

DESPERTANDO A VOCAÇÃO E CRIATIVIDADE POR MEIO DA MODELAGEM MATEMÁTICA EM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NO INTERIOR DO RIO GRANDE DO SUL

Márcia Jussara Hepp Rehfeldt – mrehfeld@univates.br
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas
Rua Avelino Talini, 171
95880-000 – Lajeado – Rio Grande do Sul

Mara Oliveira de Azevedo – maraaazedors@hotmail.com
Escola Estadual de Ensino Médio Paverama
R. Emíliano Dias Siqueira, 108
95865-000- Paverama – Rio Grande do Sul *

Rosilene Inês König – rosilene@universo.univates.br
Escola Estadual de Ensino Médio Santa Clara
Mato Leitão
95915-000 – Santa Clara do Sul – Rio Grande do Sul

Silvana Emer – silvanaemer@gmail.com
Colégio Pastor Dohms
R. Leonel T. Alvin, 371
95860-000, Taquari, Rio Grande do Sul

Vanessa Brandão de Vargas – nessabrvargas@gmail.com
Escola Estadual Reynaldo Affonso Augustin
R. Tiradentes, 871 - Canabarro
95890-000 – Teutônia - Rio Grande do Sul

Resumo: Este trabalho tem por objetivo socializar alguns resultados obtidos junto a um grupo de alunos do Ensino Médio oriundos de três escolas. As ações foram desenvolvidas a partir da pesquisa “Despertando a vocação científica e criatividade por meio da modelagem matemática em alunos do Ensino Médio no interior do Rio Grande do Sul”, aprovada no edital 01/2016 Universal do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O objetivo da pesquisa é analisar as implicações do uso da modelagem matemática como metodologia de ensino na área de Ciências Exatas. Entende-se que a vocação científica e a criatividade são essenciais na formação de futuros engenheiros. Sendo assim, considera-se pertinente relatar esta experiência na subárea Interação com o Ensino Fundamental e Médio. A prática realizada foi o abandono de uma bolinha de aço, a partir de distintas alturas e a respectiva mensuração do tempo de queda. Para obter o modelo matemático, os dados foram coletados e o gráfico representando a situação foi construído, na forma manual e por meio do software excel. A partir disso, os alunos compreenderam ser uma função de segundo grau do tipo $y = ax^2 + bx + c$. Para obter os parâmetros a , b e c foi utilizado o software geogebra. Os resultados apontam que os alunos, em grupos, conseguiram obter o modelo matemático representando a situação, e o modelo comum aos alunos ficou aproximado a $y = 4,9x^2$.

Ademais, os alunos relataram que gostaram da prática realizada, pois conseguiram representar uma fórmula, sem que o professor a tenha expressado.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Ensino Médio. Vocação Científica.

1 INTRODUÇÃO

Diversificar a forma de atuação dos professores, utilizando diversas técnicas no ensino como a modelagem matemática, pode facilitar a aprendizagem dos alunos do Ensino Médio, visto que possibilita uma relação entre teoria, prática e as diferentes áreas do conhecimento. Ademais, pode motivar alunos para a seguir um caminho científico, ingressando em algum curso da área de engenharia. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia (BRASIL, 2018, p. 5, grifos dos autores),

A Engenharia deve ser vista como um processo. Um processo que envolve pessoas, suas necessidades, expectativas, comportamentos e que requer empatia, interesse pelo usuário, além de técnicas que permitam **transformar esta observação em formulação do problema a ser resolvido, com a aplicação da tecnologia**. A busca de soluções técnicas, como parte do processo, se utiliza do **conhecimento técnico de matemática, ciências, ciências da engenharia**, para que se alcance um resultado que seja tecnicamente viável e desejável pelo usuário final.

Ou seja, um engenheiro precisa ter conhecimentos em Matemática, Ciências e saber aplicar a tecnologia, com vistas a solucionar um problema.

Ainda é possível ler no referido documento:

[...] o perfil do egresso do curso de graduação em engenharia deve ser generalista, humanista, crítico, reflexivo, **criativo**, cooperativo, ético, **apto a pesquisar**, desenvolver, adaptar e **utilizar novas tecnologias**, com atuação inovadora e empreendedora, capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formulando problemas a partir dessas necessidades e de oportunidades de melhorias para projetar soluções criativas de Engenharia, com transversalidade em sua prática, considerando os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e capaz de atuar e adaptar-se às novas demandas da sociedade e do mundo do trabalho com postura isenta de qualquer tipo de discriminação e comprometido com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2018, p. 5, grifos dos autores).

Está expresso ainda que, para se obter um perfil de engenheiro como o acima mencionado, as “metodologias de ensino devem ser modernas e adequadas à nova realidade” (BRASIL, 2018, p. 6) e que primam pelo uso de tecnologias da informação, motivando os alunos para buscar informações em distintas fontes. E neste sentido, o professor deixa de ter um papel central, passando a ser mediador dos processos de ensino e de aprendizagem (BRASIL, 2018).

À luz das diretrizes curriculares nacionais que orientam o projeto e o planejamento de cursos de graduação na área da engenharia (BRASIL, 2018) e em consonância daquilo que propõe a pesquisa “Despertando a vocação científica e criatividade por meio da modelagem matemática em alunos do Ensino Médio no interior do Rio Grande do Sul”, aprovada no edital 01/2016 Universal do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

(CNPq), entende-se que uma das possibilidades de tornar o aluno mais ativo pode ser o uso da metodologia da Modelagem Matemática, vislumbrando a formação de um aluno mais crítico, criativo, cooperativo e apto a pesquisar já no ensino Médio. No que tange à pesquisa, cabe salientar que ela tem como objetivo central analisar as implicações do uso da modelagem matemática como metodologia de ensino na área de Ciências Exatas num grupo de alunos do Ensino Médio no interior do RS.

Assim, o objetivo deste artigo é socializar alguns resultados obtidos junto a um grupo de alunos do Ensino Médio, oriundos de três escolas, localizadas no interior do Rio Grande do Sul quando estes participaram de atividades de Modelagem Matemática. A prática foi desenvolvida em três escolas distintas, em diferentes momentos, no final do ano de 2018 e início do ano de 2019. Trata-se do abandono de uma bolinha de aço, a partir de distintas alturas e a respectiva mensuração do tempo de queda. No entanto, antes de ilustrar detalhadamente a metodologia e os resultados, far-se-á menção a alguns referenciais teóricos que sustentam a pesquisa, imbricando estes referenciais com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia.

2 ALGUNS FUNDAMENTOS TEÓRICOS

De acordo com Barbosa (2009, p. 3), a Modelagem Matemática pode ser conceituada “como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar ou investigar, por meio da Matemática, situações com referência na realidade”. Para Bassanezi (2015, p. 15), a Modelagem Matemática “é uma estratégia utilizada para obtermos alguma explicação ou entendimento de determinadas situações reais”. De forma complementar, Almeida, Silva e Vertuan (2013) conjecturam que a Modelagem Matemática é conjunto de procedimentos que são implementados a partir de uma situação real e por meio dos quais se consegue expressar a solução do problema. Assim sendo, podemos perceber que a Modelagem Matemática, vista a partir das concepções dos autores anteriormente mencionados, faz menção a uma situação-problema que parte de um problema real. Em nossa atividade desenvolvida com os alunos, a situação consistiu em investigar a relação entre o tempo de queda de uma bolinha de aço e a altura em que esta foi abandonada.

Outros autores como Burak e Aragão (2012, p. 85, grifos nossos), atuantes e favoráveis à Modelagem Matemática como metodologia de ensino da Matemática, enfatizam que

Não pretendemos formar sujeitos sem determinação, sem ideias próprias, sem capacidade de argumentar e dialogar sobre uma situação, não pretendemos formar um sujeito incapaz de decidir por si, sem possibilidade de antever uma situação, sem noção do global. Ao contrário, intencionamos formar um cidadão que desenvolva a **autonomia** e seja **crítico**, capaz de trabalhar em grupo, capaz de tomar decisões diante das situações do cotidiano, da sua vida familiar, da sua **vida profissional ou sua condição de cidadão**, um sujeito capaz de promover transformações em sua **comunidade**.

Em adição, Silva, Kato e De Paula (2012), Biembengut e Hein (2007) e Bassanezi (2006) também reiteram que a Modelagem Matemática pode auxiliar na formação de **cidadãos investigadores, criativos e autônomos**.

Ao olharmos mais uma vez para as Diretrizes Curriculares Nacionais que orientam os cursos de engenharia (BRASIL, 2018) observamos que as metodologias indicadas para a formação de engenheiros devem primar por situações em que o aluno exerce autonomia e se engaja na realização de atividades práticas, preferencialmente que exijam conhecimentos interdisciplinares. Entendemos que a Modelagem Matemática, como já defendido anteriormente pelos autores, possa ser uma destas metodologias ativas. No caso de nosso

experimento, atuamos apenas como mediadores, sendo os alunos responsáveis pela descoberta do modelo matemático que representava a situação da queda da bolinha de aço. Portanto, os alunos desenvolveram sua autonomia, investigaram os dados e propuseram um modelo que representou um experimento, relacionado a Física e a Matemática, exigindo dos discentes, assim, um conhecimento interdisciplinar.

Ainda de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2018), este tipo de atividade deve ser desenvolvida nos primeiros anos da graduação, evitando a evasão e reprovação. Entendemos e defendemos que as metodologias ativas, entre eles a Modelagem Matemática, pode ser iniciada na escola básica, para que os alunos já cheguem à universidade com autonomia, criatividade, criticidade, com habilidade de trabalhar em grupos e capaz de realizar pesquisas de forma independente.

Diante desta perspectiva, descrevemos a seguir os procedimentos metodológicos usados para desenvolver a atividade supracitada.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para obter os dados, com o intuito de desenvolver um modelo matemático, alunos do primeiro e segundo anos do Ensino Médio de três distintas escolas, em diferentes momentos, foram convidados a mensurar o tempo de queda da bolinha e a altura em que ela foi abandonada, saindo de uma altura de 1 metro até atingir 5 metros, intercalando espaços de 50 centímetros entre cada altura, conforme ilustra a Figura 1. Cabe mencionar que estes procedimentos foram usados da mesma forma nas três escolas e os pesquisadores se deslocaram até as cidades onde de localizam os educandários.

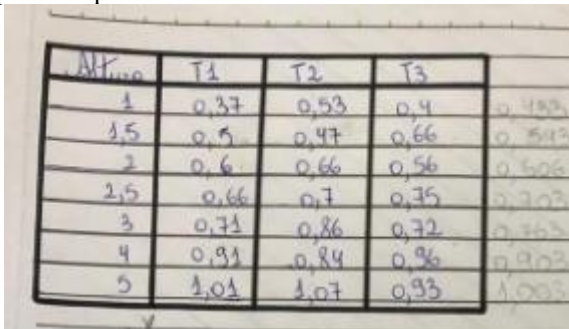
Figura 1 – Alunos do primeiro ano do EM de uma das escolas abandonando a bolinha de aço e mensurando o tempo de queda



Fonte: Pesquisadores, 2019.

Ressaltamos que o tempo de queda da bolinha é de difícil mensuração, pois a queda ocorre rapidamente e os instrumentos de mensuração usados (cronômetros digitais e de celulares) não permitiram uma captura perfeita do tempo. Para reduzir os efeitos de dispersão dos dados relativos ao tempo, os dados foram mensurados várias vezes e uma média foi realizada, conforme ilustra a Figura 2. Na folha de caderno de um dos alunos pode-se observar três medidas de tempos, denominados por T1, T2 e T3 e uma última coluna em que constam os tempos médios.

Figura 2 – Dados capturados pelos alunos de uma das escolas e o tratamento de dados realizado

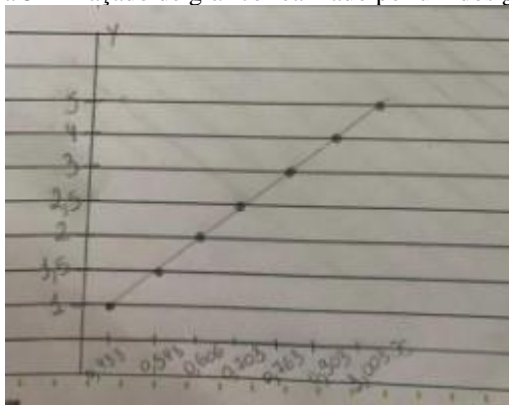


Altura	T1	T2	T3	Média
1	0,37	0,53	0,4	0,433
1,5	0,5	0,47	0,66	0,543
2	0,6	0,66	0,56	0,607
2,5	0,66	0,7	0,75	0,703
3	0,71	0,86	0,72	0,763
4	0,91	0,84	0,96	0,903
5	1,01	1,07	0,93	1,003

Fonte: Pesquisadores, 2019.

A partir da obtenção da média do tempo de queda, cada grupo de alunos (geralmente composto por 3 a 5 alunos) construiu um gráfico de forma manual, conforme ilustra a Figura 3.

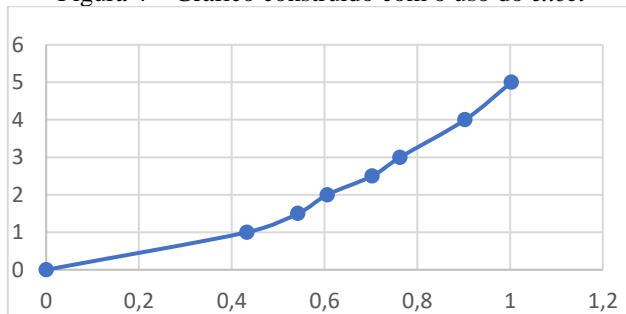
Figura 3 – Traçado de gráfico realizado por um dos grupos



Fonte: Pesquisadores, 2019.

Posteriormente, com os mesmos dados, o gráfico foi novamente construído, desta vez com o auxílio do *software excel*, conforme ilustra a Figura 4.

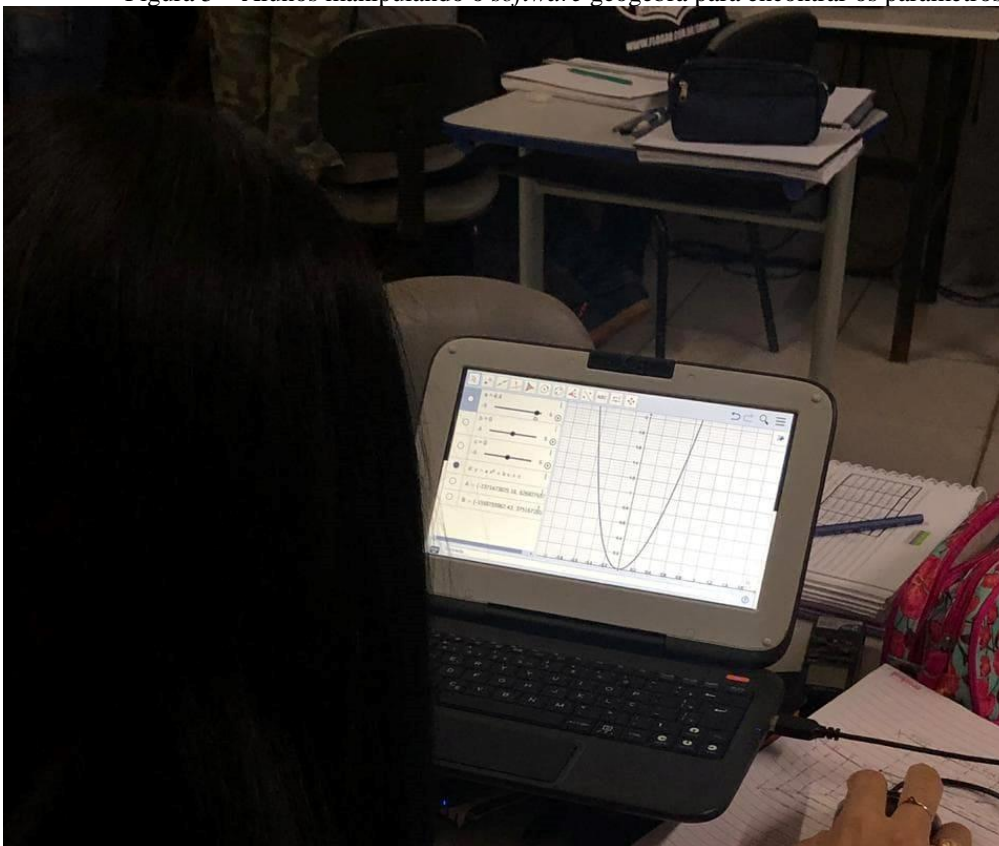
Figura 4 – Gráfico construído com o uso do *excel*



Fonte: Pesquisadores, 2019.

A partir disso, em grupos, iniciaram as discussões acerca do tipo de função que este experimento estava representando. Após algumas discussões e com o auxílio das professoras titulares e os pesquisadores, os alunos chegaram à conclusão de que se tratava de uma função do segundo grau do tipo $y = ax^2 + bx + c$. Assim, era necessário descobrir os valores de a , b e c . Para tanto, novo *software* foi sugerido: o geogebra, conforme ilustra a Figura 5. Cabe ressaltar que em cada escola quando foi realizado o experimento havia uma professora titular e alguns pesquisadores, incluindo uma professora de Matemática e bolsistas de Iniciação Científica. Ainda se salienta que esta atividade foi planejada no grupo de pesquisa do qual fazem parte as professoras titulares das escolas, uma professora de Matemática, um professor de Física e bolsistas de Iniciação Científica oriundos de cursos de graduação da área das engenharias.

Figura 5 – Alunos manipulando o *software* geogebra para encontrar os parâmetros a , b e c .



Fonte: Pesquisadores, 2019.

A partir do manuseio, conforme ilustra a Figura 5, os alunos conseguiram identificar os valores e compartilharam com os colegas, seus modelos matemáticos encontrados. Vale ressaltar que todas as atividades realizadas foram filmadas, fotografadas e os materiais escritos coletados para realizar a análise dos resultados.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir dos dados obtidos, cada grupo (G1, G2, G3 e G4) de cada uma das três escolas (A, B e C), evidenciou seu modelo matemático, conforme pode ser visto no Quadro 1. Assim, a sigla AG1 significa que foi o modelo encontrado na escola A pelo grupo 1. As demais interpretações seguem o mesmo raciocínio.

Quadro 1: Modelos matemáticos encontrados pelos grupos, nas distintas escolas.

Grupo	Modelos Matemáticos encontrados
Escola AG1	$y = 4,91x^2$
Escola AG2	$y = 4,8x^2$
Escola AG3	$y = 4,9x^2$
Escola AG4	$y = 5x^2$
Escola BG1	$y = 4,72x^2$
Escola BG2	$y = 4,9x^2$
Escola BG3	$y = 4,9x^2$
Escola BG4	$y = 4,7x^2$
Escola CG1	$y = 5,189x^2$
Escola CG2	$y = 4,795x^2$
Escola CG3	$y = 4,895x^2$

Fonte: Pesquisadores, 2019.

Ao serem indagados sobre como encontraram os parâmetros de b e c no modelo matemático geral na função $y = ax^2 + bx + c$, todos os 11 grupos mencionaram que estes valores eram nulos. Aqui cabe mencionar que todos os alunos já tinham estudado funções de 1º grau, de 2º grau, exponenciais e logarítmicas. Assim, deveriam saber os significados dos valores de a , b e c , o que não se confirmou inicialmente. Neste sentido, o *software* geogebra foi fundamental, pois com o auxílio dos controles deslizantes, os alunos foram observando os efeitos das variações sofridas nos valores de a , b e c .

Em particular, o grupo AG4 afirmou que era $c = 0$ “porque ali deve começar o gráfico”. O AG2 escreveu: “se for menor que zero [o valor de y] ou maior iria sair fora da linha do y e vai ficando negativo”. Para o valor de b o AG4 justificou que $b = 0$ “porque ali [na posição (0,0)] seria o vértice da função”. O grupo AG3 afirmou; “pra ficar corretamente [na posição]”. Na busca pelo valor do coeficiente a , foram usadas diferentes estratégias. Os grupos AG1, AG2, AG3, BG2 e BG3 foram ajustando os valores por meio do uso do controle deslizante, de tal forma que os valores “iam encaixando” [os valores de x com os de y]. Distintamente, o grupo AG4 realizou o cálculo substituindo os valores de x por 0,60 e y por 2, encontrando assim o valor do a . Já os grupos BG1 e BG4 substituíram alguns valores de pares de coordenadas e encontraram distintos valores de a . Ao final, realizaram a média dos valores de a , encontrando, respectivamente $a = 4,72$ e $a = 4,7$. Por fim, na escola C os alunos calcularam, com o auxílio do *software excel*, todos os valores de a , substituindo todos os pares ordenados encontrados. Ao final, também com o uso do *software excel*, realizaram as médias encontrando os seguintes valores de a : 5,189; 4,795 e 4,895, respectivamente.

Após as apresentações, os alunos responderam um questionário acerca de suas opiniões acerca da prática. Também os professores titulares se posicionaram sobre a prática realizada. As respostas dos professores levaram os pesquisadores a inferir que, por um lado, gerou

insegurança nos docentes, pois era uma das primeiras práticas de Modelagem Matemática desenvolvida e os alunos poderiam não encontrar um modelo matemático que representasse a situação-problema acima mencionada. Por outro lado, de acordo com os professores, a prática despertou o interesse dos alunos, uma vez que não estavam habituados a fazer experimentos fora da sala de aula. A este respeito Barbosa (2001, p. 4) expressa que:

[...] os professores acreditavam que a Modelagem confere maior significado às atividades escolares, propicia envolvimento dos alunos, promove melhor relacionamento e influi positivamente no desempenho escolar. Por outro lado, sublinhavam sua insegurança em continuar utilizando Modelagem em suas aulas. [...] Os professores verbalizaram seu próprio “despreparo” para desenvolver atividades desta natureza e assinalaram que a continuidade da aplicação da Modelagem é a forma adequada de adquirir experiência, segurança e confiança.

Os alunos, por sua vez mencionaram que a prática foi “legal”, “boa”, “interessante” e “importante”. Outra palavra usada por eles para defini-la foi “gostei”. Como aspectos positivos, a maioria dos alunos apontou a aprendizagem e a descoberta de fórmulas matemáticas para resolver situações do cotidiano e o trabalho em equipe; distintamente, nos aspectos negativos, alguns mencionaram que deveriam ter mais tempo para realizar as atividades; nas sugestões, os alunos apontaram a necessidade de desenvolver mais atividades práticas, haja vista que elas auxiliam no entendimento das situações-problemas, bem como ter disponibilidade de mais tempo para a realização da prática. Estes resultados são corroborados por Bassanezi (2006, p. 177) quando ele afirma que

a modelagem matemática de situações-problema envolvendo a realidade cotidiana funciona como elemento motivador para o aprendizado dos alunos. Tal efeito motivador não se reflete apenas no aprendizado da matéria, mas também revela aos alunos a interação que existe entre as diversas ciências.

Ou seja, quando o professor desenvolve práticas usando a Modelagem Matemática como metodologia de ensino, o aluno torna-se motivado, estabelecendo relações entre as diversas áreas do conhecimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos tanto nas observações realizadas em sala aula, nas respostas dos professores nas entrevistas e no questionário respondido pelos alunos, é possível inferir que a prática pedagógica, desenvolvida por meio da Modelagem Matemática, contribuiu para o desenvolvimento da autonomia e a descoberta de fórmulas, proporcionou aulas mais desafiadoras e viabilizou o trabalho colaborativo. Sendo assim, pode-se inferir que a prática realizada, à luz da metodologia da Modelagem Matemática, evidenciou resultados que estão consonância com o que preconizam as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de área das engenharias. E entende-se que quanto mais cedo iniciarem aulas contemplando metodologias ativas ainda na escola básica, melhores serão os resultados no Ensino Superior.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), às escolas parceiras e a Universidade que financia as horas dos pesquisadores. Ainda à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo financiamento do bolsista de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lourdes Werle de; SILVA, Karina Pessôa da; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2013.

BARBOSA, Joney Cerqueira Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema**, Rio Claro, n. 15, p. 5-23, 2001.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Integrando Modelagem Matemática nas Práticas Pedagógicas. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, ano 14, n. 26, Mar. 2009.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2006.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Modelagem matemática teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2015.

BIEMBENGUT, Maria Sallet; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo, Contexto, 2007.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em engenharia. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Brasília, 2018.

BURAK, Dionísio; ARAGÃO, Rosália. **A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa**. 1. Ed. Curitiba: Editora CRV, 2012.

SILVA, Cintia; KATO, Lilian Akemi; DE PAULO, Iramaia Jorge Cabral. A perspectiva sociocrítica da modelagem matemática e a aprendizagem significativa crítica: possíveis aproximações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17 (1), p.109-123, 2012.

ENLIGHTENING THE VOCATION AND CREATIVITY THROUGH MATHEMATICAL MODELING IN MIDDLE SCHOOL STUDENTS IN THE INLAND OF RIO GRANDE DO SUL

Abstract: *This study aims to socialize some results obtained from a group of high school students from three schools. The actions were developed based on the research "Enlightening the scientific vocation and creativity through mathematical modeling in high school students in the inland of Rio Grande do Sul", approved in the 01/2016 Universal Publication of the National Council for Scientific and Technological Development. The aim of the research is to analyze the implications of the use of mathematical modeling as a teaching methodology in the area of Exact Sciences. It is understood that scientific vocation and creativity are essential in the training of future engineers. Therefore, it is considered relevant to report this experience in the sub-area Interaction with Elementary and Middle School. The practice was the abandonment of a steel ball, from different heights and the respective measurement of the time of fall of the ball. To obtain the mathematical model, the data were collected and the graph representing the situation was constructed, in manual form and through excel software. From*

this, the students understood to be a quadratic function of the type $y = ax^2 + bx + c$. For the parameters a , b and c the geogebra software was used. The results show that the students, in groups, were able to obtain the mathematical model representing the situation, and the model common to the students was approximated to $y = 4,9x^2$. In addition, the students reported that they liked the practice, because they were able to represent a formula, without the teacher expressing it.

Key-words: Mathematical Modeling. High school. Scientific Vocation.