

RODRIGO SYCHOCKI DA SILVA

ORGANIZADOR

AÇÕES E PROPOSIÇÕES COM O
USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

EXPERIMENTOS, REFLEXÕES
E APRENDIZADOS DE/PARA
QUEM ENSINA MATEMÁTICA



RODRIGO SYCHOCKI DA SILVA

ORGANIZADOR

AÇÕES E PROPOSIÇÕES COM O
USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

EXPERIMENTOS, REFLEXÕES
E APRENDIZADOS DE/PARA
QUEM ENSINA MATEMÁTICA



casaletras

Porto Alegre

2024

Copyright ©2024 do organizador.

Os dados e conceitos emitidos nos trabalhos, bem como a exatidão das referências bibliográficas, são de inteira responsabilidade do(s) seu(s) autor(es).

LICENCIADA POR UMA LICENÇA CREATIVE COMMONS



Atribuição - Não Comercial - Sem Derivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

Você é livre para:

Compartilhar - copie e redistribua o material em qualquer meio ou formato. O licenciante não pode revogar essas liberdades desde que você siga os termos da licença.

Atribuição - Você deve dar o crédito apropriado, fornecer um link para a licença e indicar se foram feitas alterações. Você pode fazê-lo de qualquer maneira razoável, mas não de maneira que sugira que o licenciante endossa você ou seu uso.

Não Comercial - Você não pode usar o material para fins comerciais.

Não-derivadas - Se você remixar, transformar ou desenvolver o material, não poderá distribuir o material modificado.

Sem restrições adicionais - Você não pode aplicar termos legais ou medidas tecnológicas que restrinjam legalmente outras pessoas a fazer o que a licença permite.

Este é um resumo da licença atribuída. Os termos da licença jurídica integral está disponível em:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

EXPEDIENTE:

Projeto gráfico, diagramação e capa:
Editora Casalettras

Revisão técnica e linguística:
Éverson Pereira da Silva

Editor:
Marcelo França de Oliveira

CONSELHO EDITORIAL

Dr. Airton Pollini
Université Haute-Alsace, Mulhouse, França

Dr. Amurabi Oliveira
Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC

Dr. Aristeu Lopes
Universidade Federal de Pelotas/UFPeL

Dr. Elio Flores
Universidade Federal da Paraíba/UFPB

Dr. Francisco das Neves Alves
Universidade Federal do Rio Grande/FURG

Dr. Fábio Augusto Steyer
Universidade Estadual de Ponta Grossa/UEPG

Dr. Giorgio Ferri
Università degli Studi "La Sapienza", Roma, Itália

Dr^a Isabel Lousada
Universidade Nova de Lisboa

Dr. Jonas Moreira Vargas
Universidade Federal de Pelotas/UFPeL

Dr. Luiz Henrique Torres
Universidade Federal do Rio Grande/FURG

Dr. Manuel Albaladejo Vivero
Universitat de València, Espanha

Dr^a Maria Eunice Moreira
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/ PUCRS

Dr. Moacyr Flores
Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul/ IHGRGS

Dr^a Yarong Chen
Beijing Foreign Studies University, China

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Ae84 Ações e proposições com o uso das tecnologias digitais na educação matemática: experimentos, reflexões e aprendizados de/para quem ensina Matemática / Rodrigo Sychocki da Silva (Org.). [Recurso eletrônico] Porto Alegre: Casalettras, 2024.

210 p.
Bibliografia
ISBN: 978-65-5220-004-4

1. Educação - 2. Ensino de Matemática - 3. Formação continuada de professores - 4. Tecnologias digitais - I. Silva, Rodrigo Sychocki da - II. Título.

CDU:371.8

CDD-370


casalettras

EDITORA CASALETTRAS
R. Gen. Lima e Silva, 881/304 - Cidade Baixa
Porto Alegre - RS - Brasil CEP 90050-103
+55 51 3013-1407 - contato@casalettras.com
www.casalettras.com

Réplica de um bordado em ponto cruz e “lata de milho ótima”: reflexões sobre duas atividades com o uso de Tecnologias Digitais em um curso de formação continuada

RODRIGO SYCHOCKI DA SILVA

Introdução

O presente texto objetiva apresentar e refletir sobre parte das ações que ocorreram na disciplina de Tecnologias Digitais na Educação Matemática (MEM 29) pertencente ao currículo do curso de mestrado acadêmico em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) no semestre 2022/1. Ressalta-se que, após dois anos (ou quatro semestres consecutivos) com as aulas ocorrendo por meio do Ensino Remoto Emergencial (ERE), devido à pandemia da COVID-19, foi, no semestre 2022/1, que a universidade retomou as atividades na modalidade (integralmente) presencial. No presente texto, também apresento estudos, pesquisas e reflexões que se referem ao uso das Tecnologias Digitais na formação continuada daqueles(as) que ensinam Matemática.

Ao se iniciar um novo semestre, desta vez na modalidade presencial, novos desafios estão impostos. Naturalmente não se podem ignorar os dois anos em que estivemos atuando por meio

do ERE e suas consequências, sejam elas inerentes à aprendizagem ou ao próprio ensino. Observa-se que todos(as/es), de certa forma, voltaram presencialmente para a sala de aula de uma forma diferente, seja afetados(as/es) por motivos pessoais devido à COVID-19 seja pelo fato de terem superado diversos obstáculos para lograr êxito nos processos educacionais em que estiveram envolvidos.

A expressão “fazer uso (intenso) das tecnologias” tornou-se um mantra – jargão – discurso com notável evidência a partir da pandemia da COVID-19. No entanto, faz um considerável tempo que a academia (universidades – centros de pesquisa – pesquisadores(as)) têm debatido esse tema relacionando aspectos de ensino e aprendizagem circunscritos ao contexto tecnológico, como por exemplo, na obra “*Twenty things to do with a computer*” ou, de forma traduzida, “Vinte coisas para fazer com um computador” produzida por Seymour Papert e Cynthia Solomon, e que foi publicada na década de 70 (século XX) e que está mostrada na figura 1, a seguir. É meritório destacar que a pandemia vivenciada, a partir de março de 2020, acelerou exponencialmente (“considerando uma base > 1 ”) um processo que já vinha ocorrendo de forma lenta e por vezes nulo de iniciativas: uma necessidade de elaborar, implementar e avaliar ações que versam sobre o uso de tecnologias no espaço educacional, as quais valorizem e destaquem os aspectos da autonomia docente/discente e evitem/minimizem exclusão/afastamento ou evasão dos estudantes das instituições.

Nesse sentido, as palavras de Silva (2018), apresentadas para um contexto de formação inicial de professores, aplicam-se também ao contexto da formação continuada e merecem ser trazidas à luz das ideias deste texto:

Acredita-se que, num curso inicial de formação de professores, em um debate que circunda o termo tecnologias, seja importante instrumentalizar e conscientizar o futuro professor sobre os ganhos qualitativos em termos de construção do conhecimento matemático quando se faz uso de diferentes materiais e métodos, em particular, quanto ao uso das tecnologias.

Tal concepção aproxima o fazer docente do compartilhamento de responsabilidades entre pares. Ao fazer uso das tecnologias digitais em sala de aula, tal responsabilidade fica evidente: o professor precisa assimilar e conviver com a ideia do inacabamento e também evidenciar e convidar os estudantes para uma prática educacional emancipatória, na qual seja valorizada a autonomia (FREIRE¹, 1996). (SILVA, 2018, p.34-35)

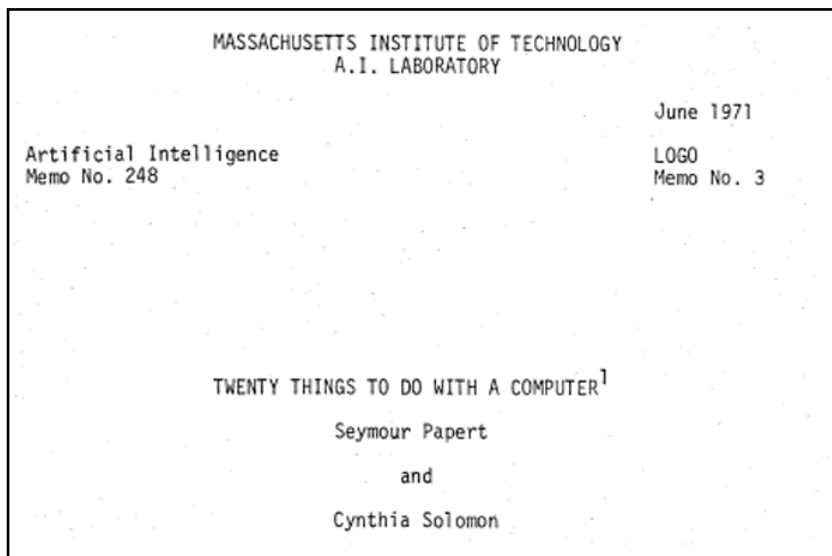


Figura 1: Capa da obra “Vinte coisas para fazer com um computador” de Seymour Papert e Cynthia Solomon de Junho de 1971.

Fonte: <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/5836/AIM-248.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (Acesso em janeiro de 2023)

De volta ao nosso tempo contemporâneo, durante o ERE, as práticas/ações pedagógicas ocorreram sem presencialidade. Isso fez os professores desenvolverem materiais e métodos de trabalho os quais devessem (de forma quase que obrigatória) engajar e oportunizar aos estudantes condições para que construíssem os seus conhecimentos (praticamente sozinhos e sem a valorizada troca de experiências que uma aula presencial oportuniza). A partir dessas ações, conjecturou-se, então, que isso tornaria os estudantes

¹ Refere-se à obra: “FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 1º Edição. São Paulo: Editora Paz e Terra. 1996.

autônomos e construtores do seu próprio conhecimento, sendo o docente uma espécie de “orientador do estudo”. Diante desse contexto estabelecido, houve ações pedagógicas que ocorreram de forma exitosa e outras menos exitosas.

O fato é que a comunidade de educadores(as), em particular na área da Educação Matemática, refletiu e compartilhou (e ainda segue compartilhando...) as experiências vivenciadas durante o ERE por meio de pesquisas/relatos com diversas contribuições teóricas/práticas sobre o tema. Um exemplo que menciono é o livro publicado pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática – regional Rio Grande do Sul (RS) em que os(as/es) autores(as) apresentam suas vivências no ERE, em 2020, e não só refletem sobre elas mas também tratam das implicações de sua atuação pedagógica em meio à pandemia. Souza e Silva (2021), em seu capítulo, além de apresentar uma contextualização específica à luz de outros teóricos que discorriam na época sobre os rumos da Educação Matemática em meio à pandemia tornam explícito um desejo de empatia e colaboração aos que se deparam com o seu escrito.

Portanto, o presente texto procura mostrar, por meio de um relato de experiência, três momentos de ações pedagógicas em aulas de Matemática: Ensino Fundamental, Ensino Médio e EJA (Educação e Jovens e Adultos). O propósito é compartilhar com os demais interessados na temática a **organização dessas práticas** (grifo meu) e, também, relatar quais foram os **desafios inerentes enfrentados em cada uma dessas ações pedagógicas** (grifo meu). O objetivo não é tornar o presente texto denso e com resultados/análises que são característicos de pesquisa científica, no entanto são apresentados **subsídios para que as práticas aqui apresentadas possam ser reaplicadas, adaptadas e reorganizadas** (grifo meu), estando, assim, de acordo com a realidade escolar do professor que encontrar tais escritos. (SOUZA, SILVA, 2021, p.35)

A partir desse “espírito” é necessário refletir que, entre Seymour Papert, Cynthia Solomon e a pandemia da COVID-19, há um hiato de praticamente meio século, sendo que isso torna válido retomar conceitos, refletir sobre as nossas ações pedagógicas, criar novas conexões e assimilar/compreender a nossa (quicá verdadeira) função de educador(a): oportunizar que, por meio da

apropriação e uso das Tecnologias Digitais, os discentes alcem voos mais altos, tornem-se agentes de sua própria formação e sejam permanentemente curiosos(as/es) sobre os desafios impostos pelo mundo (SILVA, 2012; SILVA; BARONE; BASSO, 2016, 2018; TRAINOTTI; SYCHOCKI DA SILVA, 2018; SYCHOCKI DA SILVA; DOS REIS PINTO, 2019).

O presente texto mostra, nas seções seguintes, duas atividades realizadas com os(as/es) acadêmicos(as/es) da disciplina MEM 29 no primeiro semestre letivo de 2022, as quais perfazem o percurso da apropriação e uso dos softwares GrafEq e GeoGebra. Em ambas as atividades, foi feito um exercício de leitura e reflexão acerca de pesquisas que fizeram uso desses softwares, as quais enriqueceram os momentos de debate e reflexão nas aulas.

GrafEq e Ponto Cruz

O software GrafEq foi apresentado para a turma MEM 29 de forma a não sobrepor ou influenciar o uso de outros aplicativos/softwares considerados talvez mais contemporâneos. Trata-se de um software relativamente mais antigo (com uma certa relatividade do termo), robusto (segundo os seus criadores²) que reserva um grande potencial de trabalho com os conceitos de Matemática, tais como: funções de uma variável, coordenadas polares, coordenadas retangulares, família de funções de uma variável, geometria analítica, entre outros.

A atividade proposta à turma ocorreu em duas partes: a primeira foi um convite para uma exploração dos recursos e ferramentas do software, sendo que o objetivo disso era produzir ou reproduzir/recriar um modelo de “ponto cruz”, conforme é mostrado na figura 2. A segunda parte consistia em encontrar e explorar um trabalho acadêmico em que o software GrafEq tenha sido usado em parte da pesquisa apresentada.

2 Disponível em: <http://www.peda.com/grafeq/>. Acesso em fevereiro de 2023.

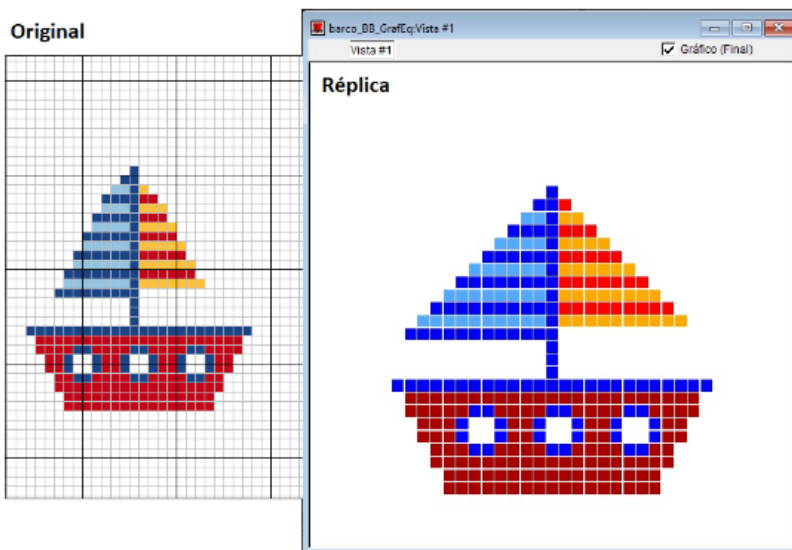


Figura 2: Exemplo de reprodução de ponto cruz por meio do GrafEq.
Fonte: Google imagens© (Original) e arquivo pessoal (Réplica)

As perguntas orientadoras do estudo envolvendo uma pesquisa científica sobre o uso do GrafEq foram:

- (1) Qual o contexto apresentado no texto e que motiva a realização da pesquisa? Explane.
- (2) Quais os objetivos do(a) autor(a) com a pesquisa? Destaque o objetivo principal e os objetivos secundários.
- (3) Como o referencial teórico apresentado pelo(a) autor(a) está articulado com a proposta de pesquisa? Explane.
- (4) Quais as características teóricas, materiais e métodos que o(a) autor(a) expõe na metodologia e como essas estão articuladas com a análise dos dados produzidos? Explane.
- (5) Como o(a) autor(a) apresenta a análise dos dados produzidos? Há relação com o referencial teórico apresentado? Explane.
- (6) Quais as conclusões do(a) autor(a) a partir do estudo feito? Explane.

(7) A partir do fato de este texto estar publicado na forma de um trabalho acadêmico entende-se que ele tenha sido avaliado em qualidade e mérito acadêmico-científico. Com base nisso, cite um ponto positivo desse estudo e argumente com base na experiência de vocês em usar o software GrafEq.

A proposta da atividade nesse formato, como foi apresentado anteriormente, tinha como objetivos: (I) instrumentalizar a turma de acadêmicos(as/es) quanto ao uso do software, seus recursos e ferramentas; (II) valorizar o exercício da busca, leitura e reflexão sobre um trabalho de pesquisa acadêmica envolvendo o uso desse software; (III) observar que há limitações, fragilidades e potencialidades quando se faz uso desse software e (IV) oportunizar momentos de escuta e fala por meio do compartilhamento das produções e ideias em seminário conduzido à turma de acadêmicos(as/es) e ocorrido em aula.

A figura 3 mostra exemplos de comandos usados na construção do “barco”. A turma de acadêmicos(as/es) foi organizada em GTs (Grupos de Trabalho) para desenvolver essa atividade, valorizando, assim, aspectos de cooperação e colaboração, tal como é preconizado em textos da literatura acadêmica (BONA; BASSO; FAGUNDES, 2011; BONA; SCHÄFER; FAGUNDES; BASSO, 2011; SILVA; RIBEIRO; SILVA, 2013; SYCHOCKI DA SILVA; DOS REIS PINTO, 2019).

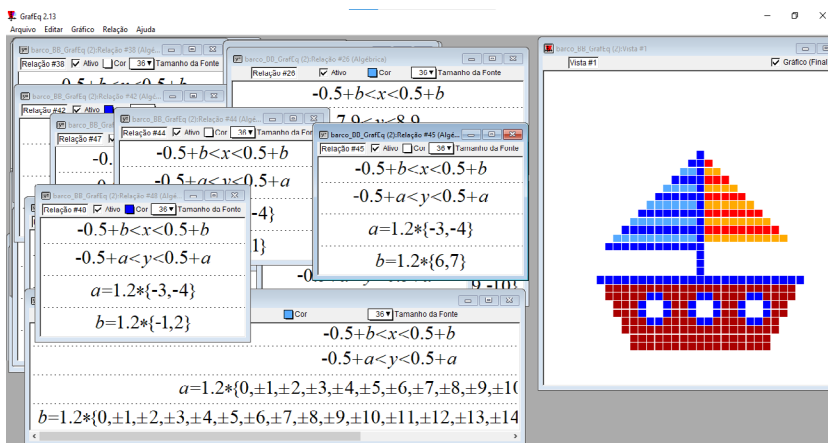


Figura 3: Algumas relações usadas para reconstruir o barco no GrafEq.
Fonte: arquivo pessoal

As pesquisas (essencialmente dissertações de mestrado), encontradas e apresentadas pela turma MEM 29, que fazem uso do GrafEq são unânimes em afirmar que o software tem potencial para o trabalho e desenvolvimento de conteúdos e conceitos de Matemática, sejam eles do nível básico ou superior. A lista de trabalhos apresentados no seminário em aula está mostrada a seguir no quadro 1.

Autor(a)	Título	Ano	Tipo
Ricardo de Souza Santos ³	Tecnologias digitais na sala de aula para aprendizagem de conceitos de geometria analítica: manipulações no software GrafEq	2008	Dissertação
Juliana Bender Goulart ⁴	O estudo da equação $Ax^2 + By^2 + Cxy + Dx + Ey + F = 0$ utilizando o software GrafEq: uma proposta para o ensino médio	2009	Dissertação

³ Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/15880>. Acesso em março de 2024.

⁴ Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/18805>. Acesso em março de 2024.

Joseane Fiegenbaum ⁵	Elementos de Geometria Analítica: uso do aplicativo GrafEq na reprodução de obras de arte	2015	Dissertação
Fabício Fernando Halberstadt ⁶	A aprendizagem da geometria analítica do ensino médio e suas representações semióticas no GrafEq	2015	Dissertação
Jedaías Sousa Aquino ⁷	Um estudo das curvas elementares na geometria analítica proposta didática no ensino médio com GrafEq em uma perspectiva para a Engenharia Civil	2020	Dissertação

Quadro 1: Trabalhos de pesquisa apresentados durante o seminário em aula.

Fonte: arquivo pessoal

A partir da lista apresentada acima, proponho um convite: que se acessem os materiais e se conheça cada uma das propostas, bem como os materiais empíricos produzidos os quais geraram reflexões em termos de pesquisa acadêmica. A seguir, apresento as ideias de outros trabalhos acadêmicos encontrados que versam sobre o uso do software GrafEq e reflito sobre elas. O “método de busca” consistiu-se em inicialmente acessar o “Google Acadêmico⁸” e, em seguida, os termos usados para a busca que foram: (“GrafEq” OR “GraphEquation”) AND “Ensino de Matemática”. A busca retornou 65 resultados, sendo que foram observados os resultados com as publicações ocorridas a partir de 2019, sendo os demais desconsiderados para efeitos da análise. As pesquisas escolhidas, consultadas e analisadas foram dissertações de mestrado (ou teses se encontradas) e Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC).

5 Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/10948>. Acesso em março de 2024.

6 Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/6751>. Acesso em março de 2024.

7 Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/2326>. Acesso em março de 2024.

8 Disponível em: <https://scholar.google.com.br/>. Acesso em janeiro de 2023.

O quadro 2 mostra a lista de trabalhos encontrados a partir da definição de busca utilizada.

Autor(a)	Título	Ano	Tipo
Juliana Paim Rocha ⁹	Aprendizagem de inequações no ensino médio: um estudo com o software GrafEq e os registros de representação semiótica	2019	TCC
João Vitor Garcez Ferreira ¹⁰	Potencialidades do GrafEq no estudo da função Afim	2019	TCC
Nilvane Porcellis Alves ¹¹	Modelagem matemática como proposta de metodologia ativa através do ciclo de modelagem de Hestenes	2019	TCC
Humberto Irineu Chaves Ribeiro ¹²	Equações e inequações na representação de espaços geométricos no plano cartesiano: uma aplicação do software GrafEq	2020	Dissertação
Rodrigo Miliszewski Mette ¹³	Representando prédios históricos com o software GrafEq: uma possibilidade de aprender equações e inequações	2021	TCC

Quadro 2: Trabalhos encontrados após busca no Google Acadêmico©.

Fonte: arquivo pessoal

9 Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/212860>. Acesso em março de 2024.

10 Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/212827>. Acesso em março de 2024.

11 Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/riiu/4878>. Acesso em março de 2024.

12 Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/11086>. Acesso em março de 2024.

13 Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/231281>. Acesso em março de 2024.

Rocha (2019), em sua pesquisa, procura compreender como os estudantes mobilizam e articulam diferentes registros de representação semiótica (à luz da teoria de Raymond Duval) no trabalho com inequações envolvendo duas variáveis. A autora afirma que esse assunto é geralmente abordado de forma algébrica, sendo esse, por vezes, o único tratamento dado por livros e pelos professores em sala de aula, gerando incompreensão por parte dos estudantes. Ao utilizar o software GrafEq, a autora percebeu que os participantes de sua pesquisa transitavam entre os registros algébricos e gráficos das situações exploradas, gerando, assim, momentos de aprendizagem. A autora destaca que o uso do software permitiu “a realização de testes em que os alunos poderiam verificar suas estratégias, algo que, somente com o lápis e o papel, talvez não fosse possível.” (ROCHA, 2019, p. 63).

Consoante a isso, e usando o mesmo referencial teórico (teoria das representações semióticas de Raymond Duval), Ferreira (2019) explora o potencial do GrafEq em uma abordagem envolvendo funções afins. Uma hipótese, apresentada pelo autor a partir de sua pesquisa, é que se pode, por meio do GrafEq, “facilitar a coordenação entre as representações, promovendo, assim, a compreensão do conteúdo escolhido, o que de fato foi verificado a partir dos dados produzidos e analisados”. (FERREIRA, 2019, p. 41).

Alves (2019), usando ideias da Modelagem Matemática em uma perspectiva de envolver os estudantes por meio de uma metodologia ativa, propõe explorar réplicas de obras de arte usando os softwares GrafEq e GeoGebra. A ideia da pesquisa não é contrapor os dois softwares, e sim explorar o potencial da construção que os estudantes entregariam ao final do processo. A autora manifesta destaque ao contexto da simulação computacional, pois essa se apresentou como uma ferramenta que serviu na “forma de incentivo e mobilização, pois apresentou aos alunos softwares importantes, tanto para visualização do que estava sendo trabalhado quanto para o aprimoramento dos modelos que foram construídos”. (ALVES, 2019, p. 40).

Ribeiro (2020), em sua pesquisa de mestrado, desenvolveu dois produtos educacionais (um canal no Youtube¹⁴ e um e-book¹⁵) envolvendo o software GrafEq. Em uma das etapas do seu estudo, o autor fez uma consulta por meio de questionário, a professores de Matemática, com o objetivo de compreender o uso e a apropriação das Tecnologias Digitais por parte deles. O autor reflete a partir do seu trabalho de pesquisa:

Para que o ensino se torne significativo, este trabalho procurou auxiliar professores a trabalhar gráficos com o auxílio (sic) do software GrafEq, que realiza a construção de figuras geométricas juntamente com as equações ou inequações. Nos dias de hoje, existem diversos alunos que possuem certa rejeição à matéria de matemática. De acordo com a realização deste trabalho e após a realização da pesquisa com os professores participantes que responderam ao questionário proposto sobre o e-book e sobre o canal “Fazendo arte com a matemática”, constatamos que os materiais que compuseram o produto desta dissertação foram bem aceitos por parte deles. (RIBEIRO, 2020, p. 54)

Mette (2021), usando a teoria dos registros de representação semiótica de Raymond Duval, explora o potencial do software GrafEq em uma atividade que versava sobre uma reconstrução (réplicas) de prédios históricos. Em meio ao Ensino Remoto Emergencial (ERE), o autor faz uso concomitante do GrafEq e do Google Earth[®] para explorar, com os estudantes, conceitos de Matemática envolvidos nessa atividade. O autor reflete que a partir desse referencial teórico:

(...) foi problematizado que uma dificuldade frequente dos estudantes é não conseguir reconhecer o mesmo objeto a partir de dois registros de representação semiótica diferentes, e o desenvolvimento das atividades dessa pesquisa se propôs a auxiliar nessa questão. As atividades foram elaboradas para que cada uma auxiliasse na resolução da seguinte, construindo, junto aos alunos, o entendimento da relação entre a representação algébrica e a representação gráfica de equações e inequações. Nesse sentido, o software GrafEq foi fundamental, pois possibilitou a visualização das representações gráfica e algébrica de equações e inequações em

14 Disponível em: <https://www.youtube.com/@fazendoartecomamatematica9201>. Acesso em janeiro de 2023.

15 Disponível em: <https://www.livrosdigitais.org.br/livro/14408442HVUALXV>. Acesso em janeiro de 2023.

uma mesma tela, facilitando a compreensão do conteúdo abordado nos objetos matemáticos. (METTE, 2021, p. 83)

Os estudos mostrados anteriormente (e muitos outros que não entraram no escopo da busca/mineração) destacam um potencial pedagógico ao se desenvolver atividades usando o GrafEq, por meio de uma metodologia ativa de trabalho, tornando os estudantes protagonistas do seu processo de aprendizagem. As pesquisas mostram que é essencial ao professor promover momentos de exploração desse software em sala de aula, tornando potencialmente profícuos e ricos os momentos de aprendizagem. Constata-se que os estudos são unânimes ao considerar o uso do software GrafEq um momento/espço de oportunidade para se realizar uma transição entre diferentes registros de representação (aqui pelo menos mencionam-se os registros algébrico e gráfico). Isso torna todos os partícipes desses momentos autônomos e construtores de diversos conhecimentos, não obrigatoriamente e exclusivamente matemáticos, tal como preconiza Silva (2018, p. 35) com o termo “compartilhamento de responsabilidades entre pares”.

“Lata de milho ótima” no GeoGebra

Da mesma forma como já foi destacado no início da seção anterior, menciono que o software GeoGebra foi apresentado para a turma MEM 29 de forma a não sobrepor ou influenciar o uso de outros aplicativos/software. Atualmente¹⁶ esse software conta com um considerável espectro de trabalhos e produções científicas desenvolvidas, sendo que, na disciplina da pós-graduação (turma MEM 29), estávamos interessados em: (I) explorar os aspectos técnicos do software e (II) explorar os aspectos pedagógicos/teóricos em pesquisas já realizadas as quais fizeram uso desse software.

A atividade proposta à turma MEM 29 ocorreu em duas partes: a primeira foi um convite para uma exploração dos recursos e

¹⁶ Datado no ano de 2023.

ferramentas do software, sendo que o objetivo era construir no GeoGebra (usar Janela de Visualização 2D) um objeto virtual que tratasse da perspectiva de uma modelagem com exploração de um contexto da geometria/funções reais de variável real. A segunda parte consistiu em fazer uma mineração/busca por uma pesquisa de Mestrado/Doutorado acadêmico que tivesse feito uso do software GeoGebra para o ensino e aprendizagem de conceitos de Matemática. Após isso, deveria ser elaborado um Mapa Conceitual¹⁷ sobre o texto a ser apresentado no seminário de aula. A figura 4 mostra um dos objetos apresentados para a turma, envolvendo o tema do trabalho proposto. O objeto “Lata de milho ótima” permite explorar, de um modo dinâmico, quais as dimensões do cilindro reto “ideal” para se construir uma lata, fixado um volume (V). O “ideal” consiste em obter as dimensões de uma lata cilíndrica reta cuja medida da superfície seja mínima, respeitando-se o volume fixo V . Ao acessar o link mencionado na legenda da figura 4, é possível explorar esse contexto, o qual envolve geometria, funções reais de variável real e Modelagem Matemática.

17 Quanto aos **Mapas Conceituais** foi indicado para leitura e exploração o material do professor Marco Antonio Moreira (UFRGS): <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em janeiro de 2023.

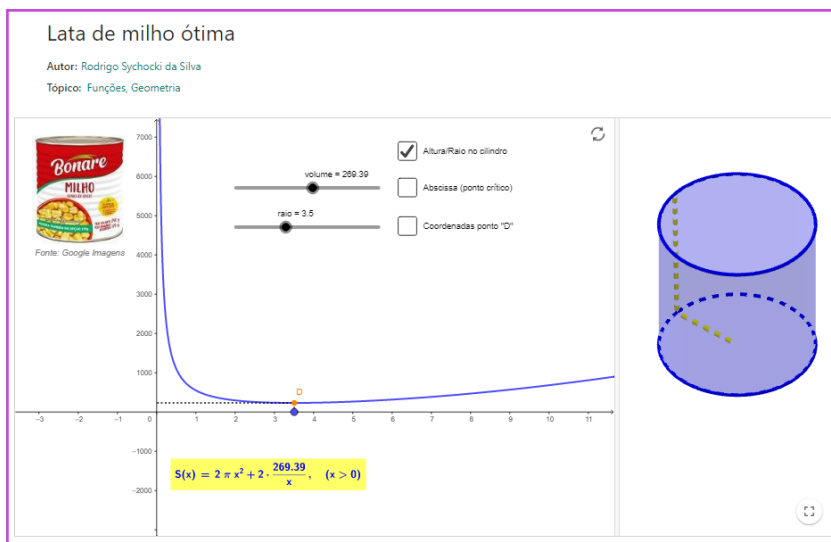


Figura 4: Objeto virtual “Lata de milho ótima” produzido no GeoGebra.
Fonte: <https://www.geogebra.org/m/zrnzkuhg>. Acesso em janeiro de 2023.

No que se refere à segunda parte da atividade proposta, as pesquisas encontradas e apresentadas pela turma MEM 29, as quais fazem uso do GeoGebra são concordantes em considerar que o software tem potencial para o trabalho e desenvolvimento de conteúdos e conceitos da Matemática, independentemente do nível de ensino. A lista de trabalhos apresentados no seminário em aula está mostrada a seguir no quadro 3.

Autor(a)	Título	Ano	Tipo
Caroline Borsoi ¹⁸	GeoGebra 3D no Ensino Médio: uma possibilidade para a aprendizagem da geometria espacial	2016	Dissertação
Marlei Tais Dicker ¹⁹	Geogebra e isometrias: a ação de arrastar na construção de conceitos	2019	Dissertação
Daniele Vargas Oliveira ²⁰	Visualização espacial no ensino fundamental: rotações no Geogebra	2021	Dissertação
Wellington Alves de Araújo ²¹	O GeoGebra: uma experimentação na abordagem da função afim	2014	Dissertação
Francine Dahm ²²	Área e perímetro de figuras geométricas planas: percepções e criações através de malha quadriculada e o software Geogebra	2019	Dissertação

Quadro 3: Trabalhos de pesquisa apresentados durante o seminário em aula.

Fonte: arquivo pessoal

A partir da lista apresentada acima, da mesma forma como mencionei na seção anterior, proponho um convite: que se acessem os materiais e se conheça cada uma das propostas, bem como os materiais empíricos produzidos os quais geraram reflexões em termos de pesquisa acadêmica. A seguir, apresento as ideias de

18 Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/148179>. Acesso em março de 2024.

19 Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/198640>. Acesso em março de 2024.

20 Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/230638>. Acesso em março de 2024.

21 Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/5081>. Acesso em março de 2024.

22 Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/215487>. Acesso em março de 2024.

outros trabalhos acadêmicos encontrados que versam sobre o uso do software GeoGebra e reflito sobre elas.

O “método de busca” consistiu em inicialmente acessar o “Google Acadêmico®” e, em seguida, os termos usados para a busca que foram os seguintes: (“GeoGebra” AND “Ensino de Matemática” AND “Funções” AND “Modelagem Matemática”) AND (“tese” OR “dissertação”). A busca retornou 130 resultados, sendo que, pelo expressivo número de pesquisas encontradas, foram observadas as publicações ocorridas a partir de 2022. As pesquisas escolhidas, consultadas e analisadas foram dissertações de mestrado ou teses de doutorado (se encontradas) produzidas a partir de 2022 e que tivessem usado o software GeoGebra como ferramenta para a abordagem de conceitos de Matemática. Por uma limitação do presente texto e entendendo que ao apresentar alguns trabalhos de pesquisa seria suficiente para contextualizar a importância desse software nos processos de ensino e aprendizagem, os demais resultados da busca não foram considerados. O quadro 4 a seguir mostra os trabalhos encontrados a partir da definição de busca usada.

Autor(a)	Título	Ano	Tipo
Marcelo Lins Muniz de Melo Santos ²³	Representações semióticas como artefatos para a aprendizagem de funções: uma análise da gênese instrumental de licenciandos em matemática no ensino remoto	2022	Dissertação
Diego Rodolfo Munhoz ²⁴	Ensino de funções trigonométricas com o auxílio da modelagem matemática e do software GeoGebra	2022	Dissertação

23 Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/45670>. Acesso em março de 2024.

24 Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55136/tde-17012023-174001/en.php>. Acesso em março de 2024.

Matheus de Abreu Silva ²⁵	O ensino de funções por uma nova perspectiva	2022	Dissertação
Ademar Freire da Silva Júnior ²⁶	Modelagem matemática aplicada aos fenômenos físicos	2022	Dissertação
Karla Monique Cruz Bernardino ²⁷	Resolução de problemas e tecnologias digitais de informação e comunicação em um ambiente virtual: uma proposta para o ensino de derivadas	2022	Dissertação

Quadro 4: Trabalhos encontrados após busca no Google Acadêmico©.

Fonte: arquivo pessoal

Santos (2022), em sua dissertação de mestrado, explana, de forma articulada com os referenciais teóricos das Representações Semióticas (Raymond Duval) e Abordagem Instrumental (Pierre Rabardel), o ensino de funções para um grupo de licenciandos em Matemática. A prática de ensino ocorreu durante o Ensino Remoto Emergencial (ERE), e o autor destaca que, apesar das dificuldades impostas pelo contexto da pandemia, o GeoGebra foi citado pelos participantes da pesquisa como um software/aplicativo que potencializou e ajudou na visualização de situações, em meio a suas múltiplas representações (algébrica, gráfica, ...).

O trabalho de Munhoz (2022) preconiza o potencial uso da Modelagem Matemática na investigação de situações-problema em sala de aula. O autor apresenta em seu trabalho uma sugestão de sequência de atividades envolvendo funções trigonométricas. Em seu trabalho, são apresentadas e discutidas situações envolvendo movimento harmônico, marés e pressão arterial. O autor entende que o uso de “controles deslizantes” no software oportuniza “descrever a influência que cada parâmetro tem nos gráficos

25 Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/17350>. Acesso em março de 2024.

26 Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/23330>. Acesso em março de 2024.

27 Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9257>. Acesso em março de 2024.

dessas funções”. (MUNHOZ, 2022, p. 75). Esse trabalho dialoga com o referencial teórico usado na dissertação de Silva Júnior (2022) em que são explorados contextos e aplicações da Física, com o uso concomitante do software GeoGebra. O autor apresenta uma proposta didática de trabalho envolvendo a exploração de experimentos físicos, os quais reverberam o uso da Modelagem Matemática e das tecnologias para a sua interpretação.

Quanto à proficiência do GeoGebra, Silva (2022, p. 26) constata que “(...) sobre o uso do Geogebra como uma atividade pedagógica, é ter um objetivo matemático a ser alcançado pelos estudantes, e não utilizar o recurso tecnológico apenas por usar, tem de haver algum propósito por trás (...)”. Em sua prática, desenvolvida com estudantes do nono ano do Ensino Fundamental, a proposta consistiu em explorar contextos envolvendo funções afins. O autor reflete que “utilizando este software, o entendimento sobre a variação do comportamento de uma função do primeiro grau é potencializado”. (SILVA, 2022, p. 52).

Por fim, em uma pesquisa realizada com acadêmicos(as/es) de uma turma de Cálculo I na Universidade Federal do Amazonas, Bernardino (2022) explora o contexto de ensino e aprendizagem envolvendo derivadas e suas aplicações em problemas. A autora disserta que:

O trabalho contribuiu a favor, unindo esses três pilares na aplicação das atividades: Ensino on-line; GeoGebra; Resolução de Problemas. Demonstrou-se aos alunos a possibilidade do ensino de Cálculo de uma forma agradável e, principalmente, que seja capaz de visualizar situações do cotidiano e aplicações reais diferentes do ensino tradicional, em que possam ser aprendidos os conceitos de uma forma prazerosa e divertida através do diálogo e interação, mesmo que de forma virtual. (BERNARDINO, 2022, p. 70)

Nesse sentido, ao avaliar o uso do software durante a sua prática (ocorrida de forma online (ERE)), a autora destaca que “(...) o próprio aluno atua no centro, guiando seu processo e percebendo quando se toma uma resolutive incorreta através da manipulação do software com atividades, ao retornar ao ponto principal e tentar outras formas de solucionar os problemas

propostos.” (BERNARDINO, 2022, p. 57). Logo, o GeoGebra torna-se, segundo essa perspectiva, um aliado/catalisador no/do processo de construção dos conceitos.

Da mesma forma que foi mencionado ao final da seção anterior, as pesquisas mostradas anteriormente (e muitas outras que não entraram no escopo da busca/mineração) destacam um potencial pedagógico ao se desenvolver atividades usando o GeoGebra por meio de uma metodologia ativa de trabalho, tornado os estudantes protagonistas do seu processo de aprendizagem. As inferências/conclusões das pesquisas ressaltam que é essencial ao professor promover momentos de exploração desse software em sala de aula, tornando potencialmente profícuos e ricos os momentos de aprendizagem. As pesquisas consultadas são unânimes ao considerar que o uso do software GeoGebra torna-se oportuno e convida o discente a percorrer diversos caminhos, para desenvolver a própria aprendizagem.

Um amálgama das duas atividades à guisa de conclusões

Diante dos elementos apresentados nas duas últimas seções, menciono que o objetivo das atividades estava centralizado na apropriação e uso dos softwares GrafEq e GeoGebra pelos discentes da disciplina no curso de Pós-Graduação. Para além do uso e apropriação, em ambas as atividades, foi feito um exercício de busca, leitura e reflexão a partir de pesquisas acadêmicas que fizeram uso desses softwares, as quais, percebo que enriqueceram qualitativamente os momentos de debate e reflexão durante as aulas da disciplina.

Ademais, a atividade em que se fez o uso do software GrafEq teve os seguintes objetivos: (I) instrumentalizar a turma de acadêmicos(as/es) quanto ao uso do software, seus recursos e ferramentas; (II) valorizar o exercício da busca, leitura e reflexão sobre um trabalho de pesquisa acadêmica envolvendo o uso desse software; (III) observar que há limitações, fragilidades e potencialidades quando se faz uso desse software e (IV) oportunizar

momentos de escuta e fala por meio do compartilhamento das produções e ideias em seminário conduzido à turma de acadêmicos(as/es) e ocorrido em aula. A partir dos arquivos entregues pelos discentes e seminários realizados na disciplina entendo que os objetivos supramencionados tenham sido plenamente alcançados.

No tocante ao uso do software GeoGebra, os objetivos foram: (I) explorar os aspectos técnicos do software e (II) explorar os aspectos pedagógicos/teóricos em pesquisas já realizadas as quais fizeram uso desse software. Tais objetivos dialogam com os já elencados no parágrafo anterior, não tendo sido necessário repeti-los. Da mesma forma que mencionado anteriormente, percebo que tais objetivos foram plenamente alcançados, observados nos materiais entregues e na qualidade da condução dos seminários pelos discentes sobre as pesquisas acadêmicas mineradas.

A partir dos elementos apresentados nesse capítulo, espera-se que o uso das tecnologias, em particular as Tecnologias Digitais, continue sendo fruto de pesquisas acadêmicas e de novas reflexões. Entende-se que o compartilhamento de duas atividades realizadas em um curso de formação continuada, envolvendo o uso dos softwares GraffEq e GeoGebra, enriquecem o cenário das pesquisas envolvendo a sala de aula. Com certo grau de confiança, considero que os/as/es participantes da turma MEM 29, ocorrida em 2022/1, são agentes multiplicadores das ideias debatidas e construídas ao longo da disciplina. Além do que foi exposto e trazido nesse capítulo, foram realizadas outras atividades, debates, leituras e escritas. Um produto disso configura-se na parte dois deste e-book, destinada à fala e às reflexões dos participantes da turma.

Na introdução deste texto, afirmei algo sobre “a” função do educador. Na ocasião, mencionei que uma retomada de conceitos seguida de uma reflexão sobre as ações de prática pedagógica oportuniza criar (novas) conexões e reconhecer que devemos oportunizar, por meio da apropriação e uso das Tecnologias Digitais, que os discentes alcem voos mais altos, tornem-se agentes

de sua própria formação e sejam permanentemente curiosos(as/es) sobre os desafios impostos pelo mundo. Diante disso, reafirmo que se torna essencial refletir sobre tal compromisso.

Da mesma forma como ocorreu na organização da obra Silva (2018), espera-se que este texto, em sua integralidade, alcance os mais diversos públicos (docentes – discentes – comunidade em geral). Entendo que seja importante considerar que, mesmo depois de considerado “pronto”, o presente texto ainda não está encerrado. As reflexões seguem e quiçá mobilizam uma produção de novas teorias, arquiteturas pedagógicas e proposições de atividades para a sala de aula. É sobre isso que Seymour Papert e Cynthia Solomon já nos alertavam na década de setenta.

Referências

ALVES, N. P. **Modelagem matemática como proposta de metodologia ativa através do ciclo de modelagem de Hestenes**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Licenciatura em Matemática. Universidade Federal do Pampa. 2019. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/riui/4878>. Acesso em janeiro de 2023.

BERNARDINO, K. M. C. **Resolução de problemas e tecnologias digitais de informação e comunicação em um ambiente virtual**: uma proposta para o ensino de derivadas. 2022. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2022.

BONA, A. S. D.; BASSO, M. V. de A.; FAGUNDES, L. da C. A cooperação e/ou a colaboração no Espaço de Aprendizagem Digital da matemática. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, 2011. DOI: 10.22456/1679-1916.25163. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/25163>. Acesso em janeiro de 2023.

BONA, A. S. D.; SCHÄFER, P. B.; FAGUNDES, L. da C.; BASSO, M. V. de A. Cooperação na Complexidade: Possibilidades de Aprendizagem Matemática suportadas por Tecnologias Digitais. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, 2011. DOI: 10.22456/1679-1916.25168. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/25168>. Acesso em janeiro de 2023.

FERREIRA, J. V. G. **Potencialidades do GrafEq no estudo da função Afim**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Licenciatura em Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/212827>. Acesso em janeiro de 2023.

MUNHOZ, D. R. **Ensino de funções trigonométricas com o auxílio da modelagem matemática e do software GeoGebra**. 2022. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, University of São Paulo, São Carlos, 2022.

RIBEIRO, H. I. C. **Equações e inequações na representação de espaços geométricos no plano cartesiano**: uma aplicação do software GrafEq. 2020. 64 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/11086>. Acesso em janeiro de 2023.

ROCHA, J. P. **Aprendizagem de inequações no ensino médio: um estudo com o software GrafEq e os registros de representação semiótica**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Licenciatura em Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/212860>. Acesso em janeiro de 2023.

SANTOS, M. L. M. M. **Representações semióticas como artefatos para a aprendizagem de funções**: uma análise da gênese instrumental de licenciandos em matemática no ensino remoto. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

SILVA, M. A. **O ensino de funções por uma nova perspectiva**. 2022. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas - PPGECE) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2022.

SILVA, R. S. **O uso de problemas no ensino e aprendizagem de funções exponenciais e logarítmicas na escola básica**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 2012.

SILVA, R. S. (Org.). **Diálogos e Reflexões sobre Tecnologias Digitais na Educação Matemática**. São Paulo: Editora Livraria da Física. v.1. 165p. 2018.

SILVA, R. S.; BARONE, D. A. C.; BASSO, M. V. A. Modelagem matemática e tecnologias digitais: uma aprendizagem baseada na ação. **Educação Matemática Pesquisa**, 18(1), pp. 421-446. 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/24996>. Acesso em janeiro de 2023.

SILVA, R. S. DA.; BARONE, D. A. C.; BASSO, M. V. DE A. Cadeias de Markov e tecnologias digitais: reflexões sobre a construção de conhecimentos dos discentes em licenciatura em Matemática. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 3, jul. 2018. DOI: 10.1590/1516-731320180030010.

SILVA, R. S.; RIBEIRO, A. M.; SILVA, J. L. T. História da matemática & tecnologias da informação e comunicação: uma experiência semipresencial cooperativa na formação de professores. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 2, n. 2, 2013. DOI: 10.35819/tear.v2.n2.a1804. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/1804>. Acesso em janeiro de 2023.

SILVA JÚNIOR, A. F. **Modelagem matemática aplicada aos fenômenos físicos**. 2022. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Departamento de Matemática, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

SOUZA, B. S.; SILVA, R. S. Um relato reflexivo sobre engajamento estudantil e os desafios da prática durante o Ensino Remoto em 2020. In: LEIVA, J. C. P.; BASSO, M. V. A.; SILVA, R. S.; SAMÁ, S (org.). **Pandemia e Educação Matemática**: relatos e reflexões sobre práticas nas aulas de Matemática durante o Ensino Remoto. Porto Alegre: Mundo Acadêmico. 149p. 2021.

SYCHOCKI DA SILVA, R.; DOS REIS PINTO, S. Funções quadráticas e tecnologías móveis: **ações cooperativas em um experimento no ensino médio**. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 108–125, 2019. DOI: 10.14483/23464712.13317. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/13317>. Acesso em janeiro de 2023.

TRAINOTTI, A.; SYCHOCKI DA SILVA, R. Poly e GeoGebra 3D: um experimento de ensino na educação básica. **RENOTE**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, 2018. DOI: 10.22456/1679-1916.85879. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/85879>. Acesso em janeiro de 2023.