

RECURSOS TECNOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA COM EXPERIMENTAÇÃO

Robson Aparecido Ramos Rocha
Universidade Estadual de Londrina
robson.aparecido@uel.br

Karina Alessandra Pessoa da Silva
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
karinapessoa@gmail.com

Resumo

Este artigo tem como objetivo relatar a importância da integração de recursos tecnológicos para a aprendizagem da matemática na Educação Básica. Para isso, relatamos uma atividade de modelagem matemática com experimentação e o uso do Geogebra, denominada ‘Quem perde calor mais rápido?’ que foi desenvolvida na disciplina de Química em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de um colégio do campo localizado no interior do Paraná. A utilização de recursos tecnológicos durante o desenvolvimento da atividade permitiu aos estudantes desempenhar um papel ativo na coleta, manipulação e análise dos dados, alinhando-se com os princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que valorizam o protagonismo e a autonomia dos estudantes. Além disso, proporcionou uma experiência de aprendizagem envolvente e significativa, estabelecendo uma base sólida para o desenvolvimento das habilidades matemáticas, como, por exemplo, o uso de funções por partes e sua aplicação em contextos do mundo real.

Palavras-chave: Educação Básica. GeoGebra. Ensino de Matemática.

Introdução

A tendência pedagógica tradicional, ao longo do tempo, tem sido abordada com diferentes nomenclaturas, como apontado por Saviani (1984) e Libâneo (2000). De maneira geral, essa tendência se caracteriza pela transmissão de conhecimentos aos estudantes como verdades desconectadas de suas experiências pessoais. Isso se traduz frequentemente em um procedimento que entende que a aprendizagem se baseia na repetição do conteúdo e na realização de exercícios padronizados.

Contrariando esse entendimento, defende-se a introdução de novas abordagens metodológicas na sala de aula, a fim de contribuir de forma significativa para a aprendizagem dos estudantes. Isso

requer, por parte do professor, a adoção de novas abordagens a fim de atender ao imperativo da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que preconiza o desenvolvimento do “protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva” dos estudantes (BRASIL, 2018, p. 9).

Sendo assim, é essencial que haja ações que competem à utilização de alternativas pedagógicas, com a incorporação de recursos tecnológicos, que desempenhem um papel significativo na educação atual. A aceitação dessa incorporação por parte dos professores é fundamental, apesar das dificuldades existentes em reconhecer plenamente o valor da tecnologia como uma alternativa/recurso pedagógico. Mesmo em face dessas dificuldades, é inegável que “[...] os educadores reconheçam a importância do ensino informatizado [...]” (RIBEIRO; PAZ, 2012, p. 16).

Quanto aos conteúdos matemáticos ensinados na escola, existe a convicção de que, quando são apresentados de maneira isolada e desconectada de outras áreas do conhecimento e da realidade, a matemática tende a se tornar uma disciplina solitária e destituída de significado. Isso frequentemente resulta na falta de articulação com os contextos da vida real que envolvem o indivíduo. Entendemos que atividades de modelagem matemática são capazes de estabelecer conexões entre conceitos matemáticos e o mundo real, pois se trata de uma “[...] alternativa pedagógica em que se aborda, por meio da Matemática, um problema não essencialmente matemático” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2013, p. 9). Nessa perspectiva, é concedida ao estudante a oportunidade de perceber como o conhecimento adquirido em matemática e outras ciências pode ser aplicado para resolver problemas do mundo externo (ENGLISH; MOUSOULIDES, 2015).

É nesse sentido que, neste artigo, buscamos evidenciar a importância da utilização de recursos tecnológicos para a aprendizagem da matemática no desenvolvimento de atividades de modelagem matemática com experimentação. Tratamos também de apresentar reflexões acerca da atividade a partir de estudos realizados que contribuíram para discussões envolvendo o uso de tecnologias em atividades de modelagem matemática na Educação Básica. Para isso, neste relato de experiência apresentamos uma fundamentação teórica acerca de recursos tecnológicos, modelagem matemática e experimentação na Educação Básica. Em seguida relatamos o contexto e a atividade de modelagem matemática com experimentação desenvolvida com estudantes da Educação Básica. Por fim, apresentamos nossas reflexões acerca da atividade.

Recursos tecnológicos, modelagem matemática e experimentação na Educação Básica

O emprego de diferentes recursos tecnológicos nas últimas décadas tem experimentado uma disseminação generalizada em todos os segmentos da sociedade. Nos dias atuais, é comum observar

nas escolas, crianças e jovens fazendo uso de recursos como computadores ou *smartphones* conectados à internet, o que lhes concede acesso a plataformas como redes sociais, jogos e outras possibilidades. Ao olhar para a educação, a incorporação de tecnologias pode proporcionar transformações nos métodos de ensino e aprendizagem, introduzindo abordagens inovadoras e viabilizando a colaboração mútua, além de favorecer a intensificação da interação dentro do ambiente de sala de aula (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2015).

Conforme diretrizes da BNCC, é incumbência da Educação Básica oferecer aos estudantes possibilidades de compreender e empregar as tecnologias digitais de maneira crítica, substancial, ponderada e moralmente responsável em várias interações sociais, abrangendo ambientes escolares. Mediante essa formação, os estudantes podem adquirir a capacidade de gerar conhecimento, solucionar problemas e exercer protagonismo e autoria também em suas vidas pessoais e coletivas (BRASIL, 2018). Dessa forma, as tecnologias expandem as oportunidades dos métodos tradicionais, tais como, lousa, giz e livro didático, ao permitir a implementação de recursos como *softwares*, plataformas online e objetos educacionais digitais. Além disso, proporcionam a capacidade de conduzir manipulações algébricas e geométricas de maneira dinâmica e interativa, especialmente no contexto de aulas de Matemática.

É comum encontrar na literatura pesquisas que relacionam, de algum modo, a modelagem matemática com o uso de tecnologias na Educação Básica (GROENWALD; FILIPPSEN, 2002; BORSSOI; ALMEIDA, 2003; SILVA; ARAKI; BORSSOI, 2022; OLIVEIRA JUNIOR, 2022). Analogamente, existem pesquisas que tratam da experimentação relacionada com atividades de modelagem matemática na Educação Básica, como as vistas em: Rocha (2021), Araki (2020), Rocha e Silva (2023) e Baioa e Carreira (2019). Algumas perspectivas comuns entre os autores acerca da associação dessas tendências, estão associadas à utilização de materiais, recursos tecnológicos e aparelhos que promove a prática ativa, a aprendizagem em grupo, a troca de ideias e investigação. Além disso, pode ainda desenvolver no estudante o ato de questionar e formular suposições, a apresentação de argumentos e a atividade de resolver problemas (BAIOA; CARREIRA, 2019).

A matemática escolar tem a responsabilidade de possibilitar que o estudante adquira a habilidade de interpretar o mundo ao seu redor, estabelecer conexões entre conceitos, desenvolver a capacidade de estruturar o pensamento, incluindo a vertente tecnológica, como estabelecido na BNCC. Nesse contexto, por intermédio das relações entre a modelagem matemática, experimentação e recursos tecnológicos, o estudante pode aprender matemática e, munido de conhecimentos matemáticos, promover transformações de sua realidade social e econômica, agindo com ética e consciência.

Contexto da atividade

A atividade de modelagem matemática com experimentação foi desenvolvida pelo primeiro autor deste trabalho conforme orientações de Almeida, Silva e Vertuan (2013), em sua dissertação de mestrado (ROCHA, 2021), em período letivo no ano de 2019, em uma turma de 2º série do Ensino Médio de um Colégio do Campo localizado no interior do estado do Paraná, na disciplina de Química¹.

A turma era composta por nove estudantes, dos quais oito participaram do desenvolvimento da atividade divididos em dois grupos: A e B. A escolha do tema se fez em função dos conteúdos abordados fazerem parte da matriz curricular da disciplina de Química. Cientes que os registros da atividade fariam parte de pesquisas futuras, os responsáveis pelos estudantes e a direção do colégio assinaram um termo livre e esclarecido.

A atividade teve duração de três horas para o momento experimentação e de três aulas de cinquenta minutos cada para o desenvolvimento matemático da atividade, a partir da coleta de dados por meio da experimentação. Na época, o colégio não tinha laboratório de Química, desse modo, utilizamos a biblioteca da escola e a sala de aula como ambientes para o desenvolvimento da atividade.

Relato do desenvolvimento da atividade

Na primeira aula do desenvolvimento da atividade, os estudantes fizeram a leitura de um texto² disponibilizado pelo professor, relacionado à utilização do sal para o derretimento do gelo nas estradas. Durante as discussões, após a leitura do texto, os estudantes mostraram-se interessados pelo tema e decidiram investigar o resfriamento da água se comparado a uma solução de água com sal. Para isso, definiram os seguintes problemas de investigação: quem congela mais rápido, água ou uma solução de água e sal? E qual o comportamento do resfriamento em ambos os casos?

¹ O primeiro autor deste trabalho possui formação em licenciatura em Matemática e licenciatura em Química.

² O texto suporte e o encaminhamento para o desenvolvimento da atividade podem ser acessados em:

<https://drive.google.com/file/d/1Rla01qh1BDbq8wjGIUv9Mjn1ZdaziD5V/view?usp=drivesdk>

Tendo em vista a coleta de dados empíricos para responder os problemas, na segunda aula do desenvolvimento da atividade, foi iniciada a experimentação. O professor disponibilizou os recursos necessários e o encaminhamento que poderiam seguir para a coleta de dados conforme Quadro 1.

Quadro 1: Sugestão de encaminhamento do experimento

- 1 – Preparem a montagem experimental colocando dois tubos de ensaio vazios no béquer para demarcar o local em que os tubos de ensaio com os líquidos ficarão.
- 2 – Adicione no béquer uma camada de gelo picado e uma camada de sal alternadamente até preencher totalmente o béquer.
- 3 – Preparem outros dois tubos de ensaio com água até a metade. Em um deles adicione uma colher de chá de sal e agite-o.
- 4 – Retire os tubos vazios do béquer com gelo e sal e adicione os tubos com os líquidos.
- 5 – Insira um termômetro em cada um dos tubos ao mesmo tempo.
- 6 – A cada 30 segundos, façam a leitura da temperatura de cada um dos tubos ao mesmo tempo e anotem as informações no Quadro I.

Quadro I: Coleta de dados

Tempo em segundo	Temperatura da solução em °C	Temperatura da água em °C

Fonte: Dos autores

Após receber os procedimentos, os estudantes dividiram-se em dois grupos para preparar e executar o experimento com recursos disponibilizados pelo professor, sendo esses: uma balança de precisão, dois tubos de ensaio de vidro, um béquer de 1000 ml, termômetros, cronômetros, sal, água e gelo. As Figuras 1 e 2 indicam, respectivamente, o momento de preparação do experimento pelos estudantes e o momento em que iniciam a coleta de dados com os recursos disponibilizados.

Figura 1: Estudantes preparando o experimento



Fonte: Arquivo do professor (2019)

Figura 2: Grupos A e B respectivamente executando o experimento



Fonte: Arquivo do professor (2019)

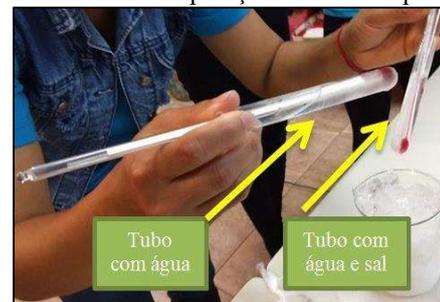
Os registros obtidos pelos grupos por meio da experimentação mostraram que o tubo de ensaio que continha somente água iniciou a solidificação após 60 segundos imerso no gelo, quando atingiu a temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e permaneceu com temperatura constante. O tubo de ensaio que continha solução de água e sal, mesmo atingindo a temperatura de $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ após 60 segundos e perdendo calor mais rápido do que o tubo com água, não mostrou indícios de solidificação e a temperatura só permaneceu constante a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a partir de 120 segundos. As Figuras 3 e 4 evidenciam estas ocorrências.

Figura 3: Valores coletados por meio da experimentação

Tempo em segundo	Temperatura da solução em $^{\circ}\text{C}$	Temperatura da água em $^{\circ}\text{C}$
0	20	20
30	6	10
60	-8	0
90	-9	0
120	-10	0
150	-10	0

Fonte: Registros entregues pelos estudantes

Figura 4: Momento em que os estudantes estabelecem comparações entre os líquidos

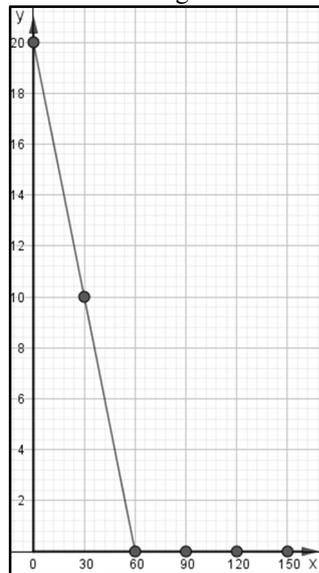


Fonte: Arquivo do professor (2019)

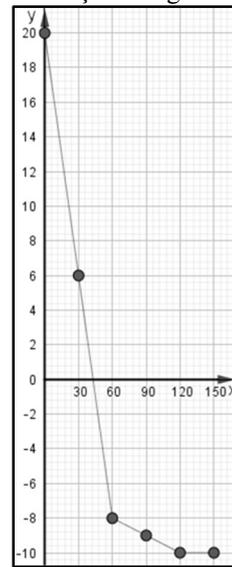
Durante um intervalo de 2 minutos os estudantes verificaram que houve variação na temperatura. Após este intervalo de tempo, os estudantes observaram que as temperaturas, em ambos os casos, não sofreram alterações significativas, desse modo, os grupos consideraram que não seria necessário continuar o experimento. Neste momento, os estudantes conseguiram responder à questão inicial, definindo quem congela mais rápido é a água, pois a solução não congelou.

As discussões dos resultados pós-experimentação possibilitaram a definição de procedimentos que poderiam utilizar para interpretar matematicamente a situação de modo a deduzir um modelo matemático que representasse o comportamento do resfriamento em ambos os casos.

Tendo em vista a dedução de um modelo matemático, na terceira e última aula do desenvolvimento, os dois grupos, sob orientação do professor, representaram graficamente os valores coletados no plano cartesiano com auxílio do *software* GeoGebra conforme indicam as Figuras 5 e 6.

Figura 5: Representação gráfica do Grupo A – água


Fonte: Registros entregues pelos estudantes

Figura 6: Representação gráfica do Grupo B – solução de água e sal


Fonte: Registros entregues pelos estudantes

Em ambos os casos, o eixo x representa a variável tempo (em segundos) e o eixo y representa a variável temperatura (em °C). As representações gráficas auxiliaram os grupos na observação do comportamento dos dados. Para subsidiar a matematização da situação, tanto o Grupo A quanto o Grupo B definiram hipóteses ao ponderar que a representação poderia ser feita por meio de função de primeiro grau definida por partes, e comprovaram as hipóteses após a representação gráfica. Os procedimentos bem como o modelo matemático deduzido pelos estudantes do Grupo A são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2: Dedução do modelo matemático apresentado pelo Grupo A para o tubo com água

Os estudantes do Grupo A utilizaram os pontos de coordenadas $(0, 20)$ e $(30, 10)$ para substituir na lei de formação $f(x) = ax + b$ e determinar os valores dos coeficientes “a” e “b”.

$$\begin{aligned} f(x) &= ax + b \\ 20 &= a \cdot 0 + b \\ b &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f(x) &= ax + b \\ 10 &= a \cdot 30 + 20 \\ -30a &= 20 - 10 \\ -30a &= 10 \\ a &= \frac{10}{-30} \end{aligned}$$

$$a = -\frac{1}{3}$$

Desse modo, o modelo matemático que representa a situação referente a perda de calor da água sob resfriamento é dada por:

$$f(x) = \begin{cases} -\frac{1}{3}x + 20, & \text{se } 0 \leq x < 60 \\ 0, & \text{se } x \geq 60 \end{cases}$$

Fonte: Registros entregues pelos estudantes

Os estudantes do Grupo A por meio do método substituição, desenvolveram um modelo matemático para a situação referente ao tubo com água. De forma análoga, os estudantes do Grupo B, também utilizaram a substituição para desenvolver o modelo matemático que representasse a situação referente ao tubo que continha solução de água e sal. Os procedimentos bem como o modelo matemático deduzido pelos estudantes do Grupo B são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3: Dedução do modelo matemático apresentado pelo Grupo B para o tubo com água e sal

Os estudantes do Grupo B utilizaram os pontos de coordenadas (0, 20) e (30, 6) para substituir na lei de formação $f(x) = ax + b$ e deduzir a função $f(x) = -0,46x + 20$ para o intervalo $0 \leq x < 60$ segundos.

$$\begin{aligned} f(x) &= ax + b \\ 20 &= a \cdot 0 + b \\ b &= 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f(x) &= ax + b \\ 6 &= a \cdot 30 + 20 \\ -30a &= 20 - 6 \\ -30a &= 14 \\ a &= \frac{14}{-30} \\ a &= -\frac{7}{15} \end{aligned}$$

Utilizaram os pontos de coordenadas (60, -8) e (90, -9) para substituir na lei de formação $f(x) = ax + b$ e deduzir a função $f(x) = -0,033x - 6$ para o intervalo $60 \leq x < 120$ segundos.

$$\begin{aligned} f(x) &= ax + b \\ -8 &= a \cdot 60 + b \\ -8 - 60a &= b \\ -8 - 60(-0,033) &= b \\ b &= -8 + 2 \\ b &= -6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f(x) &= ax + b \\ -9 &= a \cdot 90 + (-8 - 60a) \\ -9 &= 90a - 8 - 60a \\ -9 + 8 &= 30a \\ -1 &= 30a \\ a &= -\frac{1}{30} \end{aligned}$$

Por fim utilizaram a função $f(x) = 0x - 10$ para o intervalo $120 \leq x \leq 150$. Desse modo, o modelo matemático que representa a situação referente a perda de calor da água sob resfriamento é dada por:

$$f(x) = \begin{cases} -\frac{7}{15}x + 20, & \text{se } 0 \leq x < 60 \\ -\frac{1}{30}x - 6, & \text{se } 60 \leq x < 120 \\ 0x - 10, & \text{se } 120 \leq x \leq 150 \end{cases}$$

Fonte: Registros entregues pelos estudantes

Os estudantes de ambos os grupos foram orientados pelo professor durante toda a dedução dos modelos matemáticos. A resposta do problema vai se delineando pela comunicação entre professor e estudantes de modo que o modelo matemático deduzido passa a ser usado pelos estudantes para representar as situações estudadas.

Para validar os modelos deduzidos, como a aula já estava por encerrar, ambos os grupos fizeram uso da calculadora como ferramenta de auxílio. No Quadro 4 apresentamos a validação do modelo matemático deduzido pelo Grupo A.

Quadro 4: Validação do modelo matemático deduzido pelo Grupo A para o tubo com água

Variável x correspondente ao tempo em minutos	Modelo Matemático $f(x) = \begin{cases} -\frac{1}{3}x + 20, & \text{se } 0 \leq x < 60 \\ 0, & \text{se } x \geq 60 \end{cases}$	Variável $f(x)$ correspondente à validação em °C	Valores obtidos em °C por meio da experimentação
0	$f(0)$	20	20
30	$f(30)$	10,1	10
60	$f(60)$	0	0
90	$f(90)$	0	0
120	$f(120)$	0	0
150	$f(150)$	0	0

Fonte: Registros entregues pelos estudantes

No Quadro 5 apresentamos a validação do modelo matemático deduzido pelo Grupo B.

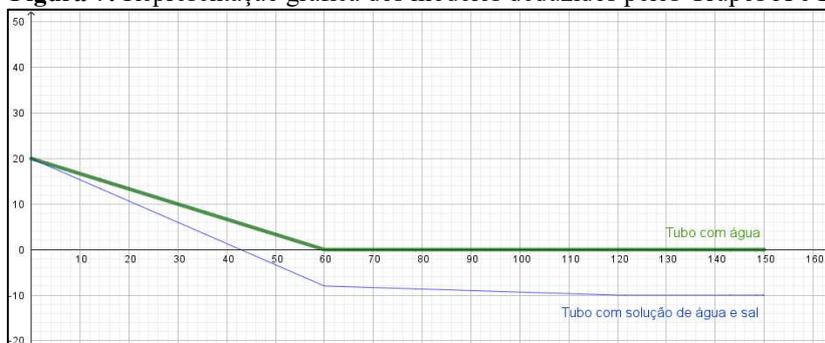
Quadro 5: Validação do modelo matemático deduzido pelo Grupo B para o tubo com água e sal

Variável x correspondente ao tempo em minutos	Modelo Matemático $f(x) = \begin{cases} -\frac{7}{15}x + 20, & \text{se } 0 \leq x < 60 \\ -\frac{1}{30}x - 6, & \text{se } 60 \leq x < 120 \\ 0x - 10, & \text{se } 120 \leq x \leq 150 \end{cases}$	Variável $f(x)$ correspondente à validação em °C	Valores obtidos em °C por meio da experimentação
0	$f(0)$	20	20
30	$f(30)$	6,2	6
60	$f(60)$	-7,98	-8
90	$f(90)$	-8,97	-9
120	$f(120)$	-10	-10
150	$f(150)$	-10	-10

Fonte: Registros entregues pelos estudantes

Com auxílio do GeoGebra e orientados pelo professor, os estudantes representaram graficamente os modelos deduzidos (Figura 7).

Figura 7: Representação gráfica dos modelos deduzidos pelos Grupos A e B



Fonte: Registros entregues pelos estudantes

Na validação por meio da representação gráfica dos modelos deduzidos, o eixo x corresponde a variável tempo e o eixo y corresponde a variável temperatura.

Nota-se que a atividade de modelagem matemática com experimentação permitiu que os estudantes vivenciassem situações de aprendizagem ao unir a teoria com a prática, passando do abstrato para o concreto, levando-os a articular seus conhecimentos matemáticos com o que pode acontecer no dia a dia. Essa associação pode ser considerada como um indício de aprendizagem, pois segundo Carreira e Baioa (2011, p. 214), “investigar por meio da experimentação reflete sobre ações mentais e sobre a aprendizagem [...]”. Ao final do desenvolvimento da atividade, os grupos apresentaram seus resultados e relataram que a utilização dos recursos tecnológicos como balança de precisão, cronômetro e o GeoGebra durante o desenvolvimento da atividade, proporcionaram uma atividade diferente do que estavam acostumados no dia a dia.

Considerações finais

A atividade desenvolvida permite evidenciar a importância do envolvimento de recursos tecnológicos no desenvolvimento de atividades de modelagem matemática com experimentação, no que compete à coleta de dados, à manipulação dos dados coletados, à resolução e dedução de modelos matemáticos e na validação desses modelos. Recursos tecnológicos como a balança de precisão, cronômetro e o GeoGebra, proporcionaram o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem conforme orienta a BNCC, por atuarem como sujeitos ativos durante todo o desenvolvimento.

A integração de tecnologias na educação é uma resposta direta à necessidade de engajar os estudantes por meio de abordagens dinâmicas e contextualizadas como vimos na atividade desenvolvida. A ênfase na BNCC para utilização de recursos tecnológicos, impulsiona os educadores a adotarem práticas que desenvolvam o protagonismo e a autonomia dos estudantes em suas aprendizagens. Embora entendamos que a utilização de recursos tecnológicos, muitas vezes se torna um desafio crucial para os professores, como apontado por Ribeiro e Paz (2012), a superação dessas dificuldades não só enriquecerá o processo de ensino e a aprendizagem, mas também permitirá que os estudantes explorem conceitos matemáticos em contextos concretos, manipuláveis e ao mesmo tempo tangíveis com a realidade, como destacado por Almeida, Silva e Vertuan (2013).

Reforçando a abordagem de English e Mousoulides (2015), que sublinham a relevância das atividades de modelagem matemática na compreensão da aplicabilidade dos conceitos, este trabalho evidencia a capacidade dos recursos tecnológicos em aprofundar ainda mais essa conexão em promover a aprendizagem. Ao longo deste estudo, observamos como a integração entre modelagem matemática, experimentação e recursos tecnológicos proporciona uma experiência de aprendizagem

envolvente e significativa, estabelecendo uma base sólida para o desenvolvimento das habilidades matemáticas, como por exemplo, o uso de função por partes e sua aplicação em contextos do mundo real.

Podemos observar também, como os recursos tecnológicos têm potencial para transformar a maneira como os estudantes abordam problemas sendo possível a dinamicidade na visualização, manipulação e a análise de dados. No entanto, é importante reconhecer que, embora os recursos tecnológicos tenham um potencial significativo, eles não substituem a ação do professor em sala de aula nem a compreensão conceitual sólida da matemática, pois ainda é necessário que os estudantes desenvolvam uma base teórica robusta para a utilização de alguns recursos. Além disso, ao requerer o uso de um recurso tecnológico que os alunos não conhecem, o professor precisa ensiná-los a manipular esse recurso.

Referências

ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. A. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2013.

ARAKI, P. H. H. **Atividades experimentais investigativas em contexto de aulas com Modelagem Matemática**: Uma análise semiótica. 2020. 177p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2020.

BAIOA, A. M.; CARREIRA, S. Modelação matemática experimental para um ensino integrado de STEM. **Educação e Matemática – Revista da Associação de Professores de Matemática**. n.º 152, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: Sala de aula e internet em movimento. 1ª ed.; 1. **Reimp**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2015.

BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. Buscando evidências da aprendizagem significativa nas produções dos alunos, em ambiente de modelagem matemática In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA II, Santos. **Anais...**São Paulo: SBEM, 2003.

ENGLISH, L. D.; MOUSOULIDES, N. G. Bridging STEM in a Real-World Problem. **Mathematics Teaching in the Middle School**. v. 20, n. 9, p. 532-539, 2015.

GROENWALD, C. L. O.; FILIPPSEN, R. M. J. O Meio Ambiente e a Sala de Aula: a função polinomial de 2º grau modelando o plantio de morangos. **Educação Matemática Em Revista**, São Paulo, v. 1, p. 21-29, 2002.

LIBÂNEO, J. C. Educação: pedagogia e didática – o campo investigativo da pedagogia e da didática no Brasil: esboço histórico e buscas de identidade epistemológica e profissional. In: PIMENTA, S. G. (Org.). **Didática e formação de professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2000.

OLIVEIRA JUNIOR, J. P. C. **Estudo de funções e o Pensamento funcional: Desenvolvimento e Análise de um Produto Educacional**. 2022. 204 páginas. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2022.

RIBEIRO, F. M.; PAZ, M. G. O ensino da Matemática por meio de novas tecnologias. **Revista Modelos**. Osório, v. 2, 2012.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 2ª ed. São Paulo: Coretez, 1984.

ROCHA, R. A. R. **Uma análise semiótica da comunicação em atividades de Modelagem Matemática com experimentação**. 2021. 153p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.

ROCHA, R. A. R.; SILVA, K. A. P. Signos interpretantes na comunicação em uma atividade de Modelagem Matemática com experimentação. **Atos de Pesquisa em Educação** (FURB), v. 18, p. 1-25, 2023.

SILVA, K. A. P.; ARAKI, P. H. H.; BORSSOI, A. H. Integração STEM na Educação Básica veiculada por atividades de modelagem matemática. **Educação Matemática Pesquisa**. São Paulo, v. 24, n. 3, p. 323-354, 2022.