



MATEMÁTICA NA EXPLORAÇÃO DE UM CONCEITO DA FÍSICA: AS POSSIBILIDADES DO USO DOS *SOFTWARES EXCEL* E GEOGEBRA NA OBTENÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

Márcia Jussara Hepp Rehfeldt
Universidade do Vale do Taquari - Univates
mrehfeld@univates.br

Italo Gabriel Neide
Universidade do Vale do Taquari - Univates
italo.neide@univates.br

Rosilene Inês König
Universidade do Vale do Taquari - Univates
rosilene@universo.univates.br

Silvana Emer
Universidade do Vale do Taquari - Univates
silvanaemer@gmail.com

Vanessa Brandão de Vargas
Escola Estadual Reynaldo Affonso Augustin
nessabrvargas@gmail.com

RESUMO

As tecnologias da informação e comunicação têm se constituído como atrizes no desenvolvimento de modelos matemáticos. Com este entendimento, este relato visa a socializar uma prática de Modelagem Matemática, desenvolvida por três professoras participantes da pesquisa em que foram utilizados os *softwares* geogebra e *excel*, bem como a percepção das docentes da atividade. A referida prática - abandono de uma bolinha de aço e a mensuração do tempo de queda - foi planejada e explorada no desenvolvimento 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”, nos anos de 2018 e 2019. Os dados do lançamento foram coletados usando-se cronômetros e os dados foram anotados em tabelas. A partir do uso dos *softwares excel* e geogebra foram representados os modelos matemáticos. Após as professoras emitiram suas percepções acerca da atividade realizada. Os resultados apontam um modelo matemático aproximado a $y = 4,9x^2$. Com relação aos *softwares*, as professoras relataram que eles favoreceram na visualização do modelo matemático, permitiram obter respostas ágeis e precisas. Quanto à prática, comentaram que ainda não se sentem completamente seguras, mas compreendem que é importante uma construção conjunta entre alunos e professores.

Palavras-chave: Tecnologias; Modelagem Matemática; Experimentação.

INTRODUÇÃO

De acordo com Meyer, Caldeira e Malheiros (2017), na literatura nacional e internacional constam distintas definições de Modelagem. As denominações utilizadas, segundo os autores, são metodologia, ambiente de aprendizagem, método para ensinar matemática ou concepção de educar matematicamente. No entanto, há aspectos comuns, nestas distintas perspectivas, e com os quais nosso grupo de pesquisa também corrobora, quais sejam: a) a Modelagem Matemática não trabalha com problemas inventados ou teóricos, mas sim com problemas reais; b) o papel do aluno é ativo no processo, pois ele é o responsável pela descoberta dos modelos matemáticos, com o apoio do professor; c) em atividades de modelagem matemática a integração com outras áreas é favorecida, pois são abordadas situações-problema que carecem de conhecimentos de distintos campos do conhecimento, em nosso caso, a Matemática e a Física; d) os trabalhos e modelos obtidos são discutidos em pequenos grupos e socializados com os demais. Acreditamos que a interação com os pares favorece a aprendizagem de uma forma geral; e) por meio da Modelagem Matemática pode-se romper um currículo linear, uma vez que diversos temas são abordados no decorrer das discussões.

À luz das considerações iniciais, este trabalho tem por objetivo relatar uma prática de Modelagem Matemática realizada em três distintas escolas públicas, localizadas no Vale do Taquari, cujos professores integram 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”. De forma geral, o objetivo central é 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. A pesquisa conta com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e está em desenvolvimento desde o ano de 2017. Participam do grupo professores de Matemática e de Física de uma Universidade, quatro professores de Matemática da Escola Básica – duas com mestrado (uma em Ensino e outra em Ensino de Ciências Exatas) concluído, uma em fase de conclusão e outra em fase de seleção, com idade em torno de 40 anos - e bolsistas de Iniciação Científica. As reuniões ocorrem de forma quinzenal, na Universidade, sendo que nestas são discutidos o planejamento das práticas, a testagem de experimentos, as possibilidades de obtenção de dados e possíveis modelos matemáticos emergentes, os resultados obtidos em práticas já realizadas e alterações nas práticas que serão reaplicadas. Estas discussões promoveram a melhoria na coleta de informações, na experimentação e no desenvolvimento da prática, uma vez que aspectos tais

como mensuração de tempos, traçados de gráficos e representação de modelos matemáticos são melhorados a cada nova prática desenvolvida.

Mais especificamente, neste relato, pretendemos socializar uma prática de Modelagem Matemática desenvolvida pelos professores participantes da pesquisa (incluindo as professoras titulares de Matemática em cada escola e pelo menos um pesquisador da Universidade), com ênfase no uso dos *softwares* *geogebra* e *excel* e a percepção das três professoras acerca desta atividade. Portanto, o mote maior das discussões está focado no uso de ferramentas tecnológicas: as contribuições destes na emergência do modelo matemático referente à situação-problema explorada e as dificuldades enfrentadas pelas professoras.

As práticas foram desenvolvidas em turmas de primeiro e segundo anos do Ensino Médio, em dezembro de 2018 e março de 2019 e contaram com a participação, em sala de aula, de um professor da universidade e a da professora titular da disciplina de Matemática, de cada escola. Por professora titular entendemos que é a responsável pelas aulas de Matemática na escola. Cabe salientar que todas as professoras titulares das três escolas integram a pesquisa supracitada. Em adição, em cada escola foi realizada a mesma prática que será relatada a seguir. Ainda, as escolas nas quais foram realizadas as práticas, encontram-se com boa infraestrutura e disponibilizaram recursos tecnológicos (*notebooks* ou similares) para a realização do experimento. Os alunos, em sua maioria, têm *smartphones* com acesso à *internet*. Desta forma, o quadro para o desenvolvimento da prática pode ser considerado como favorável.

Assim sendo, o referencial teórico utilizado neste relato terá ênfase na Modelagem Matemática associada às tecnologias, pois entendemos que as últimas podem favorecer a representação matemática da situação-problema.

REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Meyer, Caldeira e Malheiros (2017), a Modelagem Matemática tem sido amplamente difundida e constantemente está relacionada a outras tendências, entre elas as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). De acordo com os autores, pode existir uma sinergia entre as TIC e a Modelagem Matemática. Neste sentido, alguns estudos embasados em Borba e Penteadó (2003), Borba, Malheiros e Amaral (2011)

evidenciaram que as TICs são atrizes ao se fazer Modelagem, no contexto educacional e que, nesse processo, atuam de diferentes maneiras e em níveis distintos [...] como na utilização de *softwares* (gráficos, editores de textos, editores de fórmulas matemáticas, planilhas eletrônicas, etc), pesquisas na *internet*, comunicação via rede, realização de animações e simulações para melhor compreender e analisar determinada solução, entre outras possibilidades (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2017, p. 115).

De forma complementar Almeida, Silva e Vertuan (2013, p. 31) mencionam que a

dinamicidade de inúmeros *softwares* livres, hoje disponíveis no mercado, pode auxiliar alunos e professor na construção de gráficos e na observação da influência dos parâmetros bem como na realização de cálculos. Neste sentido, a possibilidade de experimentar, de visualizar e de coordenar de forma dinâmica as representações algébricas, gráficas e tabulares, são vantagens da interação de atividades de modelagem com as mídias informáticas.

Em nosso relato de experiência, o uso de *softwares* como o *excel* e o *geogebra* foram fundamentais para a representação da situação-problema abordada, qual seja: estabelecer a relação entre o tempo de queda de uma bolinha de aço e a altura da qual foi abandonada. Os alunos utilizaram o *excel* para identificar o tipo de gráfico que a situação-problema representava e o *geogebra* na busca dos parâmetros da função de segundo grau associada.

Ainda no que concerne às tecnologias, Almeida, Silva e Vertuan (2013) pontuam que seu uso pode: a) auxiliar a solucionar uma situação-problema mais complexa, constituída por grande quantidade de dados; b) permitir que os esforços cognitivos sejam empregados no desenvolvimento das atividades de modelagem ao invés dos cálculos complexos; c) favorecer a simulação numérica ou gráfica, variando parâmetros nas representações gráficas ou algébricas.

De forma complementar, Soares (2017) afirma que as soluções de uma situação-problema podem ser determinadas pelo *software*, ao invés de usar lápis e papel. Segunda a autora “isso muda totalmente o foco do pensamento dos alunos: das contas para a análise das soluções e de seu comportamento” (SOARES, 2107, p. 3). Em outras palavras, o aluno dedica seu tempo de estudo para a análise e interpretação das soluções ao invés de gastar tempo nos cálculos em si.

No relato aqui apresentado, a escolha deu-se por dois *softwares*, quais sejam: o *excel* e o *geogebra*. Acerca do *software excel* Rodrigues (2009, p. 5, grifos nossos) comenta:

[...] é uma poderosa ferramenta que, para além de permitir realizar **complexos cálculos numéricos**, possibilita, entre muitas outras funcionalidades, a criação personalizada de **gráficos** e diagramas elaborados, a organização, gestão e análise de dados em listas ou **tabelas**, a importação de dados de diferentes origens e a automatização de tarefas complexas através de macros de comandos e de funções.

Como se pode observar, o autor também fala acerca da complexidade dos cálculos, bem como a criação de gráficos e organização de tabelas. Em nosso relato, esta é a função do referido *software*: auxiliar na organização dos dados obtidos quando a bolinha de aço foi abandonada e a altura da queda mensurada, bem como a geração de um gráfico.

Com relação ao *geogebra*, Rezende, Pesco e Bortolossi (2012, p. 78, grifos nossos) destacam que:

Esse tipo de recurso permite o usuário estudar (**graficamente, algebricamente, numericamente**) como, por exemplo, características locais da função (taxas de variação média e instantânea) mudam de acordo com a posição do ponto sobre o gráfico da função.

Para Siqueira (2017, p. 2, grifos nossos)

o programa apresenta, ao mesmo tempo, características **geométricas e algébricas** de um mesmo objeto, tanto em duas quanto em três dimensões, permitindo **alterações dinâmicas** nos objetos prontos, sejam eles pontos, retas, planos, vetores, matrizes ou funções que podem ser inseridos através de ferramentas, ou comandos.

Em nossa prática de Modelagem Matemática, foram usadas as características geométricas e gráficas para auxiliar a encontrar os parâmetros da função polinomial do segundo grau abordada. Mais especificamente, foi usado o controle deslizante. Acerca deste, Siqueira (2017, p. 16) discorre que ele

permite [...] a criação de um botão rolante, usado para determinar o valor do objeto em si. Ele pode ser configurado para que tenha um valor mínimo, máximo, uma velocidade de variação e a forma como o mesmo varia. Essa ferramenta é útil para criar parâmetros para serem utilizados juntos a outras ferramentas.

Usando-se o controle deslizante é possível, por exemplo, descobrir os parâmetros a , b e c de uma função polinomial de segundo grau, em nosso caso, relacionando a Matemática e a Física. Neste sentido, autores como Batista e Fusinato (2015, p. 89) afirmam que vários estudos relacionam a Modelagem Matemática como estratégia de ensino da Física e usam modelagem computacional, como mostram

os estudos de Veit e Teodoro (2002), Gomes e Ferracioli (2006), Araujo, Veit e Moreira (2004). [...] em todas essas pesquisas buscou-se utilizar o computador como recurso didático e a modelagem matemática como estratégia de ensino, a fim de que ao final do processo o aluno tivesse condições de interpretar situações físicas por meio de dados e gráficos.

Os autores ainda mencionam que “no ensino de física, a modelagem matemática também pode instigar os alunos a investigarem problemas físicos que descrevem situações reais, procurando aproximar o conhecimento ensinado na escola do cotidiano do aluno (BATISTA; FUSINATO, 2015, p. 88).

À luz das imbricações realizadas anteriormente entre modelagem matemática, tecnologias e ensino de Física, a seguir, discutimos os resultados obtidos com uma prática de Modelagem Matemática realizada explorando um conceito da Física, com o auxílio dos recursos computacionais *excel* e *geogebra*.

METODOLOGIA E RESULTADOS OBTIDOS

Para observar a possível relação entre o tempo de queda da bolinha de aço e a altura em que foi abandonada, os alunos foram convidados a realizar o experimento, abandonando a bolinha de

alturas entre 1 a 5 metros, com, no mínimo, 20 centímetros de intervalo entre cada altura, e mensurando o tempo. Na Figura 1 é possível observar um aluno subindo a escada para abandonar a bolinha de aço de uma altura de 5 metros. Esse procedimento ocorreu da mesma forma nas três escolas. Cabe ressaltar que uma das dificuldades observadas na experimentação realizada na primeira escola (Escola 1) foi a dificuldade de mensuração do tempo da queda da bolinha.

Figura 1 - Aluno subindo a escada (na Escola 1) para abandonar a bolinha de aço



Fonte: Os autores, 2019.

Essa dificuldade de cronometragem do tempo foi discutida no grupo de pesquisa e como possibilidade de superação, organizamos um momento inicial de testagem do cronômetro, ou seja, a partir de uma altura de 1 metro, os alunos abandonaram a bolinha por diversas vezes, sendo que para tal deveriam encontrar um tempo aproximado a 0,4 segundos. A Figura 2 mostra dois alunos da Escola 2 explorando o cronômetro, objetivando facilitar a mensuração do tempo.

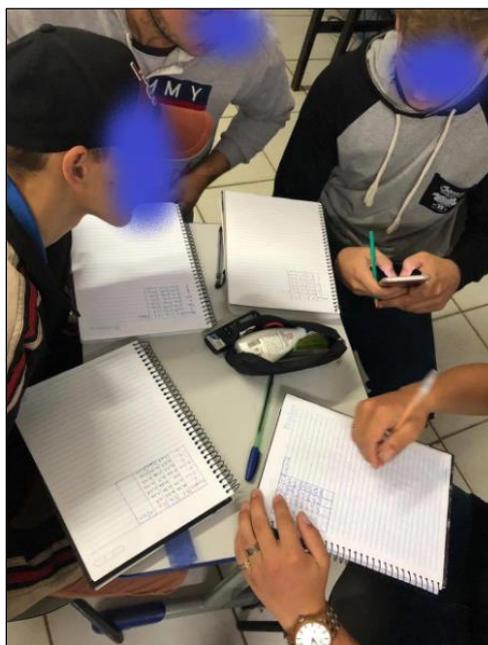
Figura 2 - Alunos explorando o uso do cronômetro



Fonte: Os autores, 2019.

Ao abandonar a bolinha de aço, os alunos tomaram nota de três tempos de queda e, em seguida, realizaram a média do tempo de queda, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3 - Alunos calculando a média dos tempos na Escola 2

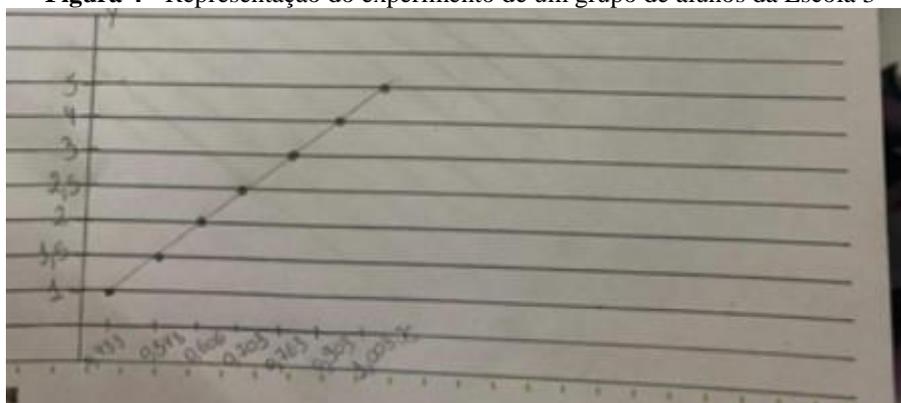


Fonte: Os autores, 2019.

A partir disso, os alunos iniciaram a construção, de forma manual, dos gráficos. Bassanezi (2015, p. 16) menciona que geralmente “uma modelagem tem início com uma tabela de valores, que pode ser obtida de diferentes formas”. No entanto, o gráfico elaborado por um

grupo de alunos na Escola 3 (Figura 4) representa uma reta. Indagados sobre esta representação, sugeriram que algum *software* poderia representar de forma mais apropriada o experimento. Neste sentido, sugerimos o *software excel*, assim como propõe Bassanezi (2015). O autor ainda afirma que métodos computacionais podem auxiliar dando uma solução numérica aproximada (BASSANEZI, 2002). De forma similar Almeida, Silva e Vertuan (2013, p. 32) afirmam que a “modelagem mediada pelo uso de computadores tem o compromisso de promover a aproximação e a interação dos fatos da realidade com o conteúdo acadêmico”. Sendo assim, o uso de recursos tecnológicos pode favorecer a aproximação do modelo da realidade.

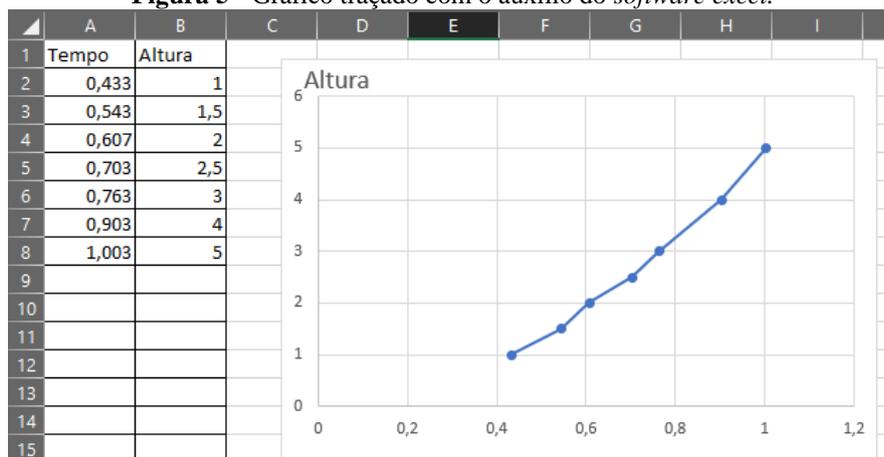
Figura 4 - Representação do experimento de um grupo de alunos da Escola 3



Fonte: Os autores, 2019.

Em seguida e com base no gráfico traçado no *excel*, os alunos visualizaram que não se tratava de uma reta, e sim, de parte de uma parábola (Figura 5).

Figura 5 - Gráfico traçado com o auxílio do *software excel*.

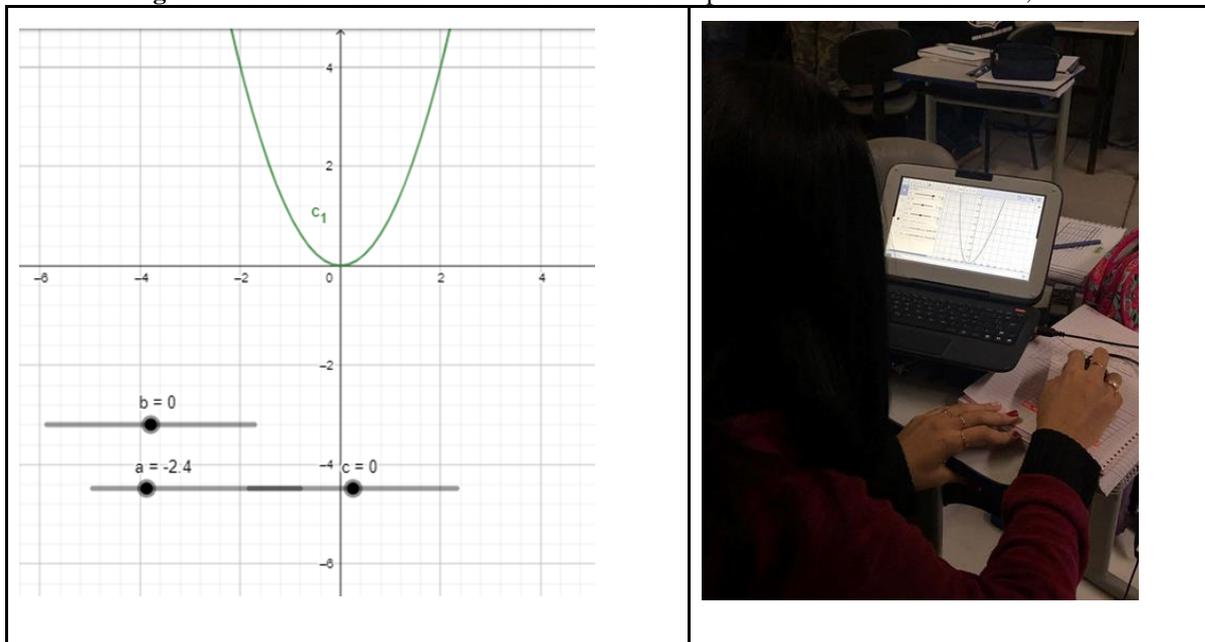


Fonte: Os autores, 2019.

A partir disso, os alunos começaram a discutir os valores de a , b e c e para tal, sugerimos o *software* geogebra, para facilitar a visualização. Conforme sugere Bassanezi (2015, p. 14), “outros programas [referindo-se aos *softwares*] mais sofisticados podem ser utilizados”. Assim

digitaram a fórmula geral de uma função polinomial de segundo grau: $y = ax^2 + bx + c$ e usaram os controles deslizantes para buscar os valores, inicialmente de b e c (Figura 6).

Figura 6 - Alunos utilizando os controles deslizantes para encontrar os valores de a, b e c.



Fonte: Os autores, 2019.

A partir de tais ações cada grupo, em cada escola, optou por determinar seu modelo matemático (BIEMBENGUT; HEIN, 2007), registrando as informações em materiais que foram recolhidos para futuras análises.

Os valores de b e c foram compreendidos, após instigações dos professores, como valendo zero. Na Escola 3 os grupos afirmaram (Quadro 1);

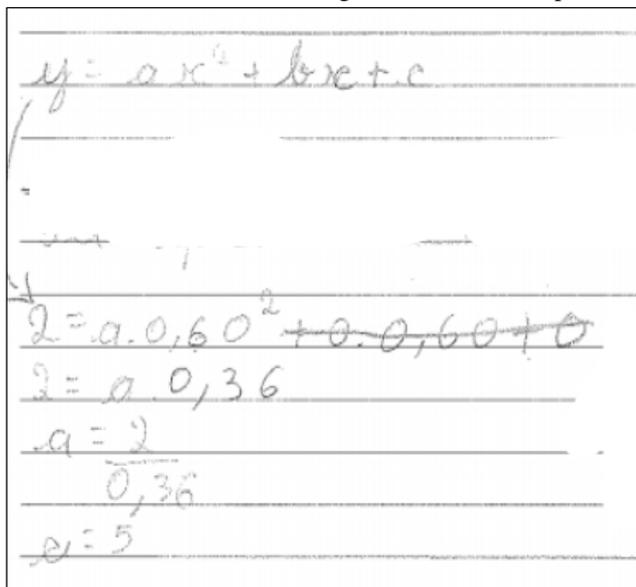
Quadro 1 - Afirmações realizadas pelos grupos na Escola 3

Grupo	Afirmção
4	$c = 0$ “porque ali deve começar o gráfico”.
2	se for menor que zero [o valor de y] ou maior iria sair fora da linha do y e vai ficando negativo.
4	$b = 0$ “porque ali [na posição (0,0)] seria o vértice da função.
3	pra ficar corretamente [na posição].

Fonte: Os autores, 2019.

Com relação à descoberta do valor de a, nas três escolas emergiram duas estratégias distintas. Uma delas foi por meio algébrico, ou seja, substituindo os valores de x e y na função $y = ax^2$, conforme ilustra a Figura 7.

Figura 7 - Cálculo realizado de forma algébrica na Escola 3 para encontrar o valor de a.



$$y = ax^2 + bx + c$$

$$2 = a \cdot 0,60^2 + 0 \cdot 0,60 + 0$$

$$2 = a \cdot 0,36$$

$$a = \frac{2}{0,36}$$

$$a = 5$$

Fonte: Os autores, 2019.

Outra estratégia usada foi o “encaixe” dos valores de x e y e o uso do controle deslizante, conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 - Alunos buscando o encaixe para encontrar o valor do coeficiente a.



Fonte: Os autores, 2019.

O grupo 1 na Escola 3 mencionou “a = 4,9 porque procuramos ajustar 0,4 [valor de 4] com o valor 1 [de y]”. Conforme a Figura 5 supracitada, este par ordenado (0,4;1) é um dos que consta na tabela de pares ordenados usados para o traçado do gráfico.

Após a busca e descrição dos valores de a, b e c, cada grupo finalizou sua conjectura e propôs a escrita do modelo matemático encontrado, conforme está expresso no Quadro 2.

Quadro 2 - Modelos matemáticos encontrados pelos quatro grupos nas distintas escolas.

Grupo/Escola	Modelo Matemático encontrado
1/3	$y = 4,91x^2$
2/3	$y = 4,8x^2$
3/3	$y = 4,9x^2$
4/3	$y = 5x^2$
1/2	$y = 4,72x^2$
2/2	$y = 4,9x^2$
3/2	$y = 4,9x^2$
4/2	$y = 4,7x^2$
1/1	$y = 5,109x^2$
2/1	$y = 5,31x^2$
3/1	$y = 4,89x^2$

Fonte: Autores, 2019.

Como se pode observar, há pequenas diferenças entre os modelos encontrados pelos distintos grupos de alunos nas três escolas, mas todos estão próximos a $y = 4,9x^2$. Como cita Bassanezi (2015, p. 15), a Modelagem Matemática vem “carregada de interpretações e subjetividades próprias de cada modelador”.

Após a prática, solicitamos um depoimento das três professoras titulares acerca do uso das tecnologias. O intuito foi compreender como elas perceberam a representação do modelo matemático mediado por meio de tecnologias, no caso os *softwares excel* e *geogebra*. Destacamos alguns excertos a seguir:

Sim, favoreceu em função da **agilidade** na tabulação de dados, obtenção da **representação gráfica** e comparação de gráficos para validação. No caso, do Geogebra facilitou muito, pois ao marcar os pontos na construção gráfica pode-se obter o modelo algébrico da função polinomial correspondente (Professora da Escola 1).

Para a professora da Escola 2 “O uso do *excel* e do geogebra favoreceu a obtenção do modelo matemático, pois com o uso foi possível uma maior **precisão** na obtenção do modelo matemático”. A professora da Escola 3 narra: “o uso das tecnologias favorece ao educando um **ambiente prazeroso** de trabalho, eles ficam muito atentos às atividades, por terem muito contato diário com estes recursos”.

Nas falas das professoras podemos observar palavras tais como “agilidade”, “precisão” e surgimento de um ambiente prazeroso”, ou seja, as docentes compreendem que as tecnologias se transformaram em atrizes na obtenção do modelo matemático como sugerem Meyer, Caldeira e Malheiros (2017). Em adição, os autores anteriormente referidos comentam que os *softwares* favorecem a visualização, o que pode contribuir no desenvolvimento da modelagem. A professora da Escola 3 se reporta a este fato afirmando que: “Na resolução das tarefas, os alunos puderam manipular, conjecturar e elaborar modelos matemáticos, interpretando **com clareza as transformações da função ao** alterar seus coeficientes”.

No entanto, algumas dificuldades também emergiram, entre elas a comentada pela professora da Escola 1:

[...] **senti dificuldade** na utilização e juntamente com os alunos, fomos descobrindo os comandos quando algo não dava certo. Existem várias possibilidades com muitas opções de comando, no *software* Geogebra, que ainda desconheço. Necessito explorar mais esse recurso para ter mais segurança (Professora da Escola 1).

A professora da Escola 2 também menciona: “Muitas vezes, nossos educandos estão **melhor preparados para o uso destas tecnologias do que nós mesmos**, seus professores, tornando um ambiente desafiador para o educador”. Neste sentido, propomos que professores e alunos aprendam juntos, pois como discorrem Dullius, Haetinger e Quartieri (2010, p. 158-159),

os recursos tecnológicos podem se constituir em uma importante ferramenta auxiliar no trabalho pedagógico, aprimorando nossas formas de ministrar aulas, tornando-as mais dinâmicas [...] professores e estudantes não serão mais os mesmos, ocorrendo uma reconstrução das teorias e práticas pedagógicas e uma interação crescente entre ambos.

Ou como disserta Bassanezi (2015, p. 110): “acreditamos que a melhor maneira de aprender algum processo é fazendo. Assim, como só se aprende a pescar, pescando [...]. Poderíamos completar afirmando que tanto a exploração das tecnologias quanto a Modelagem

Matemática só aprende realizando as atividades, explorando, conjecturando e reformulando as práticas já desenvolvidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da prática realizada, dos materiais de pesquisa analisados e dos depoimentos realizados pelas três professoras titulares, podemos inferir que os *softwares* foram recursos importantes na obtenção dos modelos matemáticos, pois contribuíram para o entendimento do tipo de função, reduziram o tempo de traçado e auxiliaram na precisão do modelo matemático. Desta forma, os recursos tecnológicos foram atrizes no processo de obtenção do modelo matemático como afirmam Meyer, Caldeira e Malheiros (2017) ilustrando uma sinergia entre tecnologias e Modelagem Matemática.

Quanto aos modelos matemáticos, nas três escolas, os resultados apontam que os alunos conseguiram obtê-los ficando estes aproximados a $y = 4,9x^2$. Alguns alunos compreenderam o valor do coeficiente a por meio de cálculos algébricos, outros através do encaixe possibilitado com o uso do *software* geogebra.

Ainda acerca da prática, as professoras comentaram que ainda se sentem um pouco inseguras, pois, por vezes, “os alunos estão melhor preparados”. Em adição, compreendem que podem aprender melhor se se dedicaram de forma conjunta.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lourdes W. DA SILVA, Karina P. VERTUAN, Rodolfo E. **Modelagem Matemática na educação básica**. São Paulo: Editora Contexto, 2013.

BASSANEZI, Rodney C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Editora Contexto, 2002.

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

BATISTA, Michel Corci; Fusinato, Polônia Altoé. A utilização da modelagem matemática como encaminhamento metodológico no ensino de física. **REnCiMa**, v. 6, n. 2, p. 86-96, 2015.

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

DULLIUS, Maria Madalena; HAETINGER, Claus; QUARTIERI, Marli Teresinha. Problematizando o uso de recursos computacionais com um grupo de professores de matemática. In: JAHN, Ana Paula; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. **Tecnologias e Educação Matemática: ensino, aprendizagem e formação de professores (org.)**. Recife: SBEM, 2010, p. 145-161.

MEYER, João F. C. A. CALDEIRA, Ademir D. MALHEIROS, Ana Paula S. **Modelagem em Educação Matemática**. 3. ed.; reimp. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2017.



REZENDE, Wanderley Moura; PESCO, Dirce Uesu; BORTOLOSSI, Humberto José. Explorando aspectos dinâmicos no ensino de funções reais com recursos do GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional**, São Paulo, v. 1, 2012.

RODRIGUES, Luís Silva. **Utilização do Excel 2007 para Economia & Gestão**. Lisboa: FCA, 2009.

SIQUEIRA, Ruan. **Tutorial para geogebra**. Niteroi, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/geogebra/Tutorial_GeoGebra.pdf>. Acesso em 03 ago 2019.

SOARES, Débora da Silva. Modelagem Matemática com o uso do *software* Geogebra. **X Conferência Nacional de Educação em Modelagem Matemática**. Maringá, 23 a 25 de novembro de 2017.

Disponível em

https://www.researchgate.net/publication/325191169_MODELAGEM_MATEMATICA_COM_O_USO_DO_SOFTWARE_GEOGEBRA. Acesso em 03 ago. 2019.