marcel Aristides Ferrada Silva]. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

Responsabilidade Autoral

“O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho”.

Matemática e Tecnologia: uma proposta de articulação interdisciplinar no ensino fundamental

Inês Naves Cunha de Oliveira

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás
inesncoliveira@outlook.com

Thiago Porto de Almeida Freitas

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás
tpportto@gmail.com

Matemática e Tecnologia: uma proposta de articulação interdisciplinar no ensino fundamental

Resumo. Este trabalho apresenta uma proposta de reflexão acerca do tema central discutido e analisado no Projeto Matemática e Tecnologia: uma proposta de articulação interdisciplinar no ensino fundamental. Trata-se de um projeto de articulação interdisciplinar para auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes do ensino fundamental na disciplina de matemática, por meio de atividades integradas com os conteúdos de Língua Portuguesa, Arte e História, e do uso do software GeoGebra. Para o desenvolvimento desta proposta foi escolhido como tema central a construção geométrica das bandeiras do Brasil, do Estado de Minas Gerais e do município de Uberlândia, tanto manualmente quanto utilizando o referido software. Nas atividades programadas propõe-se o uso de textos das legislações específicas para a confecção de cada uma das bandeiras, o histórico de idealização e significação dos elementos constantes de cada uma delas e, a partir deste estudo, desenvolver o conteúdo matemático implícito nestes desenhos (em especial aqueles relacionados à geometria), culminando com a construção destas figuras no GeoGebra, possibilitando o envolvimento e o desenvolvimento dos estudantes participantes.

Palavras-chave: Matemática; Aprendizagem; Interdisciplinaridade; GeoGebra.

Introdução

A escola, na pessoa do professor, busca mecanismos nos quais a exploração do conteúdo matemático saia do ensino tradicional e fragmentado que, na maioria das vezes, não contribui para que o estudante perceba a relação entre outras disciplinas e a matemática.

Além disso, com o advento da tecnologia e o progresso acelerado dos meios de informação e conexão virtual, a escola passa por um momento delicado, uma vez que a dinâmica e as estruturas físicas e pedagógicas não acompanham as mudanças impostas cotidianamente pelo avanço da sociedade. Com o desenvolvimento e barateamento da tecnologia nos últimos anos, principalmente com a popularização da informática e da internet, as pesquisas e trabalhos escolares, que há mais ou menos vinte anos atrás, enchiham cadeiras e mesas de bibliotecas, hoje podem ser realizadas em qualquer momento e lugar. Tablets e smartphones por exemplo, auxiliam no trabalho, na aquisição de conhecimentos e na diversão.

Desta forma, surgem discussões no âmbito da escola sobre as práticas pedagógicas desenvolvidas, enfatizando a necessidade e a existência de propostas alternativas de ensino que sejam motivadoras e estimulantes para o estudante, inclusive o uso de ferramentas tecnológicas

que estão ao seu alcance, propiciando desafios e incentivando-os à prática de investigação e da associação dos vários saberes entre si.

Nesta perspectiva, surgem indagações acerca de quais métodos ou técnicas de ensino seriam mais eficazes para contribuir de forma efetiva com o aprendizado dos alunos na conjuntura atual, entre elas, a adoção da prática interdisciplinar e quais seriam os resultados obtidos tanto no que se refere à aprendizagem dos alunos quanto nas relações dentro da interação escolar (professor e aluno e alunos entre si)

A partir da experiência profissional e da observação feita ao longo dos anos em sala de aula, surge a proposta de desenvolver, no Ensino Fundamental, um plano de trabalho interdisciplinar, no qual o envolvimento de profissionais de outras áreas que possam contribuir com o conhecimento específico acerca de um tema proposto e, também, a inserção de ferramentas computacionais, softwares alternativos na elaboração e resolução de atividades que motivem o estudante a buscar e construir o seu aprendizado.

A intenção deste artigo é colaborar para reflexão e diálogo consistente acerca da prática interdisciplinar em sala de aula, e será restrito a apresentação de uma revisão bibliográfica em relação ao tema “Interdisciplinaridade” e à descrição sintética do projeto interdisciplinar a ser desenvolvido com 03 (três) turmas de sexto ano do Ensino Fundamental, numa escola pública, a partir do tema “Bandeiras”, utilizando o GeoGebra.

Referencial Teórico

A escola, mais especificamente a sala de aula, ainda é um local propício para a aprendizagem. A necessidade atual das áreas de aplicação daquilo que se aprende dentro do ambiente escolar, aponta para um novo modelo de educação que sai das práticas tradicionais de ensino para uma nova proposta de globalização do saber e da inter-relação dos vários currículos independentes, para que o estudante perceba que o conhecimento possui uma estrutura única.

A matemática, neste modelo de aprendizagem fragmentado, tem sido por muito tempo a disciplina com a qual alguns, ou talvez a maioria, dos estudantes não tem tido um bom relacionamento, talvez pelo fato de que, deste modo, é exigida maior capacidade de memorização e menos capacidade de interpretação, entendimento de resolução de situações-problema, ou talvez por não perceberem a sua presença ou a sua utilidade em outras áreas que não seja a de ciências exatas. Esta é uma das discussões que aparecem na introdução dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática [3].

No aspecto didático, o ensino de matemática ainda continua bastante formal e centrado em memorização de regras e fórmulas, fazendo com que se distancie daquilo que o estudante espera e necessita para sua vivência cotidiana, não sendo explorado a interpretação e o uso do raciocínio lógico dedutivo na resolução de situações-problema em sala de aula, que se assemelham com as que ele vivencia na prática. Na verdade, existe uma dificuldade grande por parte dos estudantes em associar a teoria à prática, principalmente no estudo da matemática.

Uma das possibilidades de sair fora da realidade repetitiva de uso de quadro, giz e do livro didático é o professor propor aos estudantes questionamentos que envolvem o seu cotidiano e, a partir deles, inserir o conteúdo desejado através de atividades que necessitem do conhecimento prévio de outros conceitos que não estejam relacionados à matemática, especificamente, mas relacionados a outras disciplinas, que estimularão sua capacidade criativa e investigativa.

De acordo com Ivani Fazenda [4], a proposta de Interdisciplinaridade, conceito bastante discutido por grupos de pesquisas em educação desde a década de 70, mas praticada bem antes deste período (basta observar cientistas como Galileu, Aristóteles e outros filósofos de outras épocas e diferentes áreas, compartilhavam seus estudos e escritos na tentativa de solucionar uma problemática maior), mostra-se como uma via de superar a fragmentação do conteúdo,

possibilitando a integração de assuntos distintos entre si e ao mesmo tempo, interligados em sua essência, propiciando a construção do conhecimento e não apenas a sua apropriação.

Acerca do trabalho interdisciplinar, Neves [5] afirma que a aprendizagem não acontece por meio de processos dissociados, mas integrados, o que vai de encontro com a proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais [2] que ressaltam principalmente os aspectos investigativos e criativos dos estudantes, por meio da proposta interdisciplinar do desenvolvimento dos conteúdos, utilizando a prática das diferentes linguagens, incluindo aquelas associadas aos recursos tecnológicos que estão ao alcance de estudantes e professores.

Nesse sentido, a proposta interdisciplinar de aprendizagem, associada ao uso de ferramentas computacionais, de cada conteúdo específico através do todo aparece então como uma alternativa que nos leva a uma possível mudança de estratégia para o ensino de matemática, propiciando assim, a dinamização das aulas com uso de estratégias alternativas para aprimorar o entendimento e a aprendizagem dos estudantes.

Metodologia

Segundo Margaréte May & Célia Maria [1], a interdisciplinaridade implica na construção de um projeto coletivo que promova a integração de conteúdos afins ou não propiciando um trabalho conjunto entre professores e estudantes no sentido de aprimorar e otimizar o processo de aprendizagem, através da troca de conhecimentos e experiências, no ambiente escolar ou fora dele. Trata-se de um processo dinâmico e em constante evolução, com a finalidade de contribuir na redução do fracasso escolar

Para o desenvolvimento do Projeto “Matemática e Tecnologia: uma proposta de articulação interdisciplinar no ensino fundamental” será utilizado o tema “A Matemática das Bandeiras”, que será trabalhado, *a priori*, em consonância com as disciplinas: Matemática, Geometria, História, Língua Portuguesa e Arte, por meio de atividades integradas com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental nas referidas áreas e, a partir das quais, espera-se que estes tenham o entendimento de que o conhecimento adquirido não é fragmentado, mas é partícipe de um todo.

O projeto será executado em três etapas: o estudo e construção da bandeira do Brasil, seguida da bandeira do Estado de Minas Gerais e do município de Uberlândia. Nos três casos, a proposta de desenvolvimento do trabalho é a mesma: primeiramente o conhecimento dos aspectos históricos e legais de idealização e produção da bandeira, seguida da leitura e interpretação do texto da legislação na área da linguagem, e também nos aspectos matemáticos ali inseridos, e por último a construção usando o software GeoGebra.

A opção é, primeiramente trabalhar com a bandeira do Brasil, uma vez que o momento atual é propício, já que no corrente ano por várias vezes a imagem da bandeira brasileira será evidenciada, seja por ocasião do Torneio da Copa do Mundo, seja no momento do pleito eleitoral que acontece no país no mês de outubro.

No primeiro momento, o professor de História destacará os aspectos históricos, seguido pelos professores de Língua Portuguesa e Arte, que farão a análise interpretativa e figurativa do texto e, por último, nas aulas de matemática, a análise dos elementos matemáticos inseridos no texto, bem como a construção no GeoGebra.

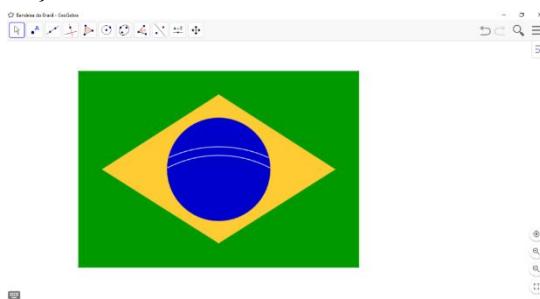




Figura 1 – Bandeira do Brasil construída no GeoGebra

Resultados e Discussão

As atividades do projeto estão ainda sendo realizadas em sala de aula com os estudantes das turmas aqui indicadas anteriormente. Por conseguinte não será possível neste momento apresentar um resultado conclusivo sobre esta investigação.

Mas de acordo com parte do trabalho já realizado, observa-se uma tímida reação dos profissionais das outras áreas que atuam nestas turmas, em relação ao seu entrosamento e à construção do planejamento bimestral, apresentando por enquanto um aspecto positivo em relação ao desenvolvimento da proposta de trabalho.

Além disso, espera-se que os estudantes tenham evolução positiva em sua aprendizagem nas diversas disciplinas estudadas, diminuam a visão negativa que têm da matemática, percebendo que é possível aplicar no cotidiano, conceitos aprendidos na escola e façam o uso de recursos tecnológicos de maneira colaborativa com a aquisição de conhecimentos, percebendo a contribuição positiva que eles podem ter na aprendizagem dos conteúdos escolares.

Obviamente, a proposta interdisciplinar de estudo não resolverá todos os problemas que aparecem no cotidiano da escola e, por conseguinte, na sala de aula. Mas pode ser uma forma de trabalho interessante que tente resgatar o interesse e a dedicação dos estudantes que hoje tem, em seu entorno, tantos motivos para desinteresse e distração.

Referências

- [1] BERKENBROCK-ROSOITO, M. M. & HAAS, C. M. **Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade: políticas e práticas de formação de professores.** Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014.
- [2] BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática/ Secretaria de Educação Fundamental.-2 ed-** Rio de Janeiro: DP&A. 1998
- [3] _____, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais / Secretaria de Educação Fundamental.** – Brasília: MEC/SEF, 1998.
- [4] FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa.** Campinas: Papirus, 2012.
- [5] NEVES, I. C. B. et alii (org.). **Ler e Escrever: Compromisso de Todas as Áreas.** Porto Alegre: UFRGS, 1999.

Responsabilidade Autoral

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

Matemática, Aprendizagem Baseada em Problemas: Metodologia Inovadora no 9º Ano do Ensino Fundamental de uma Escola Pública

Geovani Henrique Ribeiro

Departamento de Matemática
Universidade Federal de Goiás
geovani.henrique@bol.com.br

Fernando da Costa Barbosa

Departamento de Matemática
Universidade Federal de Goiás
fcarbosa@ufg.br

Resumo. A apresentação desta pesquisa, compartilha uma proposta de utilização de uma metodologia diferente das usuais e investigar a contribuição desta abordagem educacional, no 9º ano do ensino fundamental de uma Escola Pública do estado de Minas Gerais, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Esta pesquisa pretende avaliar se a Aprendizagem Baseada em Problemas, como uma ferramenta pedagógica pode contribuir significativamente no ensino e na aprendizagem de conteúdos de Matemática e Geometria, haja visto as dificuldades que os alunos tem apresentado no dia-a-dia em relação aos conteúdos destas disciplinas. Para fazer desta experiência possível são muitas as formas e procedimentos, destacamos além da metodologia citada o uso de ferramentas tecnológicas da informação e comunicação conhecida comumente como TIC'S.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas(ABP); TIC'S; Metodologia; Ensino aprendizagem.

1. Introdução

A educação é um processo contínuo de aprendizagem, na qual nota-se que o professor é o principal mediador e que os métodos de ensino não são o fim, mas um meio pelo qual o professor almeja alcançar os objetivos propostos. No uso de métodos de ensino é indispensável que o professor tenha conhecimento dos conceitos teóricos, que sustentam a metodologia empregada e com o seu olhar reflexivo, ele se torna um agente muito importante e responsável pelas trocas, tornando assim um orientador ou tutor, em busca da melhor aprendizagem para seu aluno.

Na metodologia tradicional o educador é o ator principal e no seu monólogo, o aluno como ouvinte, só consegue ser um mero repetidor, do que ouviu. Não sendo capaz de criar sua própria peça. Nesse sentido ressalta [3], “Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem passivamente, memorizam e repetem.”

Entendemos a necessidade de buscas metodológicas que tragam um novo enfoque e que apontem caminhos diferentes que desmistifiquem o ensino da Matemática, como algo difícil, trabalhoso e enfadonho, exige pensar que o desinteresse e o baixo rendimento dos alunos é decorrente da forma tradicional de promoção do conhecimento, processo de transmissão de conhecimento “quadro e giz”, a memorização mecânica dos resultados “siga o modelo”, prejudica a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo do aluno, colaborando para o insucesso na sua vida escolar.

Daí, se pensarmos em uma aprendizagem ativa, com a inserção de novas metodologias que supram as necessidades de mudanças, que forneçam estratégias que colaborem para a formação de um aluno, que consiga se inteirar com o mundo que ele vive, de maneira natural.

Conseguindo assim desenvolver seu próprio conhecimento e a capacidade de resolver problemas de forma crítica e autônoma.

Devemos ater a uma aprendizagem ativa colocada [4]: “Como um conjunto de práticas pedagógicas que abordam a questão de aprendizagem pelos alunos de uma perspectiva diferente das técnicas clássicas que evitam que o aluno dê continuidade ao estereótipo de receptor passivo.”

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), é um método de aprendizagem ativa, que confronta com os métodos tradicionais, mudando o papel do aluno e do professor, na maneira de apresentar, definir e solucionar os problemas apresentados. Coloca em xeque a metodologia tradicional usada pela maioria dos professores, haja visto que não estão alcançando os resultados esperados, perante a tantas reclamações feitas no ambiente escolar, tanto pelo professor, quanto o aluno, que clama por algo diferente.

Daí a necessidade de repensar a educação matemática, no sentido de procurar caminhos que atinjam novas fronteiras do conhecimento. Nesta pesquisa é apresentado a Aprendizagem Baseada em Problemas, que confronta os métodos tradicionais, pois é uma nova abordagem educacional, utilizada para o desenvolvimento de currículos. E tem como centro o aluno, buscando o desenvolvimento cognitivo e afetivo, através da resolução de problema. Segundo retrata [5]:

A principal e necessária mudança é a mudança do ensino centrado no professor que cria um fluxo de comunicação com o aluno, apoiando apenas no seu conhecimento. É um posicionamento que compromete o pensamento crítico do alunos, que apenas recebe informações, sem que nenhuma proposta de formação esteja embutida no processo. A aprendizagem baseada em problemas rompe com estruturas arcaicas do ensino Tradicional.

O que percebemos é que o aluno deixa de lado seu papel passivo e receptivo, de mero ouvinte, onde na maioria das vezes a fala de seu professor entra em um ouvido e sai pelo outro, sem que seja construído o conhecimento, muito observado nos ambientes tradicionais. Nota-se que precisa de uma abordagem em que o aluno seja capaz de desenvolver competências e habilidades de forma autônoma, e que possa enfrentar de maneira natural os problemas que são apresentados no seu cotidiano. A concepção que [5] nos traz sobre Aprendizagem Baseada em Problemas é a seguinte:

A ABP é utilizada no desenvolvimento simultâneo de problemas e seguindo estratégias determinadas como as mais indicadas para sua resolução. Durante o processo o aluno desenvolve habilidades e conhecimentos que resgatam seu senso crítico, sua criatividade, sua iniciativa, aspectos que o colocam como um solucionador de problemas.

Um dos maiores desafios do século, na área de educação, inclusive na educação matemática nas escolas de ensino fundamental e médio é adequar ao ensino aprendizagem à uma metodologia eficaz. Que tenha como ponto máximo um ensino centrado no aluno, criador do seu próprio conhecimento de forma colaborativa, onde não falte criatividade. E que o professor com sua visão sonhadora, enxergue novos horizontes, soltando todas as amarras que o deixa preso ao sistema tradicional de ensino, que fez parte e ainda continua fazendo, pois hoje é um dos agentes reproduzor.

Frente as estes desafios e cobranças é que começam as primeiras indagações, neste sentido constitui uma proposta que busca investigar. Como desenvolver um ensino de matemática que atenda às necessidades e cobranças do mundo vivido pelo aluno, utilizando a aprendizagem baseada em problemas? A partir desta inquietação é que se constitui este trabalho.

2. Metodologia

Para resolver essa inquietação iremos desenvolver uma pesquisa qualitativa que não exonera os dados quantitativos, pelo contrário, trabalho com eles e dialoga de forma a permitir

ao pesquisador condições de desenvolver suas conclusões. Esta proposta de pesquisa qualitativa visa trabalhar com um público específico, desta forma, suas impressões sobre as ações do projeto devem ser analisadas sobre uma ótica que valorize tanto o quantitativo como o subjetivo de seus argumentos.

Tendo conhecimento desses elementos a elaboração dos projetos de aulas serão executadas com os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e composta por 8 alunos, em uma escola pública estadual, no município de Uberlândia estado de Minas Gerais. Após a realização do convite, serão selecionados aqueles que apresentarem maior interesse em participar da pesquisa.

Todas as aplicações e observações serão contempladas em 15 horas, onde a turma buscará caminhos, seguindo os “sete passos” [1] que contemplam a Aprendizagem Baseada em Problemas, tendo um papel primordial na resolução de problemas. Estes problemas da referida pesquisa serão retirados no banco de itens do Sistema Mineiro de Avaliação (Simave).

O problema na ABP, é o ponto de partida para o desenvolvimento do conhecimento do aluno, ele deve ser simples, motivador e mal estruturado, característica marcante na abordagem. Este problema mal estruturado é referido por [6], “Os problemas utilizados na ABP devem ser mal estruturados e permita uma investigação livre. Os problemas do mundo real virão sempre mal estruturados.”

A partir da solução de um problema estruturado, ou até mesmo do problema, pode se criar ou reformular outros problemas, que condicione a novos conhecimentos. Assim [7], diz que, “A problematização, refere-se tanto a geração de novos problemas e a reformulação. E pode ocorrer antes, durante ou após a solução de um problema.”

Deste modo [2], afirma que, “A formulação de problema e a solução de problemas andam de mãos dadas, cada um provocando o outro à medida que a investigação avança.” Nesta pesquisa será trabalhado tanto com problemas mal estruturados, bem como problemas estruturados que possam ser transformado com a concepção anterior.

Para registrar os dados referentes a pesquisa citada, destacam-se os seguintes procedimentos, questionários, entrevistas, observações direta, registrado através de filmagens e gravações. No processo de aplicação, seguirão os “sete passos” [1] da Aprendizagem Baseada em Problemas. Citados abaixo:

- 1 - Escolher e identificar o problema
- 2 - Discussão do problema (definir, limitar e analisar)
- 3 - Brainstorming (Chuva de ideias)
- 4 - Construir estratégias
- 5 - Avaliar as estratégias e ações
- 6 - Estudar individualmente e respeitar os objetivos alcançados
- 7 - Resolução do problema, diálogo e discussão

3. Resultados e Discussão

Para trabalhar a Aprendizagem Baseada em Problemas, desenvolveremos uma sequência didática, onde o aluno desenvolverá a resolução de problemas, utilizando o conteúdo de, matemática, especificamente de funções e geometria, que fazem parte do planejamento do 9º ano, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Atividades a serem trabalhadas, em formato de sequência didática com base na ABP, será inicialmente com um problema mal estruturado, seguido com a resolução de um problema estruturado, do banco de itens do Simave, que sofrerá reformulação, após sua resolução, transformando em um problema mal estruturado, onde levará o aluno, a desenvolver o seu processo cognitivo. A exemplo desta proposta, temos: “Em uma residência, vivem o casal Eduardo e Marina e seus filhos Caio e Ana. Eduardo está sempre reclamando pois a conta de energia elétrica está pesando bastante no orçamento familiar. Procuraram então uma solução,

resolveram diminuir o uso do Vídeo Game. Eduardo notou que o aparelho ficava ligado, em média de 4h/dia, passou para apenas 1h e 30 minutos. Porém os banhos diários de Caio e Ana continuaram 35 minutos diários cada um. Eduardo agiu de maneira correta, buscando economia?"

Outro exemplo que também podemos utilizar é estruturado, como: "Um aquário tem o formato de paralelepípedo retangular e suas dimensões são, 40cm, 100cm, 50cm. Sabendo que 1 cm³ equivale a 1ml, a capacidade máxima, de água que pode ser colocada nesse aquário será de quantos litros?". A partir deste tipo de problema cabe o papel do professor estimular que os alunos desenvolvam novos questionamentos, por exemplo: "Em um aquário com este volume, Anderson quer colocar 25 peixes ornamentais, acará bandeira, será possível? E quantos peixes ornamentais de outras espécies poderá colocar?". Frente a esses novos desdobramentos é possível desenvolver uma ação da ABP e enveredar por estudos de modelos matemáticos capazes de orientar os alunos na construção da solução das novas inquietações.

4. Conclusão

Espera-se que como o projeto Aprendizagem Baseada em Problemas o aluno possa desenvolver seu conhecimento de forma autônoma, desenvolvendo o processo cognitivo apoiado na resolução de problema. E que estes problemas o leve a enfrentar, com confiança e capacidade, novos problemas que vierem a surgir no seu dia a dia. E em um ambiente altamente colaborativo e cooperativo, este aluno consiga conviver com as diferenças, uma necessidade cada vez mais latente no mundo globalizado em que vivemos.

No primeiro convite direcionados aos futuros participantes, mostraram se bastante motivados, pois eles mesmos sentem a necessidade de saída do ambiente tradicional. Todo o processo de resolução de problemas, feito em cima dos "sete passos", empregando sequências didáticas, garantindo além do processo de intervenção, os caminhos de investigação, contribuindo para a melhor visualização da banca avaliadora. Esta proposta é uma ação em desenvolvimento, mas fundamentalmente espera-se desenvolver no participante uma ação ativa e questionadora do mundo, onde seja capaz de questionar a realidade e saber como se instrumentalizar de conhecimento para solucionar os problemas da vida, que são problemas matemáticos de ordem lógica, algébrica e geométrica.

Referências

- [1] CONRADO, D. M., Nunes-Neto, N. F. & El-Hani, C. N. (2014). **Aprendizagem baseada em problemas (ABP) na educação científica como estratégia para formação do cidadão sócio ambiental responsável**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Científica, 14(2), 77-87.
- [2] DAVIS, P. J. **What do I Know? A study of mathematical self-awareness**. College Mathematics journal, v.16, pp. 22-41, 1985.
- [3] FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 40º ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, p.80, 2005.
- [4] GUDWIN, R. **Aprendizagem Ativa**. Disponível em: <<http://faculty.dca.fee.unicamp.br/gudwin/activelearning>>. Acesso em: 17 jun. 2018.
- [5] MUNHOZ, A. S. **Aprendizagem Baseada em Problemas: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem**, pp. 104-134, 2015.
- [6] SAVERY, J. R. **Overview of Problem-based Learning**. The interdisciplinar jornal of Problem -based Learning, V.1, Nº 1, pp. 9-20, 2006.
- [7] SILVER, E. A. **On Mathematical Problem Posing**. Proceedings of the International Conference on the Psychology of Mathematics Education (PME) (17 th, Tsukuba, Japan, 1993), v. I-III, 929p.



Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”

Modelagem Matemática: Estudo de Caso com Alunos do 2º ano do Ensino Médio

Angela Maria Moraes

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia

angelarj@gmail.com

Élida Alves da Silva IMTec

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia

elida.asilva@gmail.com

Resumo. Este trabalho se refere a um projeto de pesquisa, a partir do qual se elaborou uma proposta de intervenção com alunos do 2º ano do Ensino Médio, a ser desenvolvida em uma na Escola Estadual, localizada na cidade de Uberlândia, Minas Gerais. Apresenta-se o referencial teórico e a proposta da sequência didática elaborada, por meio da qual será abordado, o conteúdo de Matrizes, utilizando a modelagem matemática e planilhas eletrônicas. A intervenção ocorrerá no início do segundo semestre e pretende-se avaliar como o ensino, através da modelagem matemática, pode influenciar o aprendizado dos alunos, fazendo-os perceber o vínculo dos conteúdos abordados com o cotidiano.

Palavras-chaves: Modelagem Matemática; Calc; Matrizes; Escola pública; Ensino-aprendizagem; Tecnologias.

1. INTRODUÇÃO

Conceitos matemáticos carregam o estigma de serem difíceis de serem assimilados por parte dos alunos do Ensino Médio, apesar de muitos destes conceitos serem de suma importância para sua progressão no trabalho, na preparação para concursos (vestibular, carreira) ou, simplesmente, para poderem empregar na administração de suas finanças pessoais. Com o objetivo de mudar este contexto, diversas metodologias vêm sendo estudadas e aplicadas, entre elas a utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e da modelagem matemática.

O uso de tecnologias como ferramentas no processo ensino-aprendizagem é algo que se propõe há muito [3], [4]. Em particular, para o ensino de conceitos matemáticos vem se mostrando viável, especialmente pelo amplo desenvolvimento de softwares que podem ser empregados no processo de ensino-aprendizagem.

Na modelagem matemática trabalha-se com problemas da vida real do aluno, fazendo a abstração deles, a resolução do problema matemático correspondente e a verificação das soluções. Como suporte à atividade de modelagem são empregados gráficos de fluxo, diagramas, equações, fórmulas químicas, simulações computacionais, dentre outras. Todas estas ferramentas são suporte para a modelagem e podem – muitas vezes o fazem – utilizar sistemas computacionais [6].

Portanto, modelagem matemática e o uso de sistemas computacionais podem ser ferramentas que estão estreitamente associadas quando se pensa em empregar modelagem no ensino de matemática. Como o estudo de matrizes parte da utilização de tabelas, as planilhas eletrônicas podem ser amplamente utilizadas.

Neste contexto, surge a proposta deste trabalho que busca possibilidades de se empregar modelagem matemática no processo de ensino-aprendizagem de matemática de forma a contribuir não apenas com a formação dos alunos em conceitos matemáticos, mas também que, durante o processo, o aluno adquira habilidades para manipulação de ferramentas computacionais que servirão de suporte à modelagem e maior autonomia.

2. Metodologia

Esta pesquisa será realizada durante dois meses, em 4 horas/aula por semana, com alunos do Ensino Médio da Escola Estadual Professor José Ignácio de Sousa, localizada na cidade de Uberlândia-MG. A amostra da pesquisa é intencional e não probabilística, composta de 40 alunos da turma A e 40 da turma C, que compõem o grupo experimental, e 40 alunos da turma B e 40 da turma D, que compõem o grupo de controle, totalizando 160 alunos.

Para o desenvolvimento do projeto será utilizado o CALC, um *software* de planilhas eletrônicas que faz parte do pacote do LibreOffice, que é distribuído gratuitamente com as suítes do OpenOffice. Uma de suas características é a facilidade em representar os dados do usuário em forma de tabelas e gráficos, sendo que estes podem ser formatados em estilos diferentes, facilitando a análise dos dados coletados. É considerado de fácil utilização. As variáveis podem ser nomeadas pelo usuário. Possui uma biblioteca de funções de portabilidade fácil, além de várias possibilidades para a visualização dos gráficos como, por exemplo, gráficos de barras, colunas, linhas e pizzas. Hoje em dia é bastante utilizado no processo ensino-aprendizagem dos alunos nas salas de aula por sua facilidade de manuseio, lembrando que é mais fácil analisar os dados no gráfico do que em tabelas.

A pesquisa é de cunho quantitativo-qualitativo e experimental. Consiste na abordagem em dois grupos distintos de alunos, um experimental e outro de controle, para que depois seja realizada a análise estatística nos dados coletados, visando inferir se a abordagem produziu resultados satisfatórios. E qualitativa na medida em que serão analisadas as reações e as consequências advindas da aplicação da abordagem no grupo experimental.

Serão aplicados questionários tanto no grupo de controle quanto no experimental, com cinco questões tantos de exames nacionais de avaliação quanto de questões presentes em livros didáticos adotados pela escola.

Para o grupo experimental serão construídas e aplicadas em sala de aulas abordagem com base no emprego de Modelagem Matemática para ensinar um conceito matemático. Enquanto para o grupo de controle será empregada a abordagem tradicional de ensino do mesmo conceito matemático, tomando como referência a abordagem do livro texto adotada pela escola.

O emprego da modelagem matemática em educação matemática tem o intuito de modelar tarefas/problemas do cotidiano de forma a provocar o aluno e ganhar seu interesse, visando que, no processo, além de adquirir conhecimentos matemáticos, desenvolva habilidades de raciocínio, comunicação e solução de problemas [7].

Detalhadamente, modelagem matemática pode ser definida como um processo complexo para resolver problemas reais, se valendo de aplicações matemáticas [6]. Ferri, em [2], ressalta que apesar de existirem diferentes formas de se entender modelagem, dependendo do propósito da pesquisa, há um consenso de que o processo de modelagem é cíclico, e envolve algumas etapas, ditas básicas, a saber: compreensão, estruturação e simplificação da situação problema, matematização, trabalho matemático, interpretação do resultado matemático, validação e refinamento dos resultados [7].

A representação gráfica mais difundida para se explicar o processo de se modelar matematicamente segue o proposto em [5], conforme Figura 1.

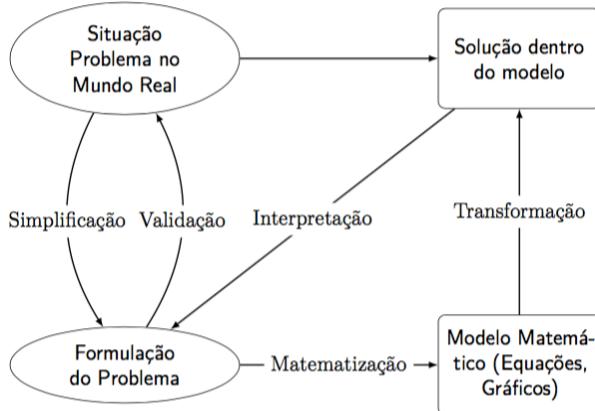


Figura 1 - Processo de Modelagem Matemática.

Será empregada a análise estatística dos dados, calculando-se a média e o desvio-padrão dos resultados de desempenho obtidos por cada grupo nos questionários aplicados.

Também será apresentada uma comparação dos resultados obtidos separados pelas quatro habilidades em estudo na rubrica (modelagem, raciocínio, resolução de problemas, exercício).

3. Resultados e Discussão

Nesta seção apresentaremos algumas atividades componentes de uma sequência didática sobre o ensino de matrizes, utilizando modelagem matemática e TICs. Nesta sequência o professor, em sala de aula, conduz o aluno a modelar matematicamente situações problema e em seguida traz uma aplicação lúdica do conteúdo abordado. Segue uma descrição resumida de duas atividades que serão desenvolvidas na referida sequência, bem como uma das avaliações.

Atividade 1

Devem ser distribuídos textos para coleta de informações que tratem de carros populares novos no mercado brasileiro, a partir dos quais os alunos devem preencher uma tabela, atribuindo valores a partir de sua avaliação, a alguns quesitos como preço, manutenção, conforto, beleza dentre outros. Com a tabela preenchida, os alunos devem ser induzidos a perceber a importância de se associar as linhas e colunas aos modelos de carros e quesitos avaliados por meio de questões como: na linha do carro C1 qual o valor vocês dariam para beleza? Na coluna do quesito conforto qual o carro melhor avaliado? De posse dessa tabela os alunos devem ser levados, através da modelagem matemática, a trabalhar os conceitos e operações de matrizes, avaliando qual carro é mais vantajoso do ponto de vista de cada um, tendo em vista as respectivas prioridades. Podem ser feitos exercícios considerando outras prioridades, de forma que os alunos visualizem os diferentes resultados.

Atividade 2

Será desenvolvida uma atividade “lúdica” envolvendo o tema criptografia. O método de codificar e decodificar mensagens que será abordado é simples e se utiliza da multiplicação de matrizes, bem como do conceito de matriz inversa [1]. O remetente e o destinatário devem escolher previamente uma correspondência entre as letras do alfabeto e números e uma matriz invertível a qual será (chamada matriz chave). Tendo associado uma sequência de números à mensagem a ser enviada, o próximo passo é multiplicar a matriz da mensagem pela matriz chave, o que resultará na mensagem codificada. Transfere-se a sequência numérica obtida por esta operação e assim que a matriz codificada chegar ao destinatário ele utiliza a matriz decodificadora (a inversa da matriz chave) e encontra a matriz que contém os números

associados à mensagem, multiplicando-a pela matriz decodificadora. Posteriormente, deve decifrar a mensagem utilizando a associação entre letras e números.

Atividade 3

Ao final os alunos do grupo experimental que participarão da abordagem através da modelagem matemática, serão submetidos ao mesmo modelo de avaliação que os alunos do grupo de controle. O instrumento de coleta de dados foi baseado em uma rubrica para avaliar o desempenho e as habilidades dos alunos nos processos matemáticos envolvidos na investigação. A saber, modelagem, formulação e solução de problemas, raciocínio e exercícios. Esta rubrica foi pensada levando em conta as abordagens propostas nos exames nacionais brasileiros, utilizados para medir a capacidade dos egressos do ensino médio, nos exames de acesso à maioria das universidades brasileiras (notadamente as públicas) e na (BNCC).

4. Conclusão

Espera-se que o desenvolvimento do projeto propicie e que o aluno seja capaz de resolver adequadamente exercícios contextualizados utilizando modelagem matemática, ou seja, que use o raciocínio e os conhecimentos construídos para resolver situações do seu cotidiano, desenvolvendo autonomia para resolver problemas em situações que requerem a interpretação dos dados coletados e tenham competência para validar os resultados.

A intervenção empregará sequências didáticas, por dois motivos, basicamente. Primeiro para garantir a uniformidade de intervenção e ambas as turmas pertencentes ao grupo experimental e, a segunda, para facilitar o julgamento da banca avaliadora da dissertação, pois, numa sequência didática é apresentada com mais detalhe cada passo da aula.

Referências

- [1] BOLDRINE, J. L. et al. **Álgebra Linear** / José Luiz Boldrine – 3 ed. – São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1980 p.94.
- [2] FERRI, R. B. Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, v. 38, n. 2, p. 86–95, Apr 2006. ISSN 1863-9704. Disponível em:<<https://doi.org/10.1007/BF02655883>>.
- [3] FIGUEIREDO, G. L. R.; NOBRE, I. A. M.; PASSOS, M. L. S. **Tecnologias computacionais na educação: Desafios na prática docente**. In: *Anais do XXI Workshop de Informática na Escola*. Maceió – Alagoas: Sociedade Brasileira de Computação – SBC, 2015. p. 127–136.
- [4] LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. 3^a ed. São Paulo: 34 Literatura, 1996.
- [5] MATHEMATICS, R. A. C. of the National Council of Teachers of. Nctm curriculum and evaluation standards for school mathematics: Responses from the research community. *Journal for Research in Mathematics Education*, National Council of Teachers of Mathematics, v. 19, n. 4, p. 338–344, 1988. ISSN 00218251, 19452306. Disponível em:<<http://www.jstor.org/stable/749544>>.
- [6] MEYER, J. a. F. d. C. d. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. d. S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.
- [7] ZEYTUN, A. S.; ÇETINKAYA, B.; ERBAS, A. K. Understanding prospective teachers' mathematical modeling processes in the 4ontexto of a mathematical modeling course. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 13, n. 3, p. 691–722,2016. ISSN 1305-8215. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12973/eurasia.2017.00639a>>.



O discurso absolutista-logocêntrico matemático desde um contexto pibidiano da matemática institucionalizada

Lucas dos Santos Passos

Departamento de Matemática

Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutai

lucassantospassos@gmail.com

José Pedro Machado Ribeiro

Instituto de Matemática e Estatística

Universidade Federal de Goiás

zepedro@ufg.br

Vânia Lúcia Machado

Instituto de Matemática e Estatística

Universidade Federal de Goiás

vanimac1@gmail.com

Resumo. O presente trabalho decorre de dados obtidos de nossa investigação de mestrado, realizada em um contexto de um subprojeto de Matemática do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID/CAPES), da Universidade Federal de Goiás (UFG), em que se constituiu um agrupamento específico de enunciados de 6 alunos e alunas bolsistas, caracterizados pela referência efetiva a essencialidade, a totalidade e a universalidade matemática. A partir desse recorte do *corpus*, o texto que ora se apresenta empreende rastrear o funcionamento discursivo das referidas formulações, tomando-se a Matemática como objeto mesmo dos discursos, o que leva a uma tarefa de realizar uma análise enunciativa das produções a fim de expor suas regras de formação a partir de sua dispersão. No final, ver-se-á que os enunciados estudados se reportam, não por acaso, a uma exterioridade regida por uma normatividade discursiva estrita, a que vamos chamar de *absolutista-logocêntrica*.

Palavras-chave: Educação Matemática. Discurso. Absolutismo-logocentrismo.

1. Introdução

O presente trabalho decorre de dados obtidos de nossa investigação de mestrado, realizada entre meados do fim do ano de 2015 a meados do início do ano de 2017, que buscou, na maior parte do tempo, estudar as tipologias de discursos em um contexto de um subprojeto da Matemática do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID/CAPES), da Universidade Federal de Goiás (UFG). Tal investigação construiu-se junto aos *momentos comunais* do grupo, ou seja, aos momentos em que todo o grupo se encontrava reunido. Especificamente, esses momentos foram então os dos encontros semanais do grupo pibidiano, realizados todas as sextas-feiras, das 14h às 17h. Como tal, a pesquisa pretendeu aproximar-se do contexto investigando-o mesmo e propondo seus objetivos. Na primeira parte da pesquisa, denominada propriamente de “Primeiros movimentos: movimentos de aproximações”, só foram produzidas atividades através das próprias atividades do contexto. Nessa época, a temporalidade textual dos encontros estava demarcada pelas discussões do livro *Pedagogia do Oprimido*, de Paulo Freire, e a primeira atividade, partindo do pressuposto freireano sobre os *círculos de cultura* e as *palavras geradoras*, procurou explorar o significado da Matemática naquele contexto que, em parte, estava marcadamente definido por ela. Estritamente falando, a primeira atividade, que carregou o

título de “O que a Matemática significa para mim?”, continha a seguinte proposta: “Faça um desenho que expresse da melhor maneira possível a ideia que você tem do que significa a Matemática. Depois dê um título ao desenho que esteja de acordo com a ideia expressada (desenhada).”. Os desenhos foram levados para o encontro semanal e expostos e comentados pelos sujeitos que se sentiram a vontade para tal, sendo que os comentários foram gravados em áudio e transcritos para nosso *Caderno de Escritos de Campo*.

O grupo investigado delimitou-se naquele composto pelos 13 (treze) alunos e alunas bolsistas, 2 (duas) professoras supervisoras e 1 (uma) professora coordenadora de área que permaneceram do início ao final da pesquisa ou meados dela. Desses 16 participantes totais, 12 se sentiram provocados por nossa atividade e fizeram seus respectivos desenhos, sendo que, destes, 8 compuseram um agrupamento específico, caracterizados por uma representação pletórica da Matemática em termos discursivos específicos. Nesse grupo específico de 8 desenhos, 6 apresentaram seus respectivos comentários. Tomando-se esse subgrupo de enunciados verbais, é que o trabalho que ora se apresenta constrói seu *corpus* e pretende promover uma análise dos discursos do referido conjunto. Opta-se pela materialidade verbal (comentário) em detrimento da não-verbal (desenho) por entender que a primeira é mais referencial do que a segunda. Coincidentemente os enunciados em questão são de alunos e alunas bolsistas, dos mais anteriores (com mais de 1 ano de participação no grupo, geralmente cursando o 4º período do Curso de Licenciatura em Matemática ou seus posteriores) e dos mais contemporâneos (com menos de 1 de ano de participação no grupo, geralmente cursando o 3º período do Curso de Licenciatura em Matemática ou seus anteriores). Vale ressaltar a investigação foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás (CEP/UFG) e todo material usado neste trabalho tem o consentimento de seus respectivos sujeitos. Assim, os nomes que aparecem no decorrer do trabalho tratam-se de pseudônimos, respeitando-se os princípios éticos e morais da investigação.

2. Metodología

O presente trabalho decorre de uma investigação cuja abordagem metodológica deu-se considerando as práticas linguísticas de um contexto pibidiano da matemática e entremeio as práticas linguísticas desse mesmo contexto. Como tal, a metodologia analítica aqui adotada é aquela concebida como uma *análise enunciativa* [2]. Para tanto, parte-se do princípio que essa análise só pode se dar sobre o efetivamente materializado [2] e, de fato, recorre-se a um conjunto recortado de um *corpus* maior, selecionado em razão da mesma dispersão discursiva que dão à Matemática. A partir disso, espera-se evidenciar descritivamente essa dispersão, detalhando as regras que a definem. Essas regras, diferentes das e mais do que as regras linguísticas, são regras de repartição, diferença e regularidade que tornam possíveis um objeto (no nosso caso, a Matemática) emergir no nível material enunciativo com uma função específica e nenhuma outra em seu lugar.

3. Resultados e Discussão

Os *corpora* são apresentados a seguir, identificando-se as características discursivas dos mesmos:

Desenho	Comentários
D1 – “O Universo da Matemática”	<p>Andrea: [...] o título do meu desenho eu coloquei “O Universo da Matemática”, porque, pra mim, a Matemática é uma... acho que como pra todos também, pra maioria... acredito que... penso que a <u>Matemática</u> está <u>presente em todos os lugares</u>, <u>engloba o mundo</u>... /u//e/t/ até por isso que eu desenhei o <u>Universo</u>, né, porque o mundo, né, que tá <u>dentro</u>... assim, tá em <u>todos os cantos</u>... então, eu tentei representar o <u>universo</u> dessa forma, <u>como se a Matemática estivesse em todos os cantos</u>... /u//t/ que a gente olha, que a gente percebe, que a gente passa... coisas até que a gente</p>

	pensa que não têm, a gente percebe posteriormente que têm, estuda e vê que têm também /i/. Então, foi mais ou menos esse sentido que eu quis dar ao desenho.
D2 – “Matemática: um mundo de possibilidades”	Álvaro: Eu tentei desenhar o mundo e dentro eu coloquei um monte de símbolos matemáticos, pra mostrar a diversidade que a Matemática... que a Matemática tá em tudo /u//e//t/. É difícil você tentar pensar alguma coisa que a Matemática não esteja envolvida /u//e//t//i/.
D3 - “A ideia de Matemática no mundo por um bom professor”	Gustavo: A minha é parecida com a da Nina, só que tem uma diferença. Aqui (apontando para o desenho), tem um professor de... aqui, bem pequeno, eu coloquei mais pra expressar o pensamento dele... ele tá dando aula e ele tá pensando aqui que a Matemática está no mundo /u//e//t/, inclusive ficou [o título] “A ideia de Matemática no mundo por um bom professor”. Ele tem que passar para o aluno que a Matemática tá em todo universo, na natureza, tá em todos os momentos /u//e//t/. Eu coloquei algumas operações, coloquei uns fractais, onde representa a natureza /i/, coloquei também o símbolo do infinito /u//e//t//i/.
D4 – “The Queen”	Nina: Eu coloquei nessa... nessa lente... que é o todo, que é o universo /u//e//t/, eu coloquei a TECNOLOGIA, eu coloquei o nome de alguns... PITÁGORAS, TALES, essas coisas. Se foi CRIADA OU DESCOBERTA /i/, números, os símbolos das quatro operações, LOG. Aí, eu botei uma pessoa aqui perguntando “O que é Matemática?” e só.
D5 – “Base do mundo atual”	UchilaMatemático: Olha meu desenho, gente (mostrando pra todos). É uma árvore... [...] UchilaMatemático: Não... No caule aqui, eu coloquei a Matemática, porque, no caso, é a base da árvore... /u//e//t/ na verdade, a base da árvore não é o caule, é a raiz né... [...] UchilaMatemático: Pra mim, no caso, a Matemática é a base de tudo /u//e//t//i/. Aí, dentro da árvore, eu pus, no caso, o ESPAÇO, a CIÊNCIA, o SISTEMA MONETÁRIO, os SISTEMAS COMPUTACIONAIS, a COMUNICAÇÃO entre pessoas também hoje tem sido desenvolvida pela Matemática, o WhatsApp etc... Eu coloquei uma palavra também, EDUCAR, que é educar matematicamente também... é claro, não é o algebrista, é o Paulo Freire...
D6 - “Uma ideia chamada Matemática”	Rory: É aquela ideia da luz... [...] Rory: O meu título é “Uma ideia chamada Matemática” e, pra mim, desde um minicurso que eu assisti com o professor Fulano, pra mim a Matemática passou a ser só uma ideia /i//u/ e em cima dessa ideia a gente constrói diversas coisas, cria o conhecimento e passa de gerações /e/. Então, é essa ideia que vai passando...

Legenda: /u/: universalidade; /e/: essencialidade; /t/: totalidade; /i/: idealismo.

Quadro 1: Conjunto de enunciados verbais produzidos pelos sujeitos participantes.

Fonte: *Caderno de Escritos de Campo*, 2015.

A princípio, observe-se que as séries enunciativas recorrem a figuras pletóricas para lograr a representação sobre o significado da Matemática, sobretudo às figuras do “universo”, do “mundo” e/ou da “natureza”, mas também da “rainha”, da “base” e da “ideia”. Com efeito, recorre-se a essas figuras e com elas diz-se, efetivamente, que a Matemática está na natureza, no mundo e no universo e que, ao mesmo tempo, ela é imperiosa, basal e ideal. De forma reiterada, as séries de enunciados apresentados efetuam então uma identificação sistemática da natureza com a Matemática, no nível de todo o mundo e de todo o universo e reifica-se a grande unidade monolítica, capaz de lidar com a grande totalidade do universo porque capaz de ordenar um universo logicamente estabilizado e universal. É claro, aquém de serem objetos de uma representação *ad infinitum*, esses elementos são *objetos do discurso* e, principalmente nesse caso, formam o *objeto do discurso matemático* e, portanto, de um discurso estritamente específico e que, afinal, se encontram em uma mesma dispersão e repartição. Em um nível vertical, esses enunciados supõe uma mesma regularidade discursiva, através da qual os objetos são, na verdade, a *essencialidade*, *universalidade*, a *totalidade* e o *idealismo*. É essa regularidade discursiva que é atestada e atualizada pelos enunciados estudados — uma regularidade que não está na ordem apenas da representação nem dos significados, mas dos discursos. Com efeito, em uma exterioridade constitutiva, lembremos que uma característica operante da Matemática, pelo menos desde o período platônico, é a de conceber a mesma

tendo uma existência objetiva, que preexiste e independe da realidade imperfeita e, por isso mesmo, auto-idiomática a si mesma, intraduzível e repetível indefinidamente, autônoma em relação a qualquer tempo e espaço [1]. Historicamente, essa concepção platônica da Matemática segue subjacente a outras posteriores, como o *formalismo* e o *logicismo*, e, inclusive está presente no cenário contemporâneo [1].

4. Conclusões

Tendo em vista as regras do grupo específico de enunciados aqui estudados, poderíamos muito bem dizer que se tratam de *discursos absolutistas-logocêntricos da Matemática* ou de uma *formação discursiva absolutista-logocêntrica da Matemática* [3]. De fato, veja-se que as regras mencionadas podem ser localizadas em uma função mais geral em que a Matemática opera discursivamente como uma estrutura fechada, autocentrada, autossuficiente e absoluta, a única capaz de alcançar uma verdade exata e final.

Referências

- [1] BICUDO, M. A. V.; GARNICA, A. V. M. **Filosofia da Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.
- [2] FOUCAULT, M. **A arqueologia do saber**. Tradução de Luiz Felipe Baeta Neves. 4. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995.
- [3] PASSOS, L. S. **Movimentos etnomatemáticos e pós-estruturais do discurso: (re)construindo caminhos em um contexto pibidiano da matemática institucionalizada**. 2017. 264 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

Responsabilidade Autoral

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.



O Infinito em Dois Fragmentos: Arte e Matemática

Gustavo Rodrigues de Lisboa

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia

Universidade Federal de Goiás

grlisboa@gmail.com

Prof. Dr. Márcio Roberto Rocha Ribeiro

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia

Universidade Federal de Goiás

rocha.ufg@gmail.com

Resumo. As abordagens acerca do infinito na matemática são, geralmente, eruditas e dificultam a compreensão de tal conceito, que se faz presente em nosso cotidiano, entretanto, nem sempre abarcado por todos. Este trabalho traz uma abordagem do infinito matemático a partir de uma correlação entre as linguagens artística e matemática que visa facilitar a compreensão do conceito de infinito, sobretudo a partir das abordagens de Cantor, de forma a tornar o conhecimento mais agradável. Para esse fim, foram escolhidas para análise as obras dos artistas Jan van Eyck e Mauritis Cornelis Escher que, com suas respectivas peculiaridades, versaram acerca do infinito a partir da técnica da perspectiva na pintura.

Palavras-chave: Matemática; Infinito; Arte; Perspectiva; Linguagem.

1 Introdução

A ideia de infinito é abstrata, muitas vezes considerada ininteligível e encontra obstáculos cognitivos para ser formalizada, mesmo que, sabidamente, desde a Grécia Antiga os intelectuais do mundo ocidental, venham se debruçando de forma hercúlea sobre essa temática.

Ainda hoje os estudos acerca do infinito provocam perturbações tanto quanto no tempo de Aristóteles. Ao colocar as noções matemáticas e filosóficas acerca do tema em confrontação com o mundo real, este se torna tão vago e misterioso como nas teorias que o tentaram explicar ao longo da história. Destarte, a história do infinito não é apenas uma história da matemática, vai muito além disso: é uma história de progresso do pensamento científico e de possibilidades de pensar em algo que transcenda qualquer probabilidade de compreensão, como afirmou Morris [4], “pensar o infinito é pensar no incomensurável dentro de um corpo de conhecimento que se baseie na capacidade de medir”.

Por assim dizer “o infinito além de belo, além de suscitar ideias poéticas e matemáticas tem mexido com a cabeça das pessoas”[5].

Este estudo busca apresentar uma correlação entre a matemática e a arte no que se refere ao campo da pintura e desenho, abrindo possibilidades e ferramentas de abordagem ao tema infinito, especialmente aos professores do ensino básico. Para tanto, serão analisadas, principalmente, as obras de Jan van Eyck e Mauritis Cornelis Escher, que abordaram, cada um a sua maneira, o conceito de infinito matemático e deram forma a ele em suas obras. Essas análises se darão à partir de concepções científicas fundamentadas na obra de Cantor.

Dessa forma, ao correlacionar a Matemática e a Arte para explicar o infinito, pretende-se contribuir para ampliar a reflexão e o conhecimento da matemática, além de difundir o conhecimento científico e fazer proliferar a cultura de maneira geral.

2 Metodologia

Trata-se de uma pesquisa básica pura onde busca-se aprofundar o conhecimento disponível na ciência, procurando preencher a ausência de estudos sobre os aspectos do tema em voga, caracterizada pela análise de conceitos e sistematização de ideias visando a transformação do saber. Portanto, trata-se de um estudo predominantemente teórico.

A partir do objetivo central, que visa apresentar uma correlação entre a matemática e a arte no que se refere ao campo da pintura e desenho, abrindo possibilidades e ferramentas de abordagem em sala de aula sobre tema *infinito*, especialmente para professores do ensino básico, foi realizado uma coleta de informações bibliográficas objetivando um trabalho descriptivo, uma abordagem qualitativa e um procedimento bibliográfico.

3 Resultados e Discussão

O Infinito de Cantor supera, transcende os números sondáveis. Cantor pensava o infinito como algo que tivesse uma de suas partes do mesmo “tamanho” de si mesmo, revelando que, nos entes infinitos o todo não era necessariamente maior que suas partes. Notou ainda a existência de tipos distintos de infinitos, grosso modo: um infinito pode ser “maior” que outro.

Cantor conseguiu quantificar e dar uma hierarquia aos níveis de infinito. Por incrível que pareça, apesar de a ideia ser totalmente contra nossa intuição, seu trabalho colocou em bases sólidas a análise de conjuntos, funções e outros elementos que têm caráter contínuo na matemática. A mesma solidez foi dada às ciências, que não sobrevivem hoje sem os cálculos usando números reais [3].

A partir da análise de obras de arte pode-se atingir um novo patamar de desenvolvimento intelectual, ademais, a utilização dos sentidos para entender uma obra facilita a compreensão do conhecimento matemático.

De acordo com as teorias de Cantor existem infinitos números entre dois algarismos. Em suas obras Jan van Eyck construiu o denominado *ponto de fuga*, talvez sem o devido conhecimento matemático, que era limitado à sua época. A partir de vários planos possíveis numa pintura, existem vários infinitos entre cada um dos planos, o que dirige a atenção do interlocutor a cada um dos planos e torna a obra, como um todo, tão bela e agradável.

Quanto a perspectiva, a pintura o Casal Arnolfini revela uma intensa relação com a matemática. Mesmo sem o domínio dos cálculos matemáticos necessários Jan van Eyck executa a imagem desdobrando-se em vários planos, como pode ser observado na Figura 1.

Mauritis Cornelis Escher descobriu um diagrama ao ler um livro de H. S. M. Coxeter que lhe causou espanto devido a possibilidade de novas aproximações ao infinito. A partir desse momento ele compõe uma série de obras com o tema Limite Circular que referendam a ilustração de Coxeter, como Limite Circular I, 1958 (Figura 2) e Limite Circular III, 1958 (Figura 3) e sobre as quais escreveu: “Para além das três linhas retas que passam pelo ponto central o esqueleto desta figura consiste em menos arcos de circunferência com um raio sempre mais curto, quanto mais se aproxima da periferia. Além disto todas se intersectam em ângulo reto...” [2].

As obras de Escher conferem o trabalho de um homem muito inteligente, dedicado e irreverente, o que não significa displicente. Ademais, seus trabalhos denotam, além do envolvimento técnico, estudos aprofundados de outras áreas do conhecimento, como a geometria e, principalmente, acerca do infinito. De acordo com Keith Devlin

Limite circular III, da autoria do artista holandês M. C. Escher. O interior do círculo é um mundo em que a geometria é hiperbólica. Dentro deste mundo todas as criaturas que se veem têm o mesmo tamanho. A aparente redução do tamanho à

medida que nos aproximamos da circunferência, deve-se à forma como este mundo hiperbólico se encontra encaixado na geometria euclidiana da página onde aparece. Escher era um artista prolífico, a quem as ideias matemáticas sempre fascinaram ao longo de toda a sua carreira. Tinha profundos conhecimentos de geometria e construiu temas geométricos em muitas das suas gravuras e xilogravuras. Escher baseou esta xilogravura particular num modelo circular da geometria hiperbólica inventada por Henri Poincaré [1].

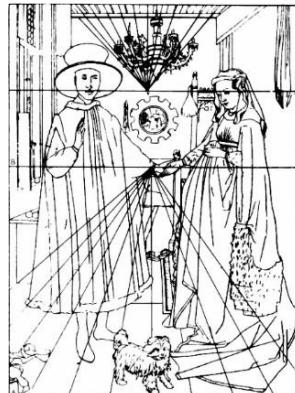


Figura 1: Jan Van Eyck. O casal Arnolfini, 1434 (Adaptado)

Escher legou em sua obra os vínculos entre tempo e espaço, entre eternidade e infinitude nas superfícies planas de seus desenhos. Apesar de não haver na literatura disponível uma relação direta entre Escher e Cantor é plausível perceber que, implicitamente, a teoria dos conjuntos infinitos do matemático foi utilizada com alguma propriedade pelo artista, por exemplo quando tomamos uma parte de uma figura e percebemos que ela segue se replicando exatamente como o todo, contribuindo assim para uma melhor compreensão do infinito.



Figura 2: - M. C. Escher. Limite Circular I,
1958

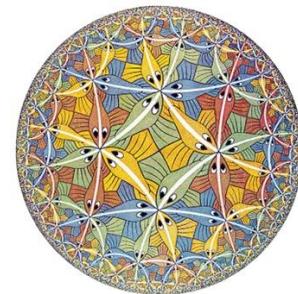


Figura 3: - M. C. Escher. Limite Circular III,
1958

4 Conclusões

As muitas dificuldades em explicar as teorias matemáticas que envolvem o infinito, por se tratar de conceitos abstratos, conduzem os estudos inerentes a este artigo. As observações permitem ainda entender que a utilização de elementos plausíveis, concretos e até tangíveis podem ajudar na fixação de ideias, de forma particular a ideia de infinito matemático. Então essa relação entre a Arte e a Matemática revela-se cognitivamente interessante, afinal abre-se uma possibilidade de os estudantes conseguirem perceber pelos sentidos a ideia de infinito e a partir daí compreendê-lo.

A Matemática, como linguagem, não se caracteriza por mecanizar os conceitos, trata-se de uma necessidade, de uma arte a desvendar. Esta afinidade fecunda possui um potencial

pedagógico no ensino da Matemática. É plausível compreender que, de acordo com vários estudos efetivados, as imagens são mais diligentes em memória que apenas palavras, já que, de acordo com Lieury [6], “a memória de imagens é extremamente poderosa e duradoura (...) mas a memória das imagens não é a memória ‘fotográfica’ da concepção popular, mas sim a da síntese da imagem”, tratando-se então da decorrência de variados engenhos. Para ler uma imagem, deve-se sempre associar a palavras e conceitos, o que demanda tempo, mas favorece um melhor entendimento.

Apresentar imagens para o infinito, de forma a estabelecer uma correlação com a arte, abre possibilidades outras de compreensão e estudo de um conceito abstrato e, simultâneo, abre possibilidades ao docente do ensino básico de adquirir novas ferramentas para a construção de uma aula interdisciplinar e que, espera-se, prenda a atenção dos discentes.

Referências

- [1] DEVLIN, Keith. **Matemática: A Ciência dos Padrões**. Porto: Porto Editora, 2002.
- [2] ERNST, B. **The Magic Mirror of M. C. Escher**. England: Tarquin Publications, 1978.
- [3] KAWANO, Carmen. **Além do infinito**: A batalha filosófica de Georg Cantor para ampliar a fronteira da matemática, Eureca, Editora Abril. <http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT638940-2680,00.html>, 2015. Acesso em 23 de Novembro de 2017.
- [4] MORRIS, Richard. **Uma breve história do infinito**: dos paradoxos de Zenão ao universo quântico. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.
- [5] TV Escola. Disponível em <<https://tvescola.org.br/tve/video/tempoeinfinito>>. Acesso em 26 de janeiro de 2018.
- [6] LIEURY, Alain. **Memória e sucesso escolar**. Lisboa: Editorial Presença, 1997.



O Uso da LIBRAS na Matemática do Ensino Fundamental: uma proposta de material

Suenio Tomáz Spindola de Atayde

Programa de Mestrado Profissional em Matemática

Universidade Federal de Goiás

sueniosp@gmail.com

Fernando da Costa Barbosa

U.A.E. de Matemática e Tecnologia

Universidade Federal de Goiás

sueniosp@gmail.com

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de proposta de construção de um glossário em LIBRAS para Matemática do 8º ano, investigando inicialmente os sinais disponíveis para possibilitar o desenvolvimento da aprendizagem Matemática do aluno surdo no 8º ano do Ensino Fundamental. A razão pela qual se lança essa proposta são as dificuldades encontradas, muitas vezes por professores intérpretes em repassar o conteúdo matemático para o aluno de forma facilitadora da aprendizagem. Muitas vezes as terminologias existentes não são suficientes para inserir ou transmitir o conteúdo, o que demanda o uso de sinais específicos para o ensino da Matemática e de seus respectivos conteúdos. A metodologia organizada para a realização desse processo é a formação de um grupo de estudo composto por professores, intérpretes, alunos da turma e pesquisador, realizando um estudo da linguagem escrita e falada do professor regente e do aluno ouvinte no processo ensino aprendizagem. Será levantado o vocabulário específico da linguagem Matemática necessária, considerando a Base Nacional Curricular, PCN, livros didáticos de referência e material didático adotado pela escola. Um comparativo desses vocábulos com seus equivalentes em LIBRAS serão desenvolvidos, caso existam. Criar-se-á um glossário que compile todos esses sinais já existentes e, no caso de encontrar palavras sem equivalentes na linguagem de sinais, ocorrerá a proposta de sua criação. O material final, glossário, será usado pelos alunos surdos, intérpretes e professores regentes, com objetivo de teste. Ao final da pesquisa, será avaliada a significância do uso do material produzido. Esse glossário ficará na escola como material de consulta e apoio para os professores, intérpretes e alunos dos anos seguintes.

Palavras-chave: Glossário; LIBRAS; Aprendizagem; Matemática; Surdo.

1 Introdução: Uma Reflexão Sobre Educação Inclusiva e LIBRAS

A educação é concebida como um processo ligado a sociabilização do indivíduo nos diversos espaços sociais, de forma que este se adeque ao meio, aos costumes, aos grupos sociais, assim como também à sociedade. Assim, é importante ressaltar que a educação está baseada nas premissas sociais, as quais incluem a socialização e transformação cultural dos indivíduos, porém, não pode ser resumida a este contexto puramente [1].

O estudo sobre o uso da LIBRAS na Matemática do Ensino Fundamental de acordo com [5] enfatiza uma análise em relação à educação inclusiva do surdo e apresenta ainda uma sugestão de glossário para o ensino da Matemática, visto que, na prática o trabalho com o aluno em conteúdos mais complexos tem diminuído as possibilidades de sucesso pedagógico, pelas limitações encontradas na língua de sinais referente a alguns conteúdos. Isso tem gerado resultados insatisfatórios quanto ao rendimento do aluno e ainda em relação ao bom desempenho dos professores.

Para que o processo ensino-aprendizagem de Matemática para surdos aconteça de forma efetiva é necessário elaborar conceitos, estratégias e teorias compatíveis com a especificidade educacional do saber matemático e de visoespecialidade surda, ou seja, Matemática visual-espacial. [2].

O autor reflete que a proposta de ensino da Matemática deve promover uma aprendizagem significativa, importando para isso um trabalho lógico, envolvendo o raciocínio individual e a compreensão de que tratam os enunciados, de maneira que o aprendizado seja avançado e o conteúdo sequenciado. Assim, cabe relacionar que pelo fato do surdo ter a LIBRAS como sua primeira língua, a sua compreensão acerca do meio e da aprendizagem se reduza a essas terminologias, e somente após esse processo o mesmo consegue se inserir em um contexto alfabetizador utilizando a Língua Portuguesa como canal de alfabetização.

A dificuldade de comunicação, aliada aos fatores que dificultam a adaptação do surdo à educação em geral, apesar de todos os avanços nas áreas cognitivas, sociais e humanas, mostra que muito ainda precisa ser feito. A proposta política educacional da Educação Especial e de Educação Inclusiva é justamente de promover as adaptações necessárias para que o indivíduo desenvolva habilidades e sinta-se participante em todas as atividades, dentro ou fora da escola.

De acordo com as opiniões de [4], os professores atribuem que em relação a Matemática, os alunos surdos apresentam dificuldades em interpretar e aprender por meio dos enunciados e dos sinais, principalmente quando se relaciona a alguns conteúdos em específico. É importante relatar que no ambiente escolar mesmo que os alunos ouvintes obtenham bons resultados em Matemática e também em outras disciplinas, com os alunos surdos isso não acontece, principalmente pelo fato de que a linguagem e a comunicação dependem tanto do trabalho do professor intérprete quanto do vocabulário de sinais trabalhado, ou mesmo existente.

2 Metodologia:

Para a realização dessa pesquisa a metodologia utilizada será a construção de material por meio da pesquisa terminológica, voltada para o campo da educação inclusiva, em especial do aluno com deficiência auditiva e ainda a análise de material (produto – glossários de

LIBRAS) construído por outros grupos de pesquisa, visando identificar a falta de sinais que possam ser trabalhados na proposta do estudo da Matemática no 8º ano do Ensino Fundamental.

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a importância do desenvolvimento de um glossário que reúne sinais já existentes e propõe novos sinais em LIBRAS que favoreça o ensino aprendizagem da Matemática dos alunos surdos do 8º do Ensino Fundamental. Assim, busca-se descrever os critérios utilizados no desenvolvimento de todas as fases do estudo, desde o processo de delimitação do problema e objetivos, alcançando as perspectivas históricas de material elaborado para o público de alunos surdos.

Diante de uma melhor organização da pesquisa e de sua investigação, esta será realizada por meio de cinco etapas distintas. Na primeira observa-se a escolha do local onde essa acontecerá e os respectivos colaboradores que participarão desse estudo. Na segunda etapa serão levantados os verbetes necessários para o ensino da Matemática na série determinada, através da pesquisa desses pelos membros do grupo de estudo, bem como por levantamento feito por parte do pesquisador. Serão também nessa etapa relatadas quais dessas palavras possuem sinalização. Estabelecidos os dados e documentos faz-se o registro desse material. Na terceira compara-se o material existente com as necessidades elencadas, verificando caso ocorra, o que ainda é falta. Na quarta, comprovada previamente sua necessidade, parte-se para a proposição dos sinais para os termos que deles carecem. Por fim, na quinta etapa, observa-se o registro do material e a realização de seu formato (glossário). Ao fim do processo, o produto final será utilizado em sala de aula por um período de 30 (trinta) dias para avaliação de sua utilidade.

3 Resultados:

Até o presente momento a pesquisa encontra-se em andamento, em sua terceira etapa do desenvolvimento metodológico. O grupo de estudo reúne-se periodicamente, pelo menos uma vez por semana. Os resultados estão sendo satisfatórios até então, visto que os membros do grupo cooperam com o pesquisador em prol da construção do objeto final, o glossário. Mesmo antes da realização da quarta etapa da metodologia, é possível perceber nas falas de membros do grupo a necessidade de se propor sinal para alguns verbetes já levantados, nos quais há concordância de sua carência de sinalização.

Para a proposta do glossário, até então foram levantados os seguintes verbetes necessários ao conteúdo do 8º ano: fração, numerador, denominador, número decimal, dobro, triplo, metade, terço, potência, base, expoente, raiz, radical, índice, parênteses, colchetes, chaves, igual, congruente, diferente, maior que, menor que, está contido, não está contido, semelhante, aproximado, $\alpha, \beta, \gamma, \theta$ conjuntos, naturais, inteiros, racionais, irracionais, reais, finito, infinito, geometria, ponto, reta, semirreta, segmento, lado, plano; transversal, paralelo, coincidente, plano, espacial, ângulo (agudo, reto, obtuso, raso), ângulos opostos pelo vértice, alternos, colaterais, correspondentes, triângulo, quadrado, retângulo, paralelogramo, losango, trapézio, base, altura, aresta, centro, diagonal, apótema, mediana, mediatrix, bisetriz, polígono, pentágono, hexágono, ortocentro, incentro, baricentro, circuncentro, círculo, raio, diâmetro, prisma, cubo, pirâmide, esfera, cilindro, cone, área, perímetro, volume, distância, largura, comprimento, trajetória, polinômio, expressão algébrica, incógnita, variável, termo algébrico, monômio, binômio, trinômio, produto notável, fatoração, mínimo múltiplo comum, plano cartesiano, par ordenado, abscissa, ordenada, coordenada, gráfico, equação, sistema. Desses, muitos já possuem sinalização, como o exemplo a seguir:



Fatoração

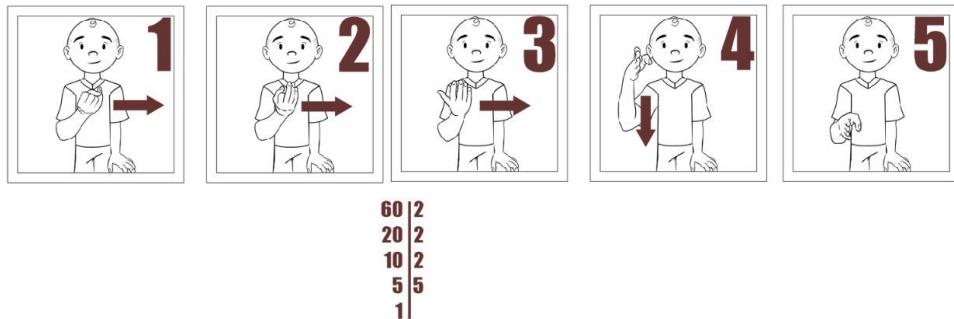


Figura 1: Sinal de fatoração de um número
Fonte: próprio autor, baseado em [3]

No entanto, verifica-se raro encontrar um vocabulário específico como esse reunido em um único documento, o que faz o desenvolvimento desse ser considerado necessário pelo grupo. Ainda não há sinais propostos pela equipe de estudo para os termos não encontrados, o processo está em andamento.

Ao fim da construção do glossário, o mesmo deverá ser submetido ao uso pelos alunos e intérprete. Espera-se que esse seja um facilitador do aprendizado da Matemática durante o período, levando o pesquisador a um resultado favorável ao término de sua pesquisa.

4 Conclusões:

Este trabalho está em desenvolvimento, mas é um sistemático de estudo dos sinais em consonância com as necessidades dos estudantes, na sua aprendizagem matemática. É um desafio identificar e solucionar suas necessidades. Esse processo só é possível graças ao envolvimento e a participação de professores e alunos. Construir um sinal que estreite a distância do conhecimento é um processo coletivo cujos benefícios serão percebidos no desenvolvimento e aprendizagem das crianças e jovens, além de oferecer condições para que outros professores e intérpretes possam melhorar suas comunicação e ensinamento.

Referências:

[1] ALBRES, N. A. **A educação de estudantes surdos no Brasil do final da década de 1970 a 2005: análise dos documentos referenciadores.** 2005. 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

[2] CARVALHO, D. J. Problematizando a multiplicação matemática com alunos surdos. VICTOR, S.L. et. al (orgs) **Práticas Bilíngues: Caminhos possíveis na educação de surdos.** Vitória, ES: GM, 2010. p. 71 - 81.

[3] DADA, Zanúbia. **Matemática em LIBRAS.** Campo Grande: CAS. SED, 2009.

[4] NOGUEIRA, C. M. I.; MACHADO, E. L. **O Ensino de Matemática para Deficientes Auditivos: uma visão psicopedagógica.** Relatório Final de Projeto de Pesquisa — Universidade Estadual de Maringá, Maringá/Pr. 2011.



[5] SILVA, Patrícia Santos da; TRALDI JÚNIOR, Armando. **Educação Matemática na Contemporaneidade:** desafios e possibilidades São Paulo – SP, 13 a 16 de julho de 2016.



O Uso Das Ferramentas Do Aplicativo “Google Sala De Aula” No Ensino De Matemática

Élida Alves da Silva

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás
elida.asilva@gmail.com

Helenice Maria Costa Araújo

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás
helenicematematica@yahoo.com.br

Jhone Caldeira Silva

Instituto de Matemática e Estatística
Universidade Federal de Goiás
jhone@ufg.br

Resumo. O presente trabalho traz discussões sobre como a inserção de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na prática docente, por meio das ferramentas para ambiente de Sala de Aula do aplicativo “Google Sala de Aula”, contribui para o processo de ensino aprendizagem de Matemática. A pesquisa foi desenvolvida em uma turma de nono ano do Ensino Fundamental. Para subsidiar este trabalho foi feita uma ampla pesquisa bibliográfica sobre a Educação a Distância, TICs, mídia vídeo e sobre o objeto de aprendizagem Google Sala de Aula. Foram utilizados, como instrumentos mediadores do processo: questionários, atividades e vídeos analisados a partir de uma abordagem qualitativa e quantitativa. Os resultados obtidos nas análises dos dados apontam que o objetivo de inserir TICs na prática docente, por meio das ferramentas para ambiente de Sala de Aula do aplicativo “Google Sala de Aula”, de forma a contribuir significativamente para o processo de ensino aprendizagem de Matemática, foi atingido.

Palavras-chave: Google Sala de Aula; Tecnologias da Informação e Comunicação; Matemática.

Introdução

O ensino de Matemática, ao longo dos anos, tornou-se um ponto crucial no processo de ensino aprendizagem, em razão da dificuldade encontrada pelos aprendizes em compreender seus conceitos básicos. O baixo rendimento escolar e o consequente baixo desempenho em avaliações do governo tais como a Prova Brasil, o SIMAVE (Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública) e SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica), são problemas enfrentados na atualidade pelas instituições de ensino. Diante disso, torna-se necessária uma reflexão acerca dos procedimentos pedagógicos adotados pelos professores.

O professor deverá buscar novas metodologias de ensino, qualificar suas aulas, buscar e utilizar novos recursos tecnológicos. Valente (1999) deixa claro a importante tarefa que o professor terá no sentido de motivar o aluno a continuar sua busca

Caberá ao professor saber desempenhar um papel de desafiador, mantendo vivo o interesse do aluno em continuar a buscar novos conceitos e estratégias de uso desses conceitos, incentivando relações sociais de modo que os alunos possam aprender uns com os outros a trabalhar em grupo. (VALENTE, 1999, p.40).

É essencial auxiliar os alunos na construção do conhecimento de maneira que eles se sintam motivados e consigam superar suas dificuldades, principalmente em relação aos conteúdos de Matemática. Nesse contexto, surge a proposta de utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) em ambientes de aprendizagem.

A sociedade atual passa por profundas mudanças caracterizadas por uma profunda valorização da informação. Na chamada Sociedade da Informação, processos de aquisição do conhecimento assumem um papel de destaque e passam a exigir um profissional crítico, criativo, com capacidade de pensar, de aprender a aprender, de trabalhar em grupo e de se conhecer como indivíduo. Cabe à educação formar esse profissional (...). (MERCADO, 2002, p.12)

Atualmente, com os recursos tecnológicos disponíveis, podemos tornar a Matemática uma disciplina envolvente e instigante para nossos alunos. Com a difusão do computador como ferramenta no processo de ensino aprendizagem, vários aplicativos foram desenvolvidos para essa finalidade, possibilitando uma revolução em termos da habitual forma de ministrar aulas.

No âmbito das tecnologias digitais, as ferramentas *on-line* possuem um potencial de ensino inovador, além de facilitar o trabalho de professores e aprimorar o ensino e a aprendizagem dos alunos. Conforme Boettcher (2005) não dá mais para separar educação *on-line* de educação presencial. Para o autor, no espaço relacional do laboratório, passamos a utilizar a internet como amplo dispositivo para navegar, inventar, mobilizando os alunos a construir novos dispositivos para disparar, para autoconstruir.

Nessa perspectiva, o professor pode utilizar ferramentas para ambiente de Sala de Aula do aplicativo “Google Sala de Aula” para a criação de grupos e turmas, para o compartilhamento virtual de informações e documentos, para propor tarefas individuais ou coletivas, para enviar feedbacks, para propor discussões, para compartilhar recursos e trocar idéias, para aprimorar a comunicação com os alunos, para criar e compartilhar atividades online, para corrigir e informar a nota de cada tarefa e ainda possibilita a geração de gráficos informativos sobre o desempenho da turma em cada atividade. Assim é possível aprimorar o processo de ensino aprendizagem de Matemática, criando novas metodologias interativas, onde se possa compartilhar materiais didáticos de forma dinâmica, bem como propiciar a interação, em tempo real, entre professores e alunos. Essa iniciativa pode despertar o interesse do aluno por meio de um trabalho lúdico e prazeroso, que o levará a uma maior socialização e um processo de relacionamento interpessoal, o qual propiciará o aprendizado coletivo.

Nesse contexto, partindo da motivação adquirida por meio da experiência da pesquisadora como aluna da Educação a Distância e como professora de Matemática, propôs-se o seguinte problema de pesquisa: “O desenvolvimento de atividades utilizando Tecnologias de Comunicação e Informação, por meio da plataforma “Google Sala de Aula”, concomitantemente com as aulas presenciais, pode contribuir com a aprendizagem dos conteúdos de equação do segundo grau, fórmula de Bháskara, relação entre as raízes e os coeficientes de uma equação de segundo grau (soma e produto), sistema de equações do segundo grau, problemas envolvendo equações do segundo grau e conceitos iniciais de funções?”. A partir desta inquietação é que desenvolvemos nossa pesquisa.

Metodologia

Com o objetivo de buscar instrumentos que propiciem a melhoria da qualidade do processo de ensino aprendizagem de Matemática, foi feita uma revisão bibliográfica sobre a Educação a Distância, TICs, mídia vídeo e sobre o Google Sala de Aula. A partir desta pesquisa foram

elaboradas atividades que envolveram a utilização de TICs na prática docente, ferramentas para ambiente de Sala de Aula do aplicativo “Google Sala de Aula” e a criação de um ambiente interativo onde fosse possível compartilhar materiais didáticos de forma dinâmica. A pesquisa foi fundamentada em uma metodologia qualitativa que, segundo Garnica (2006) se caracteriza pelas características abaixo:

a transitoriedade de seus resultados; (b) a impossibilidade de uma hipótese a priori, cujo objetivo da pesquisa será comprovar ou refutar; (c) a não neutralidade do pesquisador que, no processo interpretativo, vale-se de suas perspectivas e filtros vivenciais prévios dos quais não consegue se desvincilar; (d) que a constituição de suas compreensões dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-las podem ser (re)configuradas; e (e) a impossibilidade de estabelecer regulamentações, em procedimentos sistemáticos, prévios, estáticos e generalistas (p. 86).

A intervenção foi realizada na cidade de Uberlândia/MG, em uma Escola Municipal. Participaram do estudo 34 alunos do nono ano do Ensino Fundamental. Foram ministradas aulas tradicionais abordando o conteúdo selecionado e, simultaneamente, foram desenvolvidas atividades no portal do aluno, como complemento às aulas ministradas presencialmente. Além disso, tendo em vista envolver os alunos e motivá-los a estudar, foi proposto que fizessem vídeo aulas sobre os conteúdos abordados, os quais foram postados no ambiente virtual. As atividades realizadas no Portal do aluno foram feitas em contra turno e perfizeram um total de 30 horas aula.

Foram utilizados, como instrumentos mediadores do processo: questionários, atividades e vídeos. Foi realizada a análise dos dados coletados. Para Neves (1996), o pesquisador deve buscar entender a importância dos fenômenos estudados, segundo a perspectiva dos participantes da situação estudada e, em seguida, fazer a interpretação dos fenômenos estudados.

Resultados e Discussão

No decorrer da pesquisa foram desenvolvidas as atividades: “Diagnóstico”, “Trabalho de Matemática”, “Produção de Vídeo Aulas”, “Teste de Matemática” e “Questionário final”.

A aplicação do “Diagnóstico” possibilitou o cadastro dos alunos, promoveu o primeiro contato com a plataforma e permitiu o levantamento de informações sobre o perfil do aluno. O conhecimento prévio dos alunos foi verificado por meio da análise da Aplicação do “Trabalho de Matemática”. A análise do Trabalho com Vídeo Aulas mostrou que todos os grupos foram criteriosos quanto ao conteúdo proposto e quanto a exatidão dos conceitos matemáticos. O fato de todos, individualmente, terem que explicar o conteúdo e resolver os exercícios durante a apresentação, contribuiu para o aprimoramento da linguagem matemática. Além disso, a atividade contribuiu de forma significativa para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos abordados. Análise da Aplicação do “Teste de matemática” serviu como comparação entre uma atividade avaliativa realizada em sala de aula regular e uma realizada através do portal. Através da análise da Aplicação do “Questionário final” pudemos perceber que os alunos gostaram de participar do projeto de pesquisa.

O trabalho docente foi facilitado tendo em vista a possibilidade de armazenamento das tarefas no google drive, a possibilidade de correção automática de atividades de múltipla escolha, a facilidade de enviar “feedbacks” aos alunos em questões abertas, o tratamento das informações relativas ao desempenho dos alunos por meio de tabelas e gráficos. Portanto, esse recurso se mostrou eficaz tanto em motivar os alunos a desenvolver atividades matemáticas como em facilitar o trabalho docente.

Neste contexto, avaliamos que as ferramentas utilizadas durante o desenvolvimento do projeto são eficazes e, por meio delas, foi possível estimular e envolver parte dos sujeitos nas atividades. Um indicador dessa afirmação é a melhora do desempenho de 12 alunos quando comparados os resultados do “Teste de matemática”, aplicado antes da intervenção e do “Trabalho de Matemática”, aplicado após a intervenção. Entretanto, fazer com que o aluno estabeleça o hábito de estudar no cotidiano é uma tarefa árdua, bem como encontrar mecanismos para diagnosticar se o aluno realmente executa as atividades propostas ou conta com o apoio de terceiros.

Conclusões

A avaliação da proposta desenvolvida foi positiva a partir dos dados obtidos naquele momento. Contudo, posteriormente, tivemos acesso a outros indicadores positivos, os resultados de avaliações externas. No Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), os alunos participantes da pesquisa obtiveram nota 6,0, a maior nota já registrada para a escola nesta avaliação. O resultado foi disponibilizado, no Painel Educacional, a partir de Outubro de 2016. Na Avaliação Nacional do Rendimento Escolar, denominada PROVA BRASIL, os alunos participantes da pesquisa obtiveram nota (309,83).

Por fim, a experiência com o desenvolvimento de atividades utilizando Tecnologias de Comunicação e Informação, por meio da plataforma “Google Sala de Aula”, concomitantemente com as aulas presenciais impactou na prática docente da professora pesquisadora no sentido de incorporar essa nova metodologia definitivamente nas aulas de Matemática para todas as turmas nos anos seguintes a realização desta pesquisa.

Referências

- [1] BOETTCHER, D. **A internet como dispositivo potencializador didático.** In: _____. SCHLÜNZEN, E. T. M.; JUNIOR, K. S.; PELLANDA, N. M. C. (Org.). **Inclusão digital: tecendo redes afetivas/cognitivas.** Rio de Janeiro: DP&A, 2005. p. 145-161.
- [2] GARNICA, A. V. M. **História Oral e Educação Matemática.** In: BORBA, M. C. et al eAraújo, J. L. (Orgs.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática.** 2. ed. Belo Horizonte:Autêntica, 2006. Cap. 3. p. 79-100.
- [3] MERCADO, L. P. L. **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática.** Maceió: Edufal, 2002.
- [4] NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades.** Cadernos de Pesquisas em Administração, v. 1, n.3, 2º sem, 1996.
- [5] VALENTE, José Armando. **O computador e o conhecimento – repensando a educação.** São Paulo: Gráfica UNICAMP, 1993.

Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicas responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.



Possibilidades para Melhorar o Desempenho dos Acadêmicos na Disciplina de Cálculo

Élida Alves da Silva

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás
elida.asilva@gmail.com

Sheila Cristina Teixeira

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás
sheilamatematica@hotmail.com

Resumo. Neste trabalho são apresentados alguns resultados do projeto de pesquisa “Possibilidades para melhorar o desempenho dos acadêmicos na disciplina de Cálculo”, desenvolvido junto a alunos iniciantes do curso de Licenciatura em Matemática, na disciplina Pré-Cálculo. A intervenção junto aos sujeitos da pesquisa foi feita utilizando atividades relacionadas aos conteúdos de matemática elementar, com o auxílio de recursos computacionais. O software *Maxima* foi utilizado em atividades bem planejadas, em prol da melhoria do processo de ensino/aprendizagem na disciplina supracitada, fazendo uma análise crítica de como esse tipo de recurso pode contribuir para uma aprendizagem mais efetiva. Foi construída e experimentada uma proposta metodológica, visando uma abordagem intuitiva dos conceitos, num ambiente mais dinâmico, o qual possibilita a visualização de várias propriedades, principalmente gráficas. A partir da análise dos dados coletados foi constatada uma mudança de postura dos estudantes que se mostraram mais ativos no processo de construção do conhecimento, conquistando certa autonomia.

Palavras-Chave: Matemática; Recursos computacionais; Ensino; Cálculo; *Maxima*.

1 Introdução

Atualmente, os educadores têm enfrentado diversos desafios na mediação da construção do conhecimento, como por exemplo, melhorar o índice de aprendizagem em contrapartida à realidade da sociedade contemporânea; a falta de estrutura física e pedagógica das escolas; deficiências na própria formação, acarretando dificuldades na prática pedagógica e a desmotivação dos discentes. Atrelado a esses desafios, temos também, as dificuldades das instituições de ensino em acompanhar o desenvolvimento tecnológico e a complexidade inerente à mudança de nível de ensino, contribuindo com baixo desempenho dos discentes. Esses fatos têm refletido em avaliações como SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica), ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos) e exames vestibulares.

A prática docente no primeiro ano de um curso de Licenciatura, conduz à vivência dos referidos desafios. Propicia uma percepção de que a passagem de um segmento de ensino para outro, do ensino médio para o curso superior, costuma causar, em grande parte dos alunos, sensações de desconforto e insegurança. E essa situação, motiva a busca de estratégias e metodologias para superar estes desafios, propondo melhorias na prática pedagógica.

Tendo em vista os desafios que se apresentam na educação, o processo de ensino/aprendizagem, tem passado por mudanças. Deve-se ressaltar que uma das possibilidades, para promover um processo de ensino/aprendizagem de boa qualidade, é adotar estratégias metodológicas diferenciadas, associadas às Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), que motivem os discentes a serem ativos em todo processo. Diante da democratização das TICs esta associação é quase inevitável. Neste contexto, uma das estratégias propostas para a intervenção com alunos do primeiro ano de cursos de Licenciatura

em Matemática é trabalhar com o *software Maxima* na disciplina Pré-cálculo. Onde o discente se coloca ativo na construção do próprio conhecimento e o docente media esse processo.

O ambiente digital é uma poderosa ferramenta e se for utilizado com responsabilidade, intencionalidade e participação de todos certamente possibilitará avanços na construção do conhecimento. Porém, é preciso que haja engajamento. É preciso priorizar a educação para a cultura digital para que ambientes de aprendizagem com suportes nas TIC se engravidem de conhecimento. (MORI e MENEZES, 2003, p. 317)

Com isso, nos atentamos para a preciosidade dos ambientes de aprendizagem com recursos computacionais, os quais possibilitam avanços na qualidade do ensino, principalmente da matemática.

Na busca de possibilidades para melhorar o desempenho dos discentes no ensino de Cálculo, entende-se que, ao cursar essa disciplina, o aluno deve ter, pelo menos, a compreensão adequada dos conceitos e propriedades dos conjunto dos números reais e seus subconjuntos; o conhecimento das principais funções elementares, seus comportamentos gráficos e propriedades; bem como certa habilidade algébrica na manipulação de expressões. No entanto, os mesmos chegam despreparados para seguir os estudos no âmbito do ensino superior.

As causas são muitas e já bem conhecidas, principalmente, a má formação adquirida durante o 1º e 2º graus, de onde recebemos um grande contingente de alunos passivos, dependentes, sem domínio de conceitos básicos, com pouca capacidade crítica, sem hábitos de estudar e consequentemente, bastante inseguros. (BARRETO, 1995, p.4)

As inúmeras dificuldades apresentadas por discentes no ensino básico ao trabalhar com definições, conceitos e propriedades algébricas podem implicar que o conhecimento de matemática elementar adquirido não seja suficiente para o estudo Cálculo I. Na intervenção foram abordados estes tópicos, com a perspectiva de agregar excelência à docência. Buscamos uma metodologia alternativa que auxiliasse na prática docente, proporcionando aos discentes um ensino melhor, induzindo-os a serem mais participativos, ativos no processo de ensino/aprendizagem, tornando as aulas de Pré-cálculo para o Curso de Licenciatura em Matemática, mais estimulantes para docentes e discentes, por meio de procedimentos que nos propiciassem diálogo e melhor preparação para o curso de Cálculo I.

2 Metodologia

A pesquisa pode ser classificada como qualitativa, uma vez que o objetivo principal é investigar as contribuições da utilização de uma sequência de atividades para o ensino de Pré-Cálculo, partindo de observações feitas das interações e desenvolvimento dos alunos, durante a realização das atividades. De acordo com Garnica (2009, p. 86), uma pesquisa qualitativa contém as seguintes características:

(a) a transitoriedade de seus resultados; (b) a impossibilidade de uma hipótese a priori, cujo objetivo da pesquisa será comprovar ou refutar; (c) a não neutralidade do pesquisador que, no processo interpretativo, vale-se de suas perspectivas e filtros vivenciais prévios dos quais não consegue se desvincilar; (d) que a constituição de suas compreensões dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-las podem ser (re)configuradas; e (e) a impossibilidade de estabelecer regulamentações, em procedimentos sistemáticos, prévios, estáticos e generalistas.

Os participantes da pesquisa são alunos do 1º período do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública. Devido à heterogeneidade dos ingressantes do curso, algumas informações são essenciais para o planejamento da intervenção. Neste sentido, foi feito um diagnóstico por meio do qual os seguintes questionamentos foram respondidos: (a) Qual o perfil do aluno que ingressa ao Curso de Licenciatura em Matemática? (b) Quais

dificuldades e carências de conteúdos básicos de matemática estes alunos declaram ter? (c) Quais contribuições terá uma proposta metodológica utilizando recursos computacionais, na qual são abordados tópicos de matemática elementar? A partir dos dados coletados no diagnóstico e pesquisa bibliográfica feita foram planejadas as atividades.

Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados um questionário sobre o perfil socioeconômico do aluno; um formulário de sondagem sobre conteúdos de Matemática Elementar; diário de campo, onde foram feitas anotações sobre as interações ocorridas durante o desenvolvimento das atividades; questionários e formulários aplicados durante a intervenção, nos quais constavam perguntas abertas, possibilitando aos participantes se expressarem livremente.

3 Discussão e Análise dos Resultados

Na oportunidade em que o projeto foi apresentado aos participantes, os mesmos se mostraram favoráveis à pesquisa, externando a importância de melhorias no ensino de matemática, suas dificuldades e expectativas. A *priori*, foram aplicados o questionário socioeconômico e o teste de sondagem sobre os conteúdos de matemática elementar. Observamos que as carências em operações aritméticas e algébricas são preocupantes e podem comprometer a continuidade e o aprofundamento dos estudos dos participantes no ensino superior. Após análise dos dados coletados, foi possível conhecer o perfil dos participantes e delinear parâmetros para o planejamento das atividades.

A partir dos parâmetros delineados e a pesquisa feita sobre recursos computacionais, foram planejadas várias atividades com o objetivo de desenvolver o raciocínio e a compreensão dos conceitos selecionados a partir do diagnóstico. Buscamos elaborar atividades que fizessem o nivelamento e, ao mesmo tempo, instigassem e motivassem os envolvidos para a busca de novos conhecimentos.

Práticas investigativas introduzidas na sala de aula de matemática parecem ser cruciais para o desenvolvimento de uma postura especulativa em matemática, podendo gerar também, um deslocamento do foco da aula, do professor para o aluno, no sentido de uma aula mais colaborativa. Atividades de investigação podem conformar uma concepção de matemática como algo dinâmico, do conhecimento matemático como em construção, através do desenvolvimento de ideias e processos, constituintes do pensar e fazer matemáticos. (FROTA, 2005, p.1,2)

Neste sentido, a intervenção, com auxílio do *software Maxima*, propiciou aos alunos a oportunidade de perceber os conceitos matemáticos básicos como um conjunto de conhecimentos conectados entre si, além de promover um melhor domínio de habilidades algébricas essenciais, visando uma maior familiaridade com o Cálculo I.

Vale ressaltar que, muitas vezes, a tentativa de utilização das TICs se esbarra em problemas, tais como a estrutura de tecnologia digital das escolas não serem suficientes e a falta capacitação do professor para utilizar esses recursos em prol da construção do conhecimento matemático. No desenvolvimento desta intervenção, enfrentamos algumas dificuldades quanto à estrutura do espaço de trabalho, tanto em relação ao tamanho do espaço, quanto ao número insuficiente de microcomputadores, devido a quantidade de discentes. Entretanto, vale ressaltar que as dificuldades não impediram o aproveitamento e a qualidade das atividades, pois os discentes se comprometeram com a dinâmica e com isso o resultado foi muito satisfatório.

Através dos depoimentos dos discentes, bem como das observações e reflexões da professora/pesquisadora, é possível destacar as contribuições da metodologia utilizada para melhoria do processo de ensino/aprendizagem de Pré-cálculo. As atividades exploratórias, com auxílio de um software matemático, permite a visualização rápida de algumas propriedades gráficas, tais como translações e reflexões nos gráficos de funções; simetria nos

gráficos de funções inversas e de funções pares e ímpares; e a visualização das raízes de funções polinomiais. O trabalho algébrico com produtos notáveis e fatoração torna-se mais atrativo, pois o ambiente interativo favorece a busca de comprovação de conjecturas e observações desenvolvidas pelos próprios alunos.

Portanto, o processo de ensino-aprendizagem de Pré-Cálculo, com atividades exploratórias utilizando o software *Maxima*, pode contribuir para mudanças de postura tanto do professor, quanto do discente. Os discentes se tornam mais questionadores e investigativos.

4 Considerações Finais

Foram experimentadas possibilidades metodológicas, envolvendo uma abordagem intuitiva dos conceitos num ambiente mais dinâmico, o qual possibilita a visualização de várias propriedades, principalmente gráficas. As atividades propostas contribuíram para uma mudança de postura dos estudantes, que se mostraram mais ativos no processo de construção do conhecimento, conquistando certa autonomia.

No entanto, para obter êxito no uso dessa metodologia, é primordial uma mudança de postura do professor, na forma de encarar os conteúdos e planejar as atividades, as quais devem ter caráter exploratório e investigativo. Além disso, o docente deve assumir o papel de mediador, instigando e fomentando a investigação, enquanto observa atentamente o desenvolvimento das discussões entre os alunos.

Professores e alunos compartilham a atividade de aprender. Os professores promovem e organizam atividades de participação. O estudante é visto como o sujeito ativo que adquire, processa e avalia seu conhecimento. Os professores devem trabalhar na criação de situações para ativar a participação dos estudantes nos métodos de ensino centrados neles. (IMBERNÓN, 2012, p.51)

Este trabalho propiciou uma mudança na prática docente da pesquisadora e acredita-se que possa motivar docentes que atuam nessa área a buscar novas estratégias metodológicas e formas alternativas de trabalhar com esses tópicos elementares, aliando o labor tradicional, com lápis e papel, a outras possibilidades, tais como as proporcionadas pelos softwares matemáticos.

Referências

- [1] BARRETO, A. **O ensino de cálculo I nas universidades**. Informativo da Sociedade Brasileira de Matemática – SBM (6) 4-5, 1995.
- [2] FROTA, M.C.R. **Experiência Matemática e Investigação matemática**. V CIBEM, Porto, Portugal, jul. 2005.
- [3] GARNICA, A. V. M. **História Oral e Educação Matemática**. In: BORBA, M. C.; LIMA, L. F. **Grupo de Estudos de Professores e a Produção de Atividades Matemáticas sobre Funções utilizando Computadores**. 2009. Dissertação de Mestrado Rio Claro: Unesp, 2009.
- [5] IMBERNÓN, F. **Inovar o ensino e a aprendizagem na universidade**, São Paulo: Cortez, 2012.
- [6] MORI, K. R. G.; MENEZES, L. C. R. **O desenvolvimento do trabalho colaborativo na formação de gestores escolares e coordenadores estaduais de educação para o uso das TICs**. In: Anais do IX Workshop de informática na escola - WIE, 2003.

Responsabilidade Autoral

“As autoras são as únicas responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.



Relato de Experiência com os Métodos Tradicional e Resolução de Problemas no Ensino da Matemática para Alunos da 3^a Série do Ensino Médio

Wisney Adriano de Menezes

UNICERRADO – Centro Universitário de Goiatuba
wisneymenezes@hotmail.com

Juliana Bernardes Borges da Cunha

Unidade Acadêmica Especial De Matemática e Tecnologia
Universidade Federal de Goiás
julianabborges@gmail.com

RESUMO

Na proposta de análise metodológica do ensino de matemática no nível básico, escolheu-se a terceira série do Ensino Médio. Justifica-se tal escolha ao peso e responsabilidade que essas turmas têm em concluir essa fase do ensino. Essas turmas são avaliadas internamente, como forma de aprovação escolar, e externamente como estatística do sistema governamental de apresentação de índices educacionais. A pesquisa bibliográfica e de campo visam observar e validar o relato entre as metodologias aplicadas: tradicional e resoluções de problemas. Faz-se uma comparação entre o docente, transmissor de conteúdos, e um professor mediador, e do discente receptor e por vezes intérprete de questões antes de resolvê-las. A aplicação metodológica foi feita com dois grupos de alunos de um mesmo período do ano letivo no tema de Geometria Analítica, e os resultados são demonstrados em uma avaliação, tabulada e descrita nesse trabalho. Possibilitou então uma análise final de propostas metodológicas do ensino da matemática. Finalmente, criou-se possibilidade de inserções e comparações com propostas de outros métodos e novos estudos.

Palavras Chave: Ensino da Matemática, Metodologia de Ensino da Matemática, Metodologia Tradicional e Resoluções de Problemas.

1 - Metodologia da Pesquisa

A pesquisa procurou identificar em salas da 3^a série do Ensino Médio, de uma escola pública de Goiatuba do Estado de Goiás, na disciplina de matemática, a relação entre os métodos de ensino tradicional e de resoluções de problemas, comparando e analisando resultados das intervenções.

Os métodos de ensino mostraram-se diferentes na forma de conduzir as aulas, no material didático utilizado e na forma de elaboração desse material.

O desenvolvimento do trabalho aconteceu de forma bibliográfica e de campo. A abordagem foi de forma quantitativa e com utilização para estudo dos dados coletados. As turmas foram escolhidas de maneira aleatória. Não existiu tendência a uma previsão do resultado final, fato que as turmas foram desenvolvidas sem que notassem diferença entre elas, enquanto os conteúdos e sua sequência curricular foram mantidas durante esse período. Segundo Terence [1], a pesquisa quantitativa permite a mensuração das opiniões, reações, hábito e atitudes em um universo através de uma amostra que representa dados em forma estatística.

Preocupou-se nesse estudo a verificação da aprendizagem matemática, através da relação entre métodos de ensino, descrita por resultados numéricos, foi proposto de forma dedutiva uma maneira de confirmação ou não da hipótese da pesquisa que é a metodologia alternativa

através de resoluções de problemas sobressair ou apresentar resultados quantitativos diferentes, em relação à avaliação com a metodologia tradicional.

Em função da necessidade de coleta de dados num grupo de alunos, tornou-se necessário direcionar a pesquisa para a forma participante, em que o pesquisador agiu de forma integrada e sem tendência arbitrária com quem está sendo pesquisado. Para a coleta foi utilizada aplicação de estratégias durante as aulas, execução pelo aluno, e realização de avaliação, em forma de quantificação de resultados.

A análise foi feita nas medidas de dispersão entre dados das séries pesquisadas, as quais forma utilizadas médias aritméticas, variância e desvio padrão dos grupos pesquisados, além de correlação (índice que indica a força de relação entre as variáveis em estudo), nesse caso entre as metodologias e grupos.

2 – Referencial

Segundo Maccarini [2], na concepção tradicional do ensino da matemática o professor é quem ensina, avalia, pergunta, cobra, logo é o detentor do saber, do poder e é quem controla o que ensina e bem diferente é o papel do aluno que aprende, busca o saber que não possui, responde, somente é avaliado, é um ser passivo que só recebe o saber.

Para Mizukami [3] a metodologia tradicional caracteriza pela transmissão do patrimônio cultural, pela confrontação com modelos e raciocínios elaborados, baseia-se na aula expositiva, o professor traz o conteúdo pronto e o aluno passivamente o escuta. O ponto fundamental é o produto, a reprodução feita pelo aluno, muitas vezes sem variações.

Na proposta de resolução de um problema, para Callejo [4], o ensino/aprendizagem por meio desse método forma uma tentativa de modificar o desenvolvimento habitual das aulas de matemática. Nessa concepção preocupa-se de pôr o foco nos discentes, que com essa ferramenta poderão ser sujeitos com capacidade autônoma nessas resoluções, críticos e reflexivos, adquirem a ação de propor soluções satisfatórias aos problemas apresentados.

Segundo Maccarini [2], um dos aspectos que remete ao ensino da matemática é o desenvolvimento do raciocínio lógico, uma vez que esse ensino trabalha com abstrações, organização do pensamento, exercita a argumentação e análise, fatores encontrados numa boa exercitação com questões em forma de problemas.

3 – Análise de Resultados

Considerando os resultados dos estudos realizados nesse projeto de pesquisa, analisou-se os acertos por metodologia, assim denominando de M1 para metodologia alternativa com resolução de problemas e M2 como metodologia tradicional.

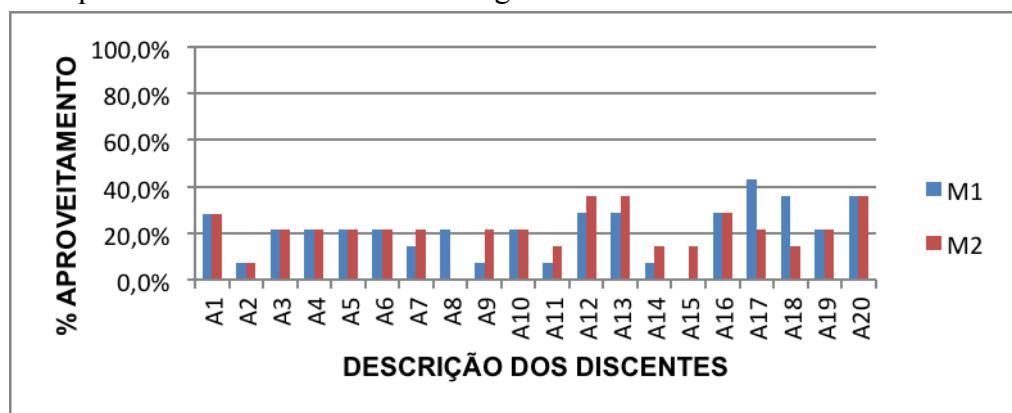


Gráfico 1- Aproveitamento Comparativo de Metodologias - 3^a Série A – 2017 - Matemática

Analisado o gráfico 1, resultados de acertos de simulado aplicado à 3^a série A do Ensino Médio de uma Unidade de Ensino de Goiatuba, temos então resultados por alunos descritos

em M1 com média aritmética de acertos de 2,9, uma variância de 2,3, desvio padrão de 1,5. Para a metodologia M2 os resultados foram uma média aritmética 2,9, com uma variância 1,4, desvio padrão 1,2, sabendo ainda como resultado de correlação entre as variáveis M1 e M2 um coeficiente de correlação de Pearson $r = 0,5$.

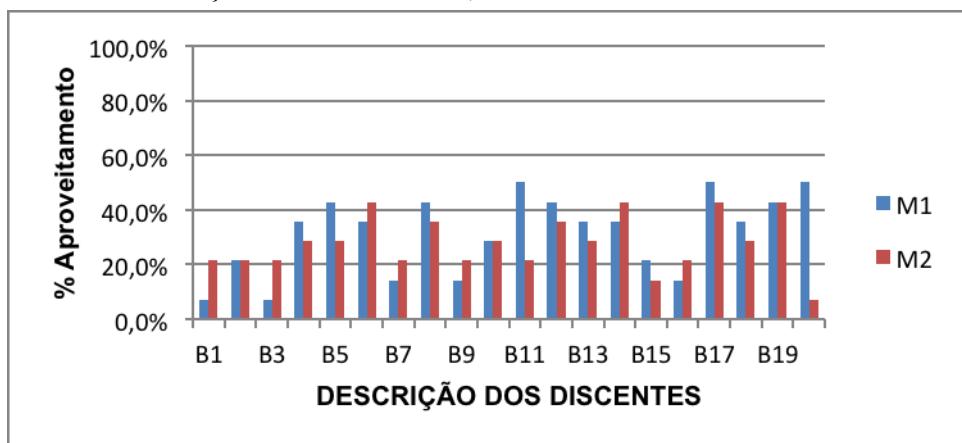


Gráfico 2 - Aproveitamento Comparativo de Metodologias - 3ª Série B – 2017 - Matemática

Em relação acima, referente à 3ª série B de uma Unidade de Ensino de Goiatuba, os resultados alcançados por alunos na primeira metodologia M1 obteve média aritmética de acertos de 4,3, uma variância de 3,7, desvio padrão de 1,9. Para a metodologia M2 os resultados foram uma média aritmética 3,8, com uma variância 1,6, desvio padrão 1,2, sabendo ainda como resultado de correlação entre as variáveis M1 e M2 um coeficiente de correlação de Pearson $r = 0,3$.

Em análise de índices pode-se concluir que os discentes da turma 3ª série A, na qual foi desenvolvida a metodologia M2 obtiveram média aritmética igual e desvio padrão menor que na metodologia M1, mesmo assim considerando a relação entre as variáveis de acertos na metodologia M1 e M2, o índice de correção mostra uma correlação positiva e acentuada em relação à linearidade dos resultados.

Na análise de resultados da turma 3ª série B na qual foi desenvolvida a metodologia M1, os resultados mostraram índices maiores como média aritmética, variância e desvio padrão na metodologia M1. Além disso, também mostraram resultados melhores do que à outra turma nas duas metodologias. Em se tratando da correlação entre essas duas variáveis, mostrou-se por coeficiente de Pearson resultado menor do que a outra turma mostrando uma dispersão alta nos resultados de M1. Entretanto, uma correlação linear pequena, com linearidade quase nula.

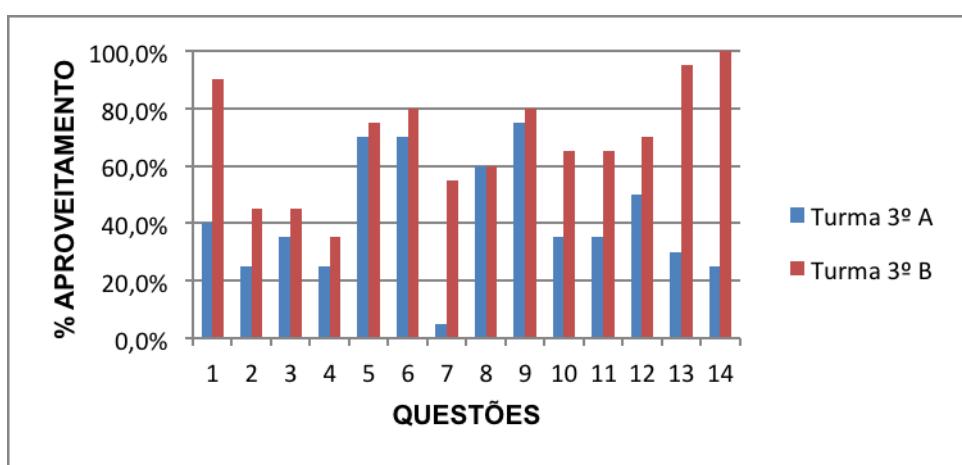


Gráfico 3: acertos por questão

Na análise do gráfico 3, referente aos totais de acertos por questão das turmas 3^a séries A e B mencionadas, os índices mostraram uma superioridade na média de acertos da turma 3^a série B. Sendo assim, uma variação da média e um desvio padrão maior na turma 3^a série A, proveniente então de uma correlação negativa e fraca entre as turmas aqui consideradas como variáveis de estudo.

Sobre a aplicação do projeto, os pesquisados demonstraram uma expectativa razoável. Considerando o final dessa aplicação, a turma 3^a série B demonstrou em suas respostas maior interação com a metodologia apresentada em sua turma (Metodologia M1). Já a turma 3^a série A mostrou em suas respostas que está acostumada com a metodologia M2 aplicada.

Ainda é possível relatar as dificuldades encontradas na aplicação da metodologia de resoluções de problemas uma vez que através de plano de aula construído pelo docente, o mesmo necessitou de elaborar ou de buscar em fontes próprias exercícios contextualizados e com características dessas resoluções demandando maior tempo na preparação da aula.

4 - Considerações Finais

Diante da comparação metodológica para o ensino de matemática verifica-se o grau de aprendizagem através de resolução de problemas e a forma tradicional de ensino, buscando analisar o rendimento dos discentes na disciplina mencionada.

Esse relato de experiência proposto através de resultados de pesquisa deixa a clara comparação entre as metodologias mencionadas, bem como a intenção objetiva de ter uma forma bem definida de análise de coleta estatística.

O quadro abaixo faz um comparativo importante para análise de resultados da pesquisa.

Aspectos Comparativos	Metodologia Tradicional		Metodologia de Resolução de problemas	
Turmas ->	A	B	A	B
Utilização da metodologia durante a pesquisa	sim	não	Não	sim
Resultados de acertos através de média aritmética	2,9	4,3	2,9	3,8
Resultados de acertos através de desvio padrão	1,5	1,9	1,2	1,2
Correlação	forte	fraca	Forte	fraca
Aproveitamento por acertos	regular	bom	Regular	bom

Tabela 1: comparativo de resultados de pesquisa

A tabela acima é objeto de análise final de pesquisa, mostrando comparação entre duas metodologias que apresentam resultados bem definidos em avaliação aplicada. Tais resultados já discutidos no texto mostram eficiência estatística com o objeto de estudo para um possível aproveitamento melhor de determinada metodologia em momentos de sala de aula na disciplina de matemática.

Referências

- [1] TERENCE, Ana Cláudia Fernandes. **Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais**, publicado em XXVI ENEGEP – Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2006.
- [2] MACCARINI, Justina Motter. **Fundamentos e metodologias do ensino da matemática**. Curitiba: Editora Fael, 2010.
- [3] MIZUKAMI, Maria das Graças Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.
- [4] VILA, Antoni. CALLEJO, María Luz. **Matemática para aprender a pensar: o papel das crianças na resolução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

Robótica Educacional: Ferramenta para o Ensino de Matemática na Educação Especial

Gessiene Soares dos Santos

Universidade Federal de Goiás

gessienesoares09@hotmail.com

Fernando da Costa Barbosa

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás

fermat.ufg@gmail.com

Resumo. Este trabalho visa apresentar as experiências desencadeadas durante a elaboração do Trabalho Final de Curso (TFC) apresentado na Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão (UFG-RC), curso de Matemática Licenciatura. Utilizamos os kits de Robótica Lego como ferramenta de ensino de conteúdos matemáticos para crianças com necessidades educativas especiais. O Trabalho foi uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso. As atividades foram desenvolvidas em uma escola de educação infantil de Catalão com quatro alunos com necessidades especiais. Nesse robô trabalhamos as quatro operações básicas da matemática.

Palavras-chave: Robótica; Matemática; Inclusão.

Introdução

Atualmente percebe-se que em praticamente todos os espaços da sociedade existe a presença de uma tecnologia digital. O despertador que nos acorda até a máquina que pesa nosso almoço. O que não percebemos é que essas tecnologias são robôs, que segundo Pazos (2002) traz a ideia de escravo, uma máquina que repete ações para o homem. No processo de construção de robôs, sabemos que

Indubitavelmente a ficção científica contribuiu para o desenvolvimento da robótica, plantando ideias nas mentes dos jovens que podiam empenhar-se em carreiras na robótica e criando consciência em meio ao público a respeito dessa tecnologia. Devemos também identificar certos desenvolvimentos tecnológicos através dos anos, que contribuíram para a substância da robótica. (PAZOS, 2002, p.10)

As inspirações que um indivíduo possui ou teve são responsáveis por estimular sua criatividade, levando ao desenvolvimento de mais tecnologia, mais robótica, mas nesse processo de criação, diferentes conhecimentos científicos são necessários para permitir que as ideias se tornem objetos concretos.

Nas últimas décadas temos uma popularização, divulgação e redução de custos, e hoje estamos imersos em ferramentas tecnológicas que nos auxiliam cada vez mais rápido a receber e enviar informações, mas também permitir uma formação. Todos nós temos informação acessível hoje de qualquer lugar e a qualquer momento. Entretanto essa intensa quantidade de informação em alguns momentos não são garantia de que a sociedade esteja desenvolvendo seu pensamento crítico e levando a uma aprendizagem. Larrosa (2014, p.24) ao falar de experiência já criticava essa massiva quantidade de informação e falta de tempo para que a mesma se torne uma aprendizagem efetiva.

Sujeitos ultra informados, transbordantes de opiniões e superestimados, mas também sujeitos cheios de vontade e hiperativos. E por isso, porque sempre estamos querendo o que não é, porque estamos sempre em atividade, porque estamos sempre mobilizados, não podemos parar. E, por não podermos parar, nada nos acontece (LARROSA, 2014, p. 24).

Nesse contexto social, temos um grande desafio educativo com o trabalho com tecnologias fazendo com que elas sejam ferramentas produtivas para construção do conhecimento dos alunos desde a educação básica. Tornar para além de instrumentos de diversão, mas de transformação do usuário e de seu próprio universo.

Quando perguntamos a qualquer professor, independente da sua concepção pedagógica, qual o objetivo atual da educação escolar e, portanto, qual o seu papel, como agente central desse processo, normalmente obtemos respostas muito parecidas. Sem titubear, eles costumam dizer que é o de desenvolver a capacidade de obtermos resposta muito parecidas. Sem titubear, eles costumam dizer que é o de desenvolver a capacidade de o aluno raciocinar, criar, trabalhar em grupo, de ser solidário, de caminhar em busca de sua própria autonomia intelectual e assim por diante. (NOVAIS, 2004, p.2).

Pensando nessas questões surge o tema desse trabalho. Utilizar o potencial dos kits Lego como ferramenta para o ensino de matemática na educação especial.

A educação especial no Brasil é marcada basicamente pela criação de dois institutos: “Instituto dos Meninos Cegos” em 1854 atualmente conhecido por Instituto Benjamin Constant -IBC e o “Instituto dos Surdos-Mudos” em 1857 denominado hoje por Instituto Nacional da Educação dos Surdos -INES ambos na cidade do Rio de Janeiro. A fundação desses dois institutos trouxe grandes conquistas para o Brasil quando se trata da pessoa que possui alguma deficiência. Mas ainda nesse período as ações destinadas a educação especial eram voltadas basicamente as pessoas com deficiências auditivas e visuais, sendo poucas as ações para deficiências físicas.

Temos alguns trabalhos já desenvolvidos com robótica relacionada a Educação especial, entre eles posso citar o trabalho de Santos, Pozzebom e Frigo (2016) que em seu trabalho “Robótica Aplicada à Educação Especial” utilizou o kit Lego Mindstorms NXT 2.0, em dois grupos de crianças (um com deficiência e outro sem deficiência), entre 6 a 8 anos, que cursam o 1º e o 3º ano do ensino fundamental regular. Tendo como foco principal a disciplina de matemática, a atividade tem o objetivo de estimular nas crianças o entendimento às duas principais operações matemáticas mais especificadamente a soma e subtração.

E o trabalho de Cristina Isabel Conchinha, do Instituto de Educação Universidade de Lisboa em 2011, o trabalho foi desenvolvido com duas crianças portadoras de paralisia cerebral da Associação Portuguesa de Paralisia Cerebral, com idades entre 8 e 18 anos, porém, segundo Conchinha (2011) para uma das crianças, intelectualmente sua “idade mental correspondeu a 5 (cinco) anos e 9 (nove) meses”; as atividades envolveram a utilização dos kits de robótica educacional Lego Mindstorms.

Todos nós sentimos a necessidade de mudar e fazer o máximo para acompanhar o mundo globalizado de hoje. Com os alunos não é diferente, faz parte de sua cultura e de seu interesse, devemos com sabedoria e planejamento nos apropriar desses elementos para construir uma educação melhor. Para isso, é importante estarmos em constante processo de aprendizagem para construirmos uma boa educação com as tecnologias.

Aqui também se encaixa o público dessa pesquisa, com eles não é diferente. Essa metodologia vem tendo grandes resultados, porém na educação especial ainda é pouco trabalhada. Ao final do trabalho percebemos que a utilização dessa metodologia é muito positivo e traz grandes resultados para a vida de todos envolvidos.

Metodologia

Este projeto caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, Segundo Rey (2005, p. 105) “a pesquisa desta natureza é um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos, cujo centro organizador é o modelo que o pesquisador desenvolve e em relação ao qual as diferentes informações empíricas adquirem significados” do tipo estudo de

caso. Para a construção dos dados na escola o projeto de pesquisa segue normativas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de Goiás, que estabelece que qualquer projeto envolvendo vidas necessita passar por uma avaliação se este está cumprindo requisitos de pesquisa, que não venha gerar nenhum dano aos envolvidos, a instituição pesquisada e a pesquisadora.

As atividades foram desenvolvidas em uma Escola parceira de Catalão, a qual vem participando de atividades de robótica na UFG- Regional Catalão vinculadas ao projeto de extensão Robomat: construindo cenários de Matemática com Robótica Educacional.

A definição do local de pesquisa foi durante uma participação da escola no projeto de extensão. Em uma de suas participações um dos estudantes apresentava, conforme nos relatou a Psicopedagoga, algumas dificuldades de aprendizagem, algumas limitações. Desta forma, solicitamos permissão para desenvolver o projeto de pesquisa na escola, juntamente com os alunos que possuem necessidades especiais dessa escola.

Os encontros foram realizados dentro da escola no horário regular de aula, ou seja, toda sexta-feira pela manhã em uma sala de aula reservada pela escola. No entanto não se restringe apenas a esse espaço de trabalho, a escola toda foi um campo de pesquisa, pois em diferentes momentos estamos com os alunos em outros espaços, observando ou até mesmo interagindo.

Os sujeitos da pesquisa foram 4 crianças com idades de 9, 10, 11 e 21 anos, que possuem alguma necessidade educativas especiais e que se interessaram em participar das atividades quando esclarecidas sobre o que seria trabalhado em termos de conhecimento e de recursos usados nessas aulas. A princípio a seleção foi baseado em sugestão apontada pela escola, mas a participação ocorreu após aceite das crianças ao convite de partir das atividades.

Os materiais utilizados foram dois Kits de robótica LEGO® Educacional, de propriedade da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, que foi adquirido via projeto de Extensão. Esse material foi emprestado ao projeto de pesquisa pelo coordenador do Laboratório de Tecnologias no Ensino no primeiro semestre ano de 2017.

O kit de robótica pode ser dividido em duas partes: Hardware (Parte física) e Software (programação).

Resultados e Discussões

O principal objetivo de construir ações educativas com robótica educacional constitui-se um desafio, o que foi possível fazer pelo pouco tempo foi iniciar um desenvolvimento de propostas. Foi preciso dar o primeiro passo, entender o campo e compreender as limitações e desafios. Quando falamos em limitações, começamos por nós, que mesmo amparadas na teoria somos sujeitos a limitações para com o campo da prática. Os diferentes desdobramentos em uma sala de aula exigem novas ações frente aos desafios da docência, as quais o docente nem sempre está preparado.

Apesar do campo de pesquisa/escola ser cheio de surpresas, as limitações dos próprios alunos são um desafio frente a elaboração e construção de uma ação educacional com robótica. Nesse momento percebo que conhecer não é suficiente, esse público exige um constante dar as mãos, é preciso apoio da psicopedagoga, da gestão, de todos que estão ligados a criança. Conhecendo as crianças facilita integrar ações com os recursos. Não basta conhecer a tecnologia e suas potencialidades, mas é preciso saber por onde e como começar. Tanto que nesse processo de construção de atividades com as crianças busquei montagens que estimulassem o interesse e desafiasssem as crianças e pudessem trabalhar conceitos de Matemática.

As propostas de atividades de robótica eram construídas pautadas na montagem, programação e proposta de atividade com robô. Nesse modelo de ação busquei trabalhar a matemática. Vi que em diferentes momentos ela emergia de forma mais intensa ou não.

Conclusões

A robótica educacional pode ser explorada a fim de possibilitar o trabalho com conceitos matemáticos, seja na programação, montagem e proposta de atividades. As propostas de atividades podem ser desafios ou exercício. Nessas atividades, os desafios ou exercício podem ser construídos de forma divertida. A aprendizagem pode ocorrer no robô ou estar externo, como foi o caso de mais evidencia da última atividade. O trabalho com robótica é também o trabalho com um brinquedo chamado robô (hardware e software), esse brincar só é perfeito quando se tem sempre o que fazer com o brinquedo, enquanto possuir possibilidades de montagem, de programação é instigante, é interessante se ver como “autor” de algo.

Compreendemos que apenas iniciamos uma longa jornada, pois o desconhecido nos deixa mais curiosos de como pode-se fazer mais para uma educação verdadeiramente importante na formação de pessoas que sejam capazes de ter seus projetos de vida, fazer parte da sociedade.

Que outros alunos não tenham o medo atrelado a suas mochilas, mas a picareta da curiosidade e a certeza que não existe caminho errado, apenas mais um caminho trilhado. Que se o tema lhes agradar, faça-nos um favor, continue de onde paramos ou comece um novo trilhar desta grande pesquisa que não é minha, mas nossa, de todos, pois conhecimento é da humanidade. Não feche os olhos para o outro, para os problemas, mas abra e ajude a resolvê-los. Se você ignora como muitos, você, futuro professor não cumprirá seu papel, educação é para todos!

Referências

- [1] CONCHINHA, Cristina Isabel. **Lego Mindstorms: um estudo com utentes com paralisia cerebral**. UL: Lisboa, 2011. Dissertação (Mestrado) – Área de Especialização em Tecnologias da Informação e Comunicação e Educação, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Universidade de Lisboa, 2011.
- [2] LARROSA, Jorge. **Tremores: escritos sobre experiência**. Belo Horizonte: Grupo Autêntica, 2014. 176 p.
- [3] NOVAIS, Vera Lúcia Duarte de. **A educação e a escola no olho do furacão... e o gestor diante disso?**, 2004. Disponível em:<http://www.gestores.pucsp.br/curso/cursos/18/72/1/texto_integral.html> . Acesso em: 07 agosto de 2018.
- [4] PAZOS, Fernando. **Automação de Sistema & Robótica**, Axcel Books do Brasil.2002.KOGAN, I. A.; OLVER, P. J. Invariant Euler-Lagrange equations and the invariant variational bicomplex. **Acta Applicandae Mathematicae**. Netherlands, v. 76, n. 2, p. 137 – 193, Apr. 2003.
- [5] REY, Fernando Luis González. **Pesquisa Qualitativa e Subjetividade**: os processos de construção da informação. Tradução Marcel Aristides Ferrada Silva. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005a.
- [6] SANTOS, POZZEBOM E FRIGO. **Robótica aplicada à Educação Especial**. ICBL2013 – International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning.

Robótica Educacional: Uma perspectiva entre o Estágio Supervisionado e o Ensino de Matemática

Rodrigo Santana de Oliveira

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás- Regional Catalão

rodrigooliveira14123@gmail.com

Fernando da Costa Barbosa

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás- Regional Catalão

fermat.ufu@gmail.com

Resumo. O presente trabalho vem de encontro com a necessidade de discutir e buscar meios de preparar professores e instituições educacionais para o ensino, no intuito de aperfeiçoar a formação fazendo com que futuros professores tenham o contato direto com o ambiente da sala de aula e de certa forma aliar o ensino e a tecnologia utilizando-os como ferramenta pedagógica. O Projeto denominado Robomat: Construindo cenários de Matemática e Robótica desenvolvido por meio de uma abordagem qualitativa do tipo Estudo de Caso, com as atividades elaboradas por discentes da disciplina Estágio Supervisionado I do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Goiás Regional Catalão. Para a obtenção de dados foi feita a aplicação de questionários e através dos mesmos ser identificados as principais dificuldades encontradas pelos alunos tanto em relação as aulas quanto em relação ao seu conhecimento matemático advindo da sua formação e adquirido durante as atividades realizadas no projeto. A aplicação das atividades neste contexto consistiu no aprimoramento da formação acadêmica, sendo os conhecimentos adquiridos por meio de atividades e situações que envolvem a atuação profissional.

Palavras-chave: Robótica; Matemática; Ensino.

1) Introdução

A educação proporciona inúmeras vantagens para o desenvolvimento intelectual do homem, onde o conhecimento pode variar perante cada transformação histórica advinda das demandas de cada período, tendo como foco principal o próprio indivíduo de acordo com a cultura do seu meio (ZILLI, 2004).

Segundo Freire (2002) é fundamental ter sempre um cuidado intensivo para se desempenhar uma pedagogia fundada na ética, no respeito à dignidade e à própria autonomia do educando. O ato de ensinar vai muito além de treinar o educando no desempenho de suas habilidades, é reforçar sua capacidade crítica, sua curiosidade e sua independência, tornando indivíduos instigadores, criadores, persistentes, inquietos e inovadores, para que passem a ser sujeitos deste processo.

A fim de aperfeiçoar e melhorar o conhecimento, o homem tem buscado novas formas de deixar o aprendizado mais característico com o tempo atual, trazendo a inovação como uma das fontes principais do ensino, assegurando a necessidade atual da tecnologia no contexto escolar, a partir de diferentes técnicas de ensino-aprendizagem (ZILLI, 2004).

Visando essa atual realidade, Zilli (2004) destaca que as unidades de ensino vêm buscando fazer um acompanhamento junto as atualizações, pois a mesma percebe a necessidade dos alunos, buscando garantir um ensino de qualidade e com grande diferencial no ensino e aprendizagem. No entanto, o educador possui várias formas de aplicar este método, articulando

o conteúdo previsto do currículo de forma dinâmica, para assim ter uma interação melhor e diversificada com o aluno.

Atualmente, na concepção de Gomes et al. (2010) a interação entre homem e tecnologia tem trazido diversas ideias inovadoras e várias oportunidades de facilitar o desenvolvimento da aprendizagem. A exemplo disto, temos a robótica que vem se tornando uma importante ferramenta utilizada para desenvolver a criatividade dos alunos e promover um maior entendimento das disciplinas, principalmente da matemática.

Segundo Barbosa (2011) no mesmo período que a Informática iniciou sua incorporação ao contexto da escola a robótica vem fazendo parte deste mesmo cenário educacional, porém devido ao alto custo e pelas limitações tecnológicas a robótica não se estendeu a todos. Atualmente a Robótica Educacional ganhou bastante destaque e isto se deve ao avanço tecnológico e a necessidade deste tipo de prática no ensino.

Baseado em Barbosa (2011) compreendemos que a Robótica Educacional é caracterizada pela busca da aproximação da realidade do aluno com determinado conteúdo, usando situações problemas para sanar algumas dificuldades enfrentadas, amenizando os erros e aumentando a taxa de acertos para chegar ao objetivo esperado, que é um maior acervo de conhecimento do aluno a partir do uso desta tecnologia.

A informática vem ganhando o cenário, principalmente na parte educacional, sendo considerada fundamental em diversas áreas, como ensino, pesquisas e no aperfeiçoamento do conhecimento, onde a mesma é a principal pioneira para o surgimento da Robótica Educacional, possibilitando uma interação do homem com a máquina, trazendo para a sala de aula o contato direto dos alunos (BARBOSA, 2011).

Dentro deste cenário, o uso da robótica vem trazendo um grande impacto devido ser bem diversificada e ampla, extinguindo por diversas áreas como forma de benefício o aprendizado, onde a mesma não é considerada uma ideia de aplicação atual, pois foi criada na década de 1960 por Seymour Papert ao desenvolver a teoria do Construcionismo que defendia o uso de técnicas de ensino que utilize materiais concretos aplicados a realidade do aluno, explicitando a ideia do uso de computadores para atrair a atenção de jovens e crianças no contexto escolar (GOMES et al, 2010).

O robô não pode ser confundido como um “brinquedinho” que está na moda, pois a robótica é uma prática fundamental para o ensino, classificada como “ferramenta que permite ao professor demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando o aluno, que a todo momento é desafiado a observar, abstrair e inventar” (ZILLI, 2004, p.39).

Assim sendo, baseado em nossa preocupação na educação matemática, este artigo foi construído a partir de resultados, que buscaram propiciar a construção do conhecimento acerca da Robótica Educacional, a partir de uma ação pedagógica com RE para o ensino de Matemática para os alunos da 1^a série do ensino médio, bem como os conteúdos que podem ser estudados e as atividades propostas durante a aplicação do projeto utilizando recursos concretos, visuais, sensoriais, no intuito de despertar a capacidade cognitiva do aluno.

2) Metodologia

O presente trabalho vem de encontro com a necessidade de discutir e buscar meios de preparar professores e instituições educacionais para o ensino, no intuito de aperfeiçoar a formação fazendo com que futuros professores tenham o contato direto com o ambiente da sala de aula e de certa forma aliar o ensino e a tecnologia utilizando-os como ferramenta pedagógica.

O Projeto denominado “Robomat: Construindo cenários de Matemática e Robótica”, desenvolvido por meio de uma abordagem qualitativa do tipo Estudo de Caso, definido por Gil

(2002, p. 54), como sendo "o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo conhecimento [...]", onde as atividades foram todas elaboradas por discentes do curso de licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Goiás Regional Catalão.

As atividades de RE com o Ensino de Matemática, foram compostas por conceitos básicos a ser ensinados pelos discentes, onde participaram cerca de 12 alunos com faixa etária entre 15 e 17 anos, cursando a 1^a série do Ensino Médio de um Colégio Estadual da cidade de Ouvidor (aproximadamente 33,5 km de Catalão) no estado de Goiás. A aplicação da Robótica Educacional foi realizada usando o kit de robótica LEGO ® Mindstorms adquiridos pela universidade através de projetos. Esses materiais, possibilitam o pensamento abstrato seja trabalhado, usando de um material concreto.

3) Resultados e Discussão

O desafio lançado durante o projeto foi a construção do Castor Bot¹ que é um modelo básico, simples e fácil de montar, pois o mesmo possibilita exercer diversos tipos de desafios, onde para ser realizados é necessário compreender a matemática e de imediato suprir todas as dificuldades apresentadas durante a execução.

Para a obtenção de dados foi feita a aplicação de questionários e através dos mesmos ser identificados os principais desafios encarados pelos alunos tanto em relação as aulas quanto em relação ao seu conhecimento matemático advindo da sua formação e adquirido durante as atividades realizadas no projeto.

As atividades foram iniciadas através do debate com os alunos sobre o que eles entendiam sobre robótica, o que era um robô e se no dia a dia eles se deparam com este tipo de instrumento. Foi retratado onde a Robótica está no nosso cotidiano e em seguida como se deu origem e da sua inserção no âmbito educacional.

Em seguida, iniciou-se através construção do robô de maneira livre, porém foram dadas as instruções e materiais a serem utilizados a cada etapa da atividade. O protótipo a ser montado foi o Castor Bot, onde todas as peças são do Kit LEGO Mindstorms e foram disponibilizadas aos alunos já separadas, no intuito de ganho de tempo, que em outras etapas seria mais relevante do que apenas o ato de separação de peças, ficando somente com o trabalho de montagem do Robô.

A etapa seguinte foi a programação do robô, a mesma é feita no computador através do software da NXT programs, que é em blocos, próprio para quem está iniciando em programação. Assim sendo, foi apresentado conteúdos como cálculo de comprimento de uma circunferência através do movimento do giro do robô, conceito de ângulos, cálculos com operações básicas, unidades de medida de comprimento e algumas transformações. Vale ressaltar que, a Matemática está compreendida em várias partes da construção, programação e atividades onde o aprendizado é trivial para execução dos desafios.

Para que os alunos consigam cumprir todas as tarefas e desafios propostos durante o projeto, os mesmos deveriam ter noções básicas de conteúdos já vistos na disciplina de Matemática, saber determinar o arco de uma circunferência, encontrar o ângulo, calcular circunferência e conversão de unidade.

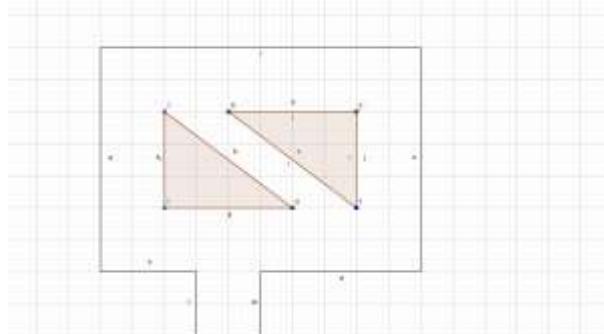
Através da análise dos questionários nota-se quais foram as principais dificuldades dos alunos no decorrer das atividades, sendo crucial o nosso papel na execução desse projeto como futuros professores de matemática, do planejamento e aplicação das atividades utilizando meios facilitadores de aprendizagem, neste caso a Robótica como uma forma de suprir todas as

¹ Disponível em: http://www.nxtprograms.com/castor_bot/steps.html, Acesso em: 15/02/2018

dificuldades encaradas pelos alunos, afim de proporcionar uma busca por conhecimento em seu contexto escolar.

O desafio traçado durante a aula consiste no percurso em forma de labirinto conforme visto na figura 1.

Figura 1



Fonte: Os autores

A dinâmica foi feita no chão, elaborada com fitas e marcadas de acordo com medidas padrão, no intuito de fazerem os cálculos necessários para o desenvolvimento da atividade. O objetivo era programar o robô a entrada e saída do labirinto em menor tempo.

Segundo relatos descritos no questionário, a dificuldade consiste nos cálculos feitos para o percurso e principalmente para o giro do robô, envolvendo conteúdos matemáticos ensinados durante o projeto. Sendo assim, a abordagem tornou-se para os alunos desafiadora indo de encontro ao objetivo tracado.

Através da aplicação e desenvolvimento das atividades em sala de aula, evidencia a importância do docente em seu papel no ensino e aprendizagem de Matemática estar sempre munido de informações acerca das ferramentas pedagógicas, afim de sanar os déficits e necessidades do ensino. Dessa forma, pode-se refletir sobre as ações realizadas no projeto envolvendo a Educação e Tecnologias, afim de se obter excelentes resultados ao aprimorar as ações que envolvem o ensino de Matemática.

4) Conclusões

A aplicação das atividades neste contexto consistiu no aprimoramento da formação acadêmica, sendo os conhecimentos adquiridos por meio de atividades e situações que envolvem a atuação profissional. O projeto Robomat incluído no estágio supervisionado possibilitou vivenciar situações ainda desconhecidas e assim adquirir a experiência necessária para desempenhar a função de professor, aprendizagens significativas da profissão e a aproximação investigativa da realidade escolar.

De um modo geral a vivência foi enriquecedora em todos os seus aspectos, devido ao convívio e experiência com os alunos que experienciaram a importância da Robótica aliada a Matemática, e que ao mesmo tempo quando eles mesmos analisaram o funcionamento de metodologias para o ensino de Matemática.

Por fim, é compreendido que os objetivos propostos no projeto foram todos efetivados, visto que os alunos perceberam a importância do elo entre a matemática e as tecnologias voltadas ao cotidiano. Portanto temos a Robótica Educacional um instrumento de grande valia para o ensino e aprendizagem abrangendo um amplo conhecimento acerca do tema proposto.

Referências

1) BARBOSA, F. da C. **Educação e Robótica Educacional na Escola Pública: As Artes do Fazer**. 182 f. Diss. Dissertação (Mestrado)—Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

- 2) FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e terra, 2002.
- 3) GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- 4) GOMES, C. G.; SILVA, F. O.; BOTELHO, J. C.; SOUZA, A. R. **A Robótica como facilitadora do Processo Ensino-aprendizagem de Matemática no ensino Fundamental**. Ensino de Ciências e Matemática IV-Temas e Investigações. Editora UNESP Cultura Acadêmica. São Paulo, 2010.
- 5) ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Responsabilidade Autoral

“O(s) autor(es) é(são) o(s) único(s) responsável(is) pelo conteúdo deste trabalho”.



RoboticsGeniuses: Uma Experiência do PIBID Matemática na Educação Pública

Taynara Derci Babugem Mesquita

Departamento de Matemática
Universidade Federal de Goiás
taynaramesquita@hotmail.com

Aniele Diniz

Departamento de Matemática
Universidade Federal de Goiás
aniellediass@hotmail.com

Bruna Rodrigues Oliveira

Departamento de Matemática
Universidade Federal de Goiás
brunarodrigues.o@outlook.com

Fernando Barbosa

Departamento de Matemática
Universidade Federal de Goiás
fermat.ufu@gmail.com

Christiane da Fonseca Souza

Departamento de Matemática
Universidade Federal de Goiás
crhifssouza@gmail.com

Resumo. No subprojeto de Matemática do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) da Universidade Federal de Goiás (UFG) Regional Catalão, desenvolvemos um trabalho com Robótica Educacional e Matemática em uma escola parceira ao projeto. Esta instituição possui os kits de Robótica, os quais utilizamos para desenvolver o projeto com os alunos. Trabalhamos com 12 alunos das turmas do 6º ano do ensino fundamental, em que construímos e programamos robôs aliados com a matemática ensinada na sala de aula. Fez parte do objetivo trabalhar com os alunos a matemática vinculada à tecnologia, mostrando que a matemática não é apenas uma disciplina, mas que está presente em todos os momentos da vida. Assim, desenvolvemos ações que permitissem com tecnologias digitais, em especial a Robótica Educacional, trabalhar conceitos matemáticos do Ensino Fundamental.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Matemática, Tecnologia Digitais, Ensino Fundamental.

1. Introdução

O projeto iniciou-se a partir do desenvolvimento de atividades do Subprojeto de Matemática do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), em uma escola da rede pública municipal e assim entrou em vigor o projeto “RoboticsGeniuses”. O processo de produção dos dados do projeto foi realizado através do acompanhamento da trajetória de estudantes do ensino fundamental que participaram das oficinas de robótica. Para a resolução das práticas ligadas a robótica foi utilizado o kit da LEGO NXT 2.0 Mindstorms e

as programações dos robôs eram feitas através do software de robótica educacional NTX 2.0 da Lego® Education, adquiridos pela Secretaria de Educação de Catalão-GO.

Trabalhar com Robótica Educacional está intimamente ligado a cultura digital dos nossos alunos, pois as tecnologias digitais estão presentes em quase tudo que eles usam. Dificilmente um professor entrará em uma sala de aula onde os alunos não tenham um aparelho eletrônico em mãos ou não tenham contato com ela. As tecnologias digitais já fazem parte do cotidiano. Assim, temos um caminho de trabalho com tecnologias digitais via Robótica Educacional, desenvolvida em sala de aula em que alunos de rede pública participam de projetos na construção e programação de robôs. Esse projeto ministrado por professoras e colaboradores, ajuda no ensino e aprendizagem dos alunos. A respeito disso, Zilli (2004) em seu trabalho com robótica apontou os efeitos que a robótica pode proporcionar ao desenvolvimento dos envolvidos na área de competências e habilidades, tais como resolução de problemas, aprendizagem com erros e apropriação das tecnologias.

A interação dos integrantes deste projeto faz com que o mesmo se desenvolva com eficácia no que se refere a autonomia, pensamento lógico e resolução de problemas. Essas evidências, que já foram mencionadas por Zilli (2004), incentivam todos os integrantes do projeto na escola a construírem um trabalho que leve a aprendizagem de conhecimentos científicos pelos participantes. Encontramos durante toda a trajetória que estivemos dentro da escola com a robótica, desafios em que tivemos de sistematizar nossa forma de trabalhar e construir as atividades educativas de robótica educacional, buscando não desestimular os alunos a aprender e manter o prazer nesse processo de construção de conhecimento. A medida que desenvolvemos atividades com os alunos, reconhecemos em nossas análises sistemáticas, ações que evidenciam que o processo de ensinar a máquina, já falado por Valente (1997) e Papert (1980), desperta nos alunos a curiosidade e seu interesse cada vez maior em poder controlar e construir objetos de aprendizagem. Portanto, com este projeto de robótica é possível compreender o papel desde método como uma ferramenta significativa no auxílio do processo ensino-aprendizagem no conteúdo do ensino fundamental (SILVA, 2009).

Hoje compreendemos que a robótica educacional auxilia o professor na sua prática de ensino. E, principalmente, que ao trabalhar com ela, tem-se como meta “o processo de construção e de elaboração do pensamento do aluno. [...] O objetivo não é apenas atingir o produto final, mas destacar o caminho percorrido até um determinado fim” (MALIUK, 2012, p. 121).

2. Metodologia

Uma das ações do PIBID foi numa escola municipal na cidade de Catalão/GO, por já possuir os materiais necessários para a execução do projeto. O kit Lego Mindstorms, possibilitou o desenvolvimento do mesmo intitulado RoboticsGeniuses, que em português se designa Gênios da Robótica. O projeto RoboticsGeniuses foi executado a partir do mês de fevereiro e se concluiu em junho do ano de 2017 e foi realizado no contra turno dos alunos no laboratório de informática da própria escola. Este trabalho foi desenvolvido por 3 bolsistas, pela professora supervisora da escola e também pela coordenadora do PIBID. Foram selecionados para o projeto 12 discentes, escolhidos pela professora, das turmas do 6º ano “D” e “E” que possuem a idade entre 11 e 13 anos. Nos encontros os alunos faziam atividades de montagem, programação e atividades de robótica correlacionadas à Matemática, sobre o conteúdo que já foi lecionado em sala de aula.

Quando as aulas do projeto começaram a ser ministradas os alunos não possuíam nenhum conhecimento teórico sobre a robótica educacional, por isso foi apresentado aos alunos conceitos importantes sobre a robótica e sobre o material que seria utilizado ao longo das aulas. As aulas foram planejadas para que em cada duas semanas fosse trabalhado um robô

novo com um novo conteúdo a ser abordado, tanto da parte da matemática como da robótica educacional.

As aulas seguiam um modelo composto por três passos que são: Montagem e programação livre do robô; Programação direcionada; Atividade/Desafio envolvendo a matemática e as funcionalidades do robô. Isso foi pensado para que os alunos tivessem tempo necessário para poder explorar e conhecer a fundo cada robô proposto. A montagem era feita na primeira aula como o auxílio do passo a passo disponível no computador da escola, após conclusão da montagem os alunos tinham a liberdade de explorar a programação no software NXT 2.0 Programming.

Para este artigo, escolhemos descrever as atividades relacionadas ao robô Castor Bot. Organizados em duplas, os alunos montaram e programaram o robô e ao fim dessas ações foi feita uma atividade envolvendo as funcionalidades do robô e a matemática. O CastorBot¹ é um robô de montagem livre que segundo o site é grau 3 em 5, ou seja, não exige muito tempo ou cheia de detalhes.

Na segunda aula os alunos tinham o desafio de programar o robô para que ele executasse o que era proposto, locomover. Assim que as duplas de alunos conseguissem programar o robô eles respondiam a uma atividade com desafios que envolvem a matemática e o robô em questão. Nesse processo, estávamos fazendo emergir a Matemática, que segundo autores como Leitão (2010) considera implícita, ou seja, através do trabalho com robô fazemos relações com conteúdos matemáticos do 6º ano.

3. Resultados e Discussão

Durante a aula de montagem, foi observada entre os alunos uma facilidade na construção do CastorBot, pois eles já estavam familiarizados com o Kit da Lego e com suas peças. Ao longo do projeto os alunos montaram 7 modelos de robôs diferentes, sendo o CastorBot o sexto protótipo proposto. Os alunos usavam um sistema de montagem indicado pelas bolsistas que consistia em um integrante da dupla separar as peças de cada protótipo e o outro ir montando o robô e vice-versa, que possibilitou aos alunos trabalhar melhor em grupo e a concluir a montagem no tempo determinado.

Foi possível explorar geometria plana: polígonos e ângulos e para implementar a parte da robótica foi pedido aos alunos que adicionassem no mesmo, o sensor ultrassônico, que detecta qualquer obstáculo à sua frente. Com essas mudanças feitas, foi possível trabalhar com os discentes, não só questões matemáticas, mas também sociais. Já que em uma das atividades propostas aos alunos, introduziu-se a problemática de uma pessoa que não possui o sentido da visão e utiliza de um modelo CastorBot como um guia a pessoa cega, para conseguir atravessar à rua e perceber por onde pode passar, por exemplo.

Em relação à parte da programação do sensor ultrassônico, os alunos manifestaram dificuldade em produzir o que era proposto, que era fazer o robô parar quando houvesse algum obstáculo à sua frente. A solução achada por algumas duplas foi por meio de tentativas, alterando a capacidade de distância do robô detectar o objeto e testando as ferramentas do software NXT 2.0 Programming da Lego.

Já na última aula, foram inseridas atividades investigativas, que buscaram trabalhar com conhecimentos matemáticos e tecnológicos. Notou-se o envolvimento e sistematização do pensamento dos alunos, trabalhando na programação e resolvendo os problemas propostos. Essa afirmação se dá pela observação e pela solução das atividades impressas. Á exemplo, uma das atividades propostas, listava uma espécie de desafio que se relacionava com a programação, de que, ao se colocar um obstáculo à frente do sensor do robô, ele deveria ter a

¹ A construção e programação do CastorBot está disponível em nxtprograms.com.

ação de parar e procurar uma saída, um “caminho livre” e assim prosseguir. Nesse desafio, houve dificuldade por parte de alguns alunos para conseguirem resolver o que lhe foi pedido, inicialmente pois a solução é justamente como o pensamento funciona, ou seja, comparação de informações e reação. Após resolver isso, a transposição técnica para a programação se tornou uma dificuldade, havia algumas limitações de conhecimento de programação, mas uma oportunidade de usar de uma dificuldade para alcançar um conhecimento.

4. Conclusões

A utilização dos robôs educacionais ligados ao ensino de matemática é uma ótima oportunidade para instigar os alunos a ver a matemática com um olhar diferente, de algo que para a maioria é “chato” e “difícil”, passando a ser uma matéria repleta de “novidades”, que também traz consigo a tecnologia, inovações e ficando mais divertido.

Ao fim, percebemos que mesmo com as dificuldades encontradas por alguns discentes durante as aulas, o desenvolvimento dos alunos foi melhorando gradativamente. Nas primeiras aulas de robótica educacional, os discentes obtinham dúvidas e por vergonha, acanhamento, não perguntavam e isso acarretava em problemas, principalmente o de montar algumas partes do robô erradas e terem que desfazer o trabalho feito, para corrigir. Devido a esses problemas, os alunos foram repensando e passaram a perguntar frequentemente, tirar suas dúvidas com relação as peças do Kit, montagem e programação e com isso os erros apareciam em menor escala. Como a montagem e programação são feitas em duplas, a comunicação entre os colegas da dupla, ficaram melhor, devido as bolsistas darem dicas de relacionamento com os colegas, como por exemplo à de perguntar ao outro a sua opinião e a levar em consideração; a divisão das tarefas também foi alvo de melhoria; a participação dos alunos em sala de aula, principalmente durante a resolução dos exercícios.

No decorrer das aulas, perceberam-se muitos pontos positivos como, o quanto os discentes se envolveram com a proposta do projeto; o quanto seus raciocínios matemáticos estavam aflorados e o quanto eles participaram, tanto na parte robótica (montagem e programação), quanto matematicamente (na resolução dos exercícios dados).

Entretanto, também não se pode deixar de lado alguns pontos que devem ser melhorados, como por exemplo, muitas atividades propostas tratavam do básico da matemática e nesse quesito, a dificuldade nos exercícios pode ser maiormente explorada; Planejar aulas, com robôs mais “difíceis”, principalmente na parte de programação, estimulando desta forma, o raciocínio dos alunos.

Referências

- [1] LEITÃO, Rogério Lopes. **A Dança dos Robôs: Qual a Matemática que Emerge Durante Uma Atividade Lúdica com Robótica Educacional?** 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Curso de Mestrado em Educação Matemática, Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2010.
- [2] MALIUK, Karina Disconsi. **Robótica Educacional como Cenário Investigativo nas Aulas de Matemática.** 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- [3] PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas**, New York, Basic Books, 1980.
- [4] SILVA, Alzira Ferreira da RoboEduc: **Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional.** 2009. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Elétrica) –

Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

- [5] VALENTE, J.A. **O uso inteligente do computador na Educação.** Pátio Revista pedagógica. Editora: Artes Médicas Sul, ano 1, n. 1, p.19-21, 1997.
- [6] ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática.** 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, 2004.

Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

Solubilidade por Meio de Radicais: as Raízes Polinomiais Sob uma Abordagem Histórica

Henrique Semensato Holgado

profholgado@gmail.com

Márcio Roberto Rocha Ribeiro

Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia

Universidade Federal de Catalão

rocha.ufg@gmail.com

Resumo. O estudo da álgebra, dentro da educação básica, tornou-se extremamente importante para o discente neste segmento, pois propiciou que inúmeros problemas passassem a ser solucionados via construção de equações. Contudo, acaba sendo uma tarefa nada simples encontrar formas de abordagens, na educação básica, de conteúdos como a resolução de equações do terceiro ou quarto graus. Alguns estudos vêm demonstrando a importância da História da Matemática como motivação para o ensino de matemática no ambiente escolar, buscando propiciar aos discentes uma reflexão que vise estabelecer conexões que despertem interesse e busca pelo conhecimento matemático. É neste sentido que o presente trabalho traz uma abordagem histórica da busca pelas soluções das equações de segundo a quarto graus, expondo as demonstrações geniais que os grandes nomes da História da Matemática proporcionaram à humanidade, além de buscarclarear as discussões que envolvem a solução de equações de graus maiores ou iguais a 5, visando propiciar ao professor uma ferramenta que possa subsidiá-lo na construção de uma alternativa de abordagem ao tema.

Palavras-chave: Equações. História da Matemática. Solubilidade. Polinômios. Raízes.

1 Introdução

Determinar as raízes de uma equação polinomial por meio de radicais foi, durante séculos, objeto do maior interesse e estudo dentro da álgebra até a geração de Abel e Galois. Na época destes dois gênios, os esforços matemáticos se concentravam na busca pela determinação de expressões matemáticas que viessem a exibir as soluções de equações polinomiais utilizando apenas as operações de adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação. Durante anos, este pensamento regeu todo o estudo da álgebra.

Assim, as equações polinomiais do 2º ao 4º grau, com Bháskara, Cardano e Ferrari, tiveram seus métodos gerais descobertos e publicados, o que não ocorreu com as equações de graus maiores que quatro. Neste ponto, a resolução por meio de radicais das equações do 5º grau, tornar-se-ia o grande desafio da época. Abel foi o primeiro a progredir no sentido de desvendar este mistério. Houve um momento em que ele acreditou ter encontrado o mecanismo procurado, mas percebeu que havia um erro em seus estudos e, a partir daquele momento, considerou a ideia de que as equações quínticas poderiam não ter uma solução por meio de radicais. Quando, neste contexto, surgiu Galois, abriu-se para a matemática um universo de novas ideias que revolucionaram a álgebra. Ele apresentou uma resposta ao enigma e tornou-se o precursor da Álgebra Moderna. Criou conceitos e mostrou a todos novas perspectivas algébricas sobre a solubilidade das equações polinomiais por meio de radicais.

Resgatar todo este contexto histórico da matemática e organizá-lo de forma a propiciar ao professor da educação básica uma ferramenta que possa subsidiá-lo na construção de uma alternativa de abordagem ao tema é o objetivo central deste trabalho que está fortemente embasado em nossa dissertação de mestrado referenciada em [1].

2 Metodologia

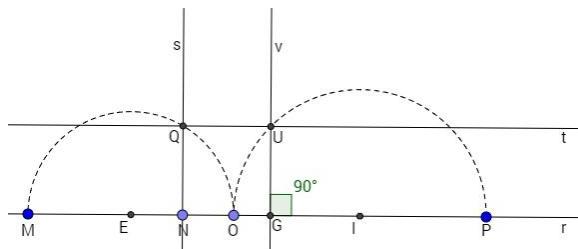
Trata-se de uma pesquisa básica pura onde busca-se aprofundar o conhecimento disponível na ciência, procurando preencher a ausência de estudo sobre os aspectos do tema em voga, caracterizada pela análise de conceitos e sistematização de ideias visando a transformação do saber. Portanto, trata-se de um estudo predominantemente teórico.

A partir do objetivo central, o de apresentar uma abordagem histórica da busca pelas soluções das equações de segundo a quarto graus, de forma a propiciar ao professor da educação básica uma ferramenta que possa subsidiá-lo na construção de uma alternativa de abordagem ao tema em sala de aula, foi realizado uma coleta de informações bibliográficas visando um trabalho descritivo, uma abordagem qualitativa e um procedimento bibliográfico.

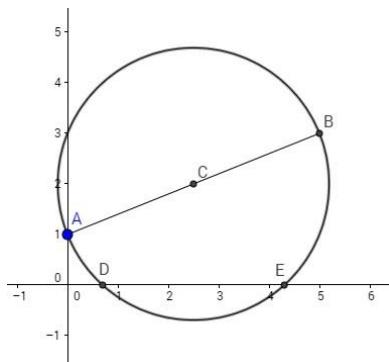
3 Resultados e Discussão

A solubilidade das equações através dos métodos que aplicamos em sala de aula atualmente, diferem muito do mecanismo apresentado pelos gênios que contribuíram para a evolução da matemática. Conhecer a história faz com que entendamos de onde viemos e para onde estamos caminhando. Para quebrar regras devemos conhecê-las primeiramente e, portanto, conhecer a história da álgebra é fundamental para que se compreenda os mecanismos que usamos para explicar a resolução de uma equação.

As equações de 1º e 2º graus. Os questionamentos matemáticos foram, historicamente, os norteadores da evolução da própria matemática. Problemas encontrados no *Papiro de Ahmes*, por exemplo, desafiaram demasiadamente os pensadores. Desde aqueles problemas considerados mais simples para a época, como “Qual número somado com sua quinta parte resulta em 6?”[2], facilmente resolvido pelo método da “*falsa posição*”, criado pelos egípcios, aos mais complexos como “Uma quantidade, somada a seus dois terços, mais sua metade, mais sua sétima parte perfaz 33. Qual é essa quantidade?”. Essas batalhas travadas no âmbito dos pensamentos, e exercitadas por meio dos métodos algébricos conhecidos, eram de extrema complexidade e possibilitaram um ambiente que culminou no desenvolvimento e progresso da álgebra, revelando talentos que historicamente se sobrelevaram. Dentre eles, as contribuições de Tales de Mileto, que foi o primeiro, na história da humanidade, a observar que as verdades matemáticas careciam de justificativas: “*Suas verdades devem ser justificadas, demonstradas, provadas por meio de raciocínio*”[2]. Coube a Euclides levar adiante o pensamento de Tales e, assim, com seus conhecidos *postulados*, mostrou para a humanidade como “fazer” ciência, o que, posteriormente, contribuiu para que o estudo da álgebra saltasse para um outro patamar, onde os estudos das raízes polinomiais ganharam um enorme destaque. A solubilidade da equação do 1º grau é o primeiro grande passo na concepção dos postulados de Euclides. Partindo das manipulações feitas na equação do 1º grau, a solubilidade da equação do 2º grau apresentou novas abordagens e operações, como a radiciação e foram evidenciadas na notória fórmula de Bháskara, que já era conhecida séculos antes, mas que ganhou destaque em uma belíssima apresentação. Atente ao seguinte problema: “*Subtrair da área de um quadrado o seu lado e obter 870*”[4]. Note que hoje poderíamos representar o problema como $x^2 - x = 870$. Um problema complexo se resolvido sem os mecanismos apresentados por Bháskara, mas que se torna simples quando aplicamos sua metodologia. O mais fascinante é que a resolução deste problema não se estagna na simples solução algébrica. A resolução geométrica via régua e compasso ou pelo Método de Carlyle, mostram o quanto as contribuições dos gênios matemáticos podem ser significativas no campo educacional. As imagens a seguir representam as duas resoluções citadas.



Resolução da equação do 2º grau via régua e compasso



Resolução da equação do 2º grau via método de Carlyle

A equação de terceiro grau - uma questão de honra. A resolução de equações cúbicas, problema quase não comentado na educação básica, abre possibilidades para relembrar as disputas históricas, imprimidas pelos matemáticos, para assegurar prestígio em locais de destaque. Em meados do século XVI surgiram dois grandes matemáticos que tiveram papéis de destaque na busca pela solubilidade das equações cúbicas quando estas estavam em sua forma canônica. Neste período, Bolonha era o grande centro de árduas disputas entre os grandes matemáticos. Neste cenário se destacou Fiore, que ficou lembrado como farsante por ter se utilizado de um material sobre as equações cúbicas que havia sido desenvolvido por Scipione. Esta farsa foi revelada quando Fiore desafiou Tartaglia, outro grande algebrista, que então já sabia resolver as equações cúbicas na forma $x^3 + px + q = 0$. O grande desafio posto era o de determinar a solubilidade das equações cúbicas na forma canônica e para apimentar esta descoberta apresenta-se Cardano. Neste ponto a história nos apresenta duas versões, envolvendo Tartaglia e Cardano, quanto a determinação das resoluções das equações cúbicas, mas o fato é que alguém a desvendou com maestria. A ideia central envolvida na resolução de uma equação do 3º grau na forma $x^3 + px + q = 0$, com p e q números reais, $q \neq 0$ (o caso $q = 0$ é mais simples), pressupõe uma solução x que seja composta de duas parcelas u e v , tais que $x = u + v$, onde $u + v \neq 0$, senão 0 (zero) seria uma raiz da equação. A solubilidade da cúbica nesta forma incompleta serviu de base para a resolução da forma canônica da equação, onde foi utilizado um mecanismo para eliminar o termo de grau 2. A solubilidade das equações cúbicas fornece uma referência base para o desenvolvimento das soluções das equações quárticas.

A equação de 4º grau - extensão da batalha. Para esta jornada, Cardano e Ferrari deram um grande passo para a solução das equações quárticas. Cardano recebeu a árdua tarefa de resolver a equação $x^4 + 6x^2 - 60x + 36 = 0$ e ele repassou o desafio à Ferrari, seu servo. Ferrari não só conseguiu resolver o desafio como também criou um mecanismo para resolver qualquer equação quártica. O método foi semelhante ao das equações cúbicas.

A equação de 5º grau - contribuições de Abel e Galois. Abel iniciou os estudos sobre as quínticas, mas não conseguiu levar a cabo. Coube a Galois solucionar tal problema. Com genialidade incomensurável ele conseguiu ir muito além do esperado, construiu toda uma

teoria matemática que possibilitou determinar quando uma equação polinomial teria ou não uma solução por radicais. Galois entrou para a história abrindo as portas para inúmeros estudos algébricos como, por exemplo, a teoria de grupos.

4 Conclusão

Até a época de Galois, as equações algébricas desempenhavam um papel importante na construção e resolução de problemas. Determinar as raízes de uma equação, era o principal estudo da época, não só isso, encontrar uma maneira geral que proporcionasse esta descoberta, era o que impulsionava as disputas por reconhecimento e poder. Quando Bháskara descobre a solução geral para as equações do 2º grau usando somente as operações algébricas de adição, subtração, divisão, multiplicação, potenciação e radiciação, abre-se ali uma porta para que houvessem sequências no estudo das equações cúbicas. Coube a Cardano publicar sobre a resolução das equações cúbicas. Bombelli desenvolveu os estudos sobre o conjunto dos Complexos e a partir deste momento, todas as equações cúbicas se tornariam solúveis por meio de radicais. As equações quárticas, com Ferrari, também se mostraram importantes na determinação da solubilidade por meio de radicais com a ideia de comparar quadrados perfeitos. A partir daí, quando começa o estudo das equações quínticas, surgiu a grande dúvida do século que foi a insolubilidade por meio de radicais. Eis que, surge Galois que com seu brilhantismo, não só respondeu a esta questão, mas também definiu para todas as outras equações de grau $n \geq 5$, quando seria possível encontrar uma fórmula geral que determinasse as raízes da equação.

Acreditamos que o resgate de todo este contexto histórico da matemática e a sua organização, pode propiciar aos professores da educação básica uma ferramenta que poderá subsidiá-lo na construção de uma alternativa de abordagem ao tema em sala de aula.

Referências

- [1] HOLGADO, H. S. **Da Solubilidade por meio de radicais à métodos alternativos – Determinando as raízes polinomiais.** 2016. 93f. Mestrado (PROFMAT) – Universidade Federal do Goiás, Catalão.
- [2] GARBI, G. G.. **O Romance das Equações Algébricas**, São Paulo, Editora Livraria da Física, 2ª Ed., 2007.
- [3] BOYER, C. B.. **História da Matemática**, São Paulo, Editora Edgard Blücher Itda, 2a Ed., 1996.
- [4] LIVIO, M.. **A equação que ninguém conseguia resolver**, Rio de Janeiro – São Paulo, Editora Record, 2008.

Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

Trabalhando Geometria com a Robótica Educacional: Desenvolvendo a Aprendizagem Matemática.

Beatriz Siqueira Ribeiro

Graduanda de Matemática

Universidade Federal de Goiás

Beatriz_ribeiro15@hotmail.com

Alessandra Carlos Souza

Graduanda de Matemática

Universidade Federal de Goiás

Alessandrasouza6178@gmail.com

Hernany Henrique Marques de Souza

Graduando de Matemática

Universidade Federal de Goiás

Hernany_henrique@hotmail.com

Crhistiane da Fonseca Souza

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás

crhisfsouza@gmail.com

Fernando da Costa Barbosa

Departamento de Matemática

Universidade Federal de Goiás

Fermat.ufu@gmail.com

Resumo: O presente artigo apresenta uma experiência vivenciada em uma das ações realizadas pelo projeto de extensão que ocorre na Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, intitulado “*ROBOMAT: Construindo cenários de Matemática com Robótica Educacional*”. Este projeto tem como objetivo, promover ações que envolvem a interação entre a universidade e comunidade. Além disso, despertar nos alunos a vontade e encantamento no processo de aprendizagem matemática. Nessa perspectiva viu-se na Robótica Educacional uma forma de potencializar o ensino e aprendizagem de matemática de forma lúdica de alunos da rede publica de ensino. Para tanto, foi realizado uma atividade envolvendo robótica e conhecimento matemático para alunos dos primeiros anos do ensino fundamental II. Como resultado deste estudo, descutiu-se a importância de uso de tecnologias na educação, como forma de ferramenta didática.

Palavras-chave: Aprendizagem Matemática; Extensão e cultura; Robótica Educacional.

1. Considerações Iniciais

Os modelos robóticos foram sendo aprimorados com a evolução da tecnologia e da humanidade. Como exemplo disso temos a evolução dos aviões, onde seu primeiro modelo foi desenhado por Leonardo da Vinci, mas segundo Fajer (2009, p. 22) foi testado pela primeira vez por Alberto Santos-Dumont, que conseguiu taxiar, decolar, voar nivelado e pousar com recursos próprios. Foi a partir dessa genialidade que os transportes aéreos começaram a ocorrer, chegando ao momento atual, onde estes primeiramente eram controlados manualmente e hoje possuem sistema de navegação digital desenvolvida através do avanço da tecnologia.

Neste viés temos a Robótica Educacional (RE) que traz uma abordagem tecnológica e didática necessária para desenvolver aulas mais interativas e lúdicas através da tecnologia, visando buscar o interesse do aluno em aprender, especialmente matemática, onde os alunos

se tornam autores do seu conhecimento, pois o mesmo constrói o protótipo, programam e o estuda.

da teoria construtivista de Jean Piaget para auxiliar o processo de ensino permitindo ao aluno, no processo de construção do conhecimento, a oportunidade de participar de uma aprendizagem mais efetiva e desenvolver uma percepção mais acurada dos fenômenos científicos. (MIRANDA, SAMPAIO, BORGES, 2010, p. 47)

Nossa preocupação com a educação matemática dos alunos, perpassa por buscar nas tendências de educação matemática orientações de desenvolvimento de uma prática educativa antenada a necessidade do aluno. Papert (2008) alerta que as tendências por si, não vão fazer o aluno escrever e desenvolver maravilhosamente uma fórmula ou conta matemática ou utilizar habilidades superiores as que já possuem, o que os alunos irão adquirir são habilidades que já lhes pertenciam, porém potencializadas, sendo este um objetivo da Robótica Educacional no Ensino de Matemática.

Assim, pensando no desenvolvimento do pensamento matemática e científico com a Robótica Educacional é que se constitui uma ação de extensão para alunos do ensino fundamental e médio de uma cidade do interior de Goiás, oportunizando o estreitamento da relação comunidade e universidade. É essa prática extensionista que buscaremos apresentar e compartilhar neste, desde sua formação até aos resultados construídos ao longo do projeto.

2. Metodologia

Este artigo descreve um estudo de caso, ocorrido a partir do projeto de extensão denominado “*ROBOMAT: Construindo cenários de Matemática com Robótica Educacional*”, que tem como um de seus principais objetivos motivar e despertar o interesse dos alunos e professores da Educação Básica para o ensino e aprendizagem de Matemática, por meio da contextualização e do uso das tecnologias na sala de aula.

Tal projeto foi submetido e aprovado no edital Programa de Bolsas de Extensão e Cultura PROBEC 2017/2018 da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, ligado a Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia (IMTec). Este projeto também foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da universidade, com cadastro de nº 72045417.6.0000.5083 e aprovado para execução. Além disso, o projeto foi contemplado com uma bolsa de extensão para aluno de licenciatura e apoio a transporte de deslocamento.

As aulas são executadas dentro da universidade, nos laboratórios da IMTec, que possuem em sua estrutura computadores e kits de robótica LEGO® Mindstorms NXT 2.0 adquiridos no processo de expansão da universidade e projetos de pesquisa. A universidade para execução do projeto, também contribuiu com a disponibilidade de translato para que os alunos das escolas de Catalão – GO e região pudessem vir a instituição conhecer e participar.

O presente relato de experiência ocorreu em umas das atividades desenvolvidas dentre os sete protótipos de robôs construídos ao longo do projeto. Esta atividade selecionada e seu respectivo protótipo foram aplicados a quatro turmas de 6º ano e uma turma de 7º de quatro escolas da cidade de Catalão. Durante a participação das escolas parceiras que se envolveram, aproximadamente por escola compareciam cerca de até 15 (quinze) alunos por encontro, os quais foram divididos em duplas ou trios.

Considerando o conhecimento dos mesmos sobre a Robótica Educacional, na primeira aula foi realizada uma breve introdução a Robótica Educacional. Em seguida, a familiarização com o kit, ou seja, conhecer as peças que constituíam o kit e qual a sua finalidade.

Feito isso, iniciou-se a montagem (Figura 1) do primeiro protótipo robótico. O protótipo escolhido para a realização da proposta de atividade foi o Castor Bot. Os alunos fizeram a montagem com auxílio do passo a passo que é disponibilizado pelo *site* nxtprograms. À medida que cada dupla terminava foram orientados a explorar seus robôs.



Figura 1: Alunos realizando a montagem com auxílio do passo-a-passo.

Após finalização da montagem, foi elaborada uma breve explicação do software que seria utilizado para programar o protótipo, denominado Mindstorms NXT 2.0. Neste software os alunos aprendem a orientar o robô em uma execução de uma ação. Quando compreenderam tal raciocínio lógico, começavam a “ensinar” a máquina a realizar funções, as quais eles formularam.

Após este momento, foi lançado o primeiro desafio: Fazer o Castor Bot andar para frente e depois para trás, rapidamente todos cumpriram o desafio. O segundo desafio veio como pergunta: “Como faço para que meu robô percorra exatamente 1 metro (100 centímetros)?”.

Os alunos testaram várias programações, alterando, tempo de rotação e força do motor. Todos conseguiram concluir o desafio. Em seguida, foi realizada uma explicação, sobre como eles poderiam resolver o mesmo desafio de forma mais precisa e rápida, e para isso emerge o conhecimento da matemática. Para tal desafio, necessitou conhecer e entender o conceito de circunferência (formalização que só seria visto nos anos seguintes). De forma explorativa eles mediram com uma fita métrica a circunferência das rodas de seus protótipos, em seguida compreenderam que cada rotação que o motor realizava, era equivalente a medida da circunferência da roda.

Portanto chegou-se à conclusão que para o protótipo realizar um percurso desejado com mais exatidão, bastava calcular a circunferência da roda do robô e após ter esse valor, dividir a distância que almeja pelo tamanho da circunferência. Assim todos os grupos fizeram os cálculos.

Após realizar este desafio, foi lançado outro desafio em forma de pergunta: Como faço para meu robô percorrer 100 cm e depois virar à direita? Imediatamente todos começaram a realizar testes, e um dos grupos observou que para que o robô vire é necessário que uma de suas rodas fique parada (neste caso a roda direita), e assim fez, porém, seu robô girou inúmeras vezes em torno de seu eixo, percebendo isso, diminuiu a quantidade de rotações, logo o robô realizou uma pequena curva para a direita, concluindo sua observação, mostrou seu resultado para os outros colegas, ajudando-os a concluir o desafio.

Na aula seguinte foi realizada uma explicação, de como fazer o robô realizar o movimento de giro do seu corpo com exatidão, por exemplo, 90°. Isso é o possível, através da matemática. Durante o desenvolvimento da solução deste problema, termos e conceitos matemáticos são utilizados, como ângulos e valor de angulo. Para calcular quantas rotações são necessárias para que o robô realize uma curva, é preciso calcular a circunferência (porém neste caso o raio deverá ser a distância entre as duas rodas do robô), multiplicar o resultado pelo ângulo desejado, e por fim dividir por 360°. Para finalizar a atividade envolvendo Castor Bot, foi lançado o último desafio, no chão foi colado algumas linhas, onde

estas, formavam quadrado, retângulo e triângulo. Os alunos deveriam programar seus robôs para que percorresse o perímetro dos polígonos (Figura 2).



Figura 2: Polígonos do desafio

Conhecendo a explicação dos cálculos necessários, estimulamos os alunos a utilizarem em cada momento a fórmula correta para cada ação, para que o robô percorresse corretamente o percurso proposto, assim não seria mais necessário fazer várias tentativas, como na primeira aula, bastava ter as medidas das laterais dos polígonos, e saber qual ângulo dos mesmos.

3. Resultados

Com a realização desta proposta trabalho apresentado, esperamos contribuir de alguma forma para processo de ensino e aprendizagem dos alunos que tiveram a oportunidade de vivenciar uma experiência com a Robótica Educacional. A atividade realizada exigiu dos alunos envolvidos, que possuíssem domínio de alguns conceitos básicos matemáticos, como divisão, multiplicação, soma e contagem, e através da atividade realizada os alunos puderam ver que teoria e prática por mais que estejam conectadas, a prática necessita de bastante análise e dedicação.

Outro ponto a ser destacado, e que foi observado durante a realização dos desafios, é que os alunos não aprimoraram somente os conteúdos matemáticos, mas também no decorrer da proposta de atividade houve momentos que os alunos desenvolveram o trabalho em equipe, respeito aos colegas, disciplina e marcas da experiência vivenciada, seja de cunho emocional como de conhecimento.

Assim, a Robótica Educacional se torna uma boa ferramenta para potencializar o processo de ensino e aprendizagem da matemática, pois está inteiramente ligada ao cotidiano dos alunos, seja a através de meios de comunicação, na rotina doméstica e até mesmo no lazer. A Robótica pôde instigar nos alunos a curiosidade, tanto no seu funcionamento final como no seu processo de construção, promovendo um momento para se aplicar conhecimentos prévios dos alunos, mostrando a importância de se compreender os conteúdos matemáticos.

Referências

- [1] FAJER, Marcia. **Sistema de investigação dos acidentes aeronáuticos da aviação geral – uma análise comparativa.** São Paulo: USP, 2009.
- [2] MIRANDA, L. C.; SAMPAIO, F. F.; BORGES, J. A. S. RoboFácil: **Especificação e Implementação de um Kit de Robótica para a Realidade Educacional Brasileira.** Publicado na Revista Brasileira de Informática na Educação, Volume 18, Número 3, 2010.
- [3] PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Tradução Sandra Costa.- ed. ver. – Porto Alegre: Artmed, 2008.

Responsabilidade Autoral

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

Lista de Autores

ABUD, C. V., [29](#), [33](#)
ARAÚJO, H. M. C., [109](#)
ATAYDE, S. T. S. de, [104](#)
BARBOSA, C. M., [79](#)
BARBOSA, F. da C., [59](#), [75](#), [79](#),
 [87](#), [104](#), [121](#), [125](#), [130](#),
 [139](#)
BARELLA, B. P., [46](#)
BORGES, M. da S., [46](#)
CALDEIRA, J., [50](#), [63](#), [109](#)
CAMPOS, A. H. A., [79](#)
CARVALHO, C. C., [1](#)
CUNHA, J. B. B. da, [55](#), [71](#), [117](#)
DINIZ, A., [130](#)
FERNANDES, F. G., [20](#)
FERREIRA, O. P., [6](#)
FREIRIA, L. M., [11](#), [16](#), [37](#), [42](#)
FREITAS, T. P. de A., [83](#)
GONÇALVES, D. R., [11](#), [37](#), [42](#)
GONÇALVES, M. L. N., [24](#)
HOLGADO, H. S., [135](#)
JÚNIOR, J. dos R. V. de M., [11](#),
 [37](#), [42](#), [46](#)
LISBOA, G. R. de, [100](#)
LOBATO, F. S., [1](#)
MACHADO, V. L., [96](#)
MASTRELA, R., [50](#)
MELO, L. V. de, [16](#)
MENEZES, W. A. de, [117](#)
MESQUITA, T. D. B., [130](#)
MORAES, A. M., [92](#)
OLIVEIRA, B. R., [130](#)
OLIVEIRA, F. R. de, [6](#), [24](#)
OLIVEIRA, G. S. de, [67](#)
OLIVEIRA, I. nav C. de, [83](#)
OLIVEIRA, J. F. de, [29](#), [37](#), [42](#)
OLIVEIRA, J. F. de, [11](#)
OLIVEIRA, R. S. de, [125](#)
PASSOS, L. dos S., [96](#)
PINTO, M. F. da C., [46](#)
QUEIROZ, T. A. de, [16](#)
RABELO, M. N., [20](#)
REIS, C. V. dos, [67](#)
REZENDE, S. W. F. de, [46](#)
RIBEIRO, B. S., [59](#), [75](#), [139](#)
RIBEIRO, G. H., [87](#)
RIBEIRO, J. P. M., [96](#)
RIBEIRO, M. R. R., [100](#), [135](#)
RODRIGUES, M. S., [33](#)
ROSA, R. G., [11](#), [37](#), [42](#), [55](#)
SANTOS, F. A. dos, [71](#)
SANTOS, G. S. D., [121](#)
SILVA, É. A. da, [50](#), [63](#), [92](#), [109](#),
 [113](#)
SILVA, C. P. da, [11](#), [37](#), [42](#), [55](#)
SILVA, G. do N., [6](#)
SILVA, J. G., [29](#)
SILVA, M. C. da, [63](#)
SILVA, S. F. da, [20](#)
SOUTO, I. B., [46](#)
SOUZA, A. C., [139](#)
SOUZA, A. C. de, [59](#), [75](#)
SOUZA, C. da F., [59](#), [75](#), [130](#), [139](#)
SOUZA, H. H. M. de, [59](#), [75](#), [139](#)
TEIXEIRA, S. C., [113](#)