

O estudo da parábola na formação de professores: uma discussão sobre criatividade e narrativas com tecnologias digitais

The study of the parable in teacher training: a discussion on creativity and narratives with digital technologies

Nilce Fátima Scheffer¹
Rosane Rossato Binotto²

Resumo: Este artigo apresenta um estudo a respeito da parábola, realizado com professores que atuam na Educação Básica. Tem por objetivo investigar a criatividade em narrativas que ocorrem na discussão de significados matemáticos, promovida pela interação com objetos de aprendizagem construídos no GeoGebra para explorar o tema parábolas. O estudo tem caráter qualitativo interpretativo com a discussão de dados obtidos a partir de narrativas escritas pelos participantes em ação de extensão com professores em formação. Os resultados destacam que, com a análise das narrativas matemáticas desenvolvidas pelos professores participantes, surgem novas perspectivas com multiplicidade de exploração, valorizando diferentes formas de comunicação e ações criativas que as tecnologias digitais proporcionam na discussão e construção de conceitos matemáticos.

Palavras-chave: Narrativas Matemáticas. Pensamento Criativo. GeoGebra. Educação Básica. Cônica.

Abstract: This article presents a study on parabolas, carried out with teachers working in Basic Education. It aims to investigate creativity in narratives that occur in the discussion of mathematical meanings, promoted by interaction with learning objects built in GeoGebra to explore the topic of parabolas. The study is qualitative and interpretative in nature, discussing data obtained from narratives written by participants in an extension program with teachers in training. The results show that, with the analysis of the mathematical narratives developed by the participating teachers, new perspectives emerge with a multiplicity of exploration, valuing different forms of communication and creative actions that digital technologies provide in the discussion and construction of mathematical concepts.

Keywords: Mathematical Narratives. Creative Thinking. GeoGebra. Basic Education. Conics.

1 Introdução

Diante dos vários aspectos favoráveis e ilustrativos que a introdução das tecnologias digitais vem nos apresentando no contexto educacional, o trabalho que abordamos aqui resulta de um programa de formação que tratou de conhecimentos profissionais fundamentais para o professor que ensina matemática, proporcionando uma discussão a respeito de contexto criado

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul • Chapecó, SC — Brasil • nilce.scheffer@uffs.edu.br • [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9199-9750)
<https://orcid.org/0000-0001-9199-9750>

² Universidade Federal da Fronteira Sul • Chapecó, SC — Brasil • rosane.binotto@uffs.edu.br • [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9420-9312)
<https://orcid.org/0000-0001-9420-9312>

no GeoGebra para a discussão de conceitos da parábola. Como destaca Kenski (2012), a convergência das tecnologias de informação e comunicação para a configuração de uma nova tecnologia, a digital, tem provocado mudanças radicais na educação, criando ambientes digitais que reúnem a computação, a comunicação e diversos tipos, formas e suportes para discutir conceitos. Valente (2013) reforça que as tecnologias digitais potencializam os processos de ensino e de aprendizagem, que devem ser vistos como instrumentos cognitivos e como linguagem para representar o conhecimento, contando sempre com uma rede que pode estar a serviço da prática educativa.

Neste cenário de mudanças tecnológicas constantes, conforme destacam Oliveira e Alencar (2008, p. 297), o momento atual também requer “professores criativos que formem alunos criativos”. Assim, os professores devem “contribuir para a formação desses novos cidadãos da contemporaneidade, valendo-se da criatividade para dinamizar as suas aulas e fazer com que a educação seja vista como um componente da vida e do progresso do mundo” (Oliveira & Alencar, 2008, p. 304).

Este artigo apresenta resultados de um estudo realizado com objetos de aprendizagem construídos no GeoGebra sobre conceitos e aplicações da parábola, com professores em formação, além de analisar as características identificadas na interpretação de dados obtidos e manifestados pelos professores participantes, por meio da linguagem escrita. O estudo aborda o seguinte questionamento: “Que perspectivas de criatividade se manifestam nas narrativas dos professores participantes de um estudo exploratório sobre o tema parábolas, realizado com objetos de aprendizagem construídos no GeoGebra?”. Nosso estudo vai ao encontro do trabalho de Silva, Vertuan e Boscaroli (2021), registrado nos Anais do VIII SIPEM (Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática), que trata de criatividade, tecnologias digitais e formação de professores, em uma análise realizada a partir dos trabalhos contemplados nos Anais da edição de 2018 do SIPEM. Esses autores relatam preocupação com tais aspectos, uma vez que não foram encontrados trabalhos relacionando criatividade e tecnologias digitais, nem a relação dessas duas temáticas com a formação de professores, o que perdura neste evento internacional por um bom tempo, enquanto nosso estudo apresenta um elemento novo em tal discussão, que é a análise de narrativas dos professores.

Nesse contexto, objetos de aprendizagem são materiais digitais que podem ser utilizados e reutilizados para dar suporte aos processos de ensino e de aprendizagem (Audino & Nascimento, 2010). Esses objetos são tecnologias de apoio às aulas e possibilitam, por exemplo, a construção e visualização de gráficos, o estudo de mapas, a proposição de conjecturas e verificações, que podem ocorrer mediante vídeos, simulações interativas e outros (Scheffer, 2020). Com relação à criatividade, mencionamos as concepções propostas por Gontijo (2007), sobre a criatividade matemática que pode surgir no contexto da resolução de problemas matemáticos, quando são consideradas diversas e distintas respostas dadas a um determinado problema, bem como a originalidade das respostas apresentadas. Outro aspecto que destacamos refere-se ao tipo de criatividade que emerge a partir de atividades elaboradas para o ensino e aprendizagem com tecnologias digitais, denominada criatividade tecnológica, descrita por Rosa e Dantas (2020). Discorreremos também acerca da aprendizagem criativa proposta por Resnick (2020). Para esse autor, é fundamental criar oportunidades por meio de projetos desenvolvidos em parceria, levando-se em consideração os interesses dos alunos, para promover a criatividade.

No que diz respeito às narrativas que consideramos neste estudo, destacamos as narrativas matemáticas, porém observamos que outras narrativas emergiram na produção dos dados. As narrativas matemáticas constituem-se em representações impregnadas de linguagens, pois é através delas que os sujeitos externam seu entendimento matemático. Sendo assim, torna-se indispensável a valorização das diferentes formas de manifestação. Para Scheffer (2003), as

narrativas matemáticas encorajam o uso de funções definidas, proporcionando a observação de atividades realizadas num contexto que possibilita a discussão a respeito de variáveis, como uma mudança contínua. Diante disso, uma narrativa matemática articula símbolos matemáticos, destacando possibilidades presentes em um gráfico, por exemplo, além da existência de muitas narrativas para um mesmo gráfico, pois as mesmas podem envolver desde a interpretação da representação dada pelo software no computador, tablet ou smartphone, até a construção oral e escrita elaborada pelo estudante. Desse modo, a fluência das ideias matemáticas reflete-se na elaboração de narrativas matemáticas quando da descrição de eventos e de gráficos representativos para a solução de problemas.

Além disso, ao trabalhar com tecnologias, criamos um ambiente favorável à criatividade e construção de narrativas matemáticas, aspectos que Nemirovsky, em 1996, defendia como uma oportunidade que os estudantes tinham para deixar transparecer experiências vivenciadas e materializar seus conhecimentos. Nos dias atuais, em que se estabelecem novos modelos de conexões entre as pessoas e novas práticas sociais são criadas com suporte digital, trabalhamos também com narrativas digitais, que envolvem a combinação da ação de narrar os fatos com recursos das tecnologias digitais de informação e comunicação, na perspectiva de múltiplas linguagens, com recursos multimídia para dar significado ao sujeito. As narrativas que vamos tratar neste trabalho foram desenvolvidas pelos professores de Matemática, participantes de um curso de extensão on-line, cujo tema parábola, em discussão, contempla o recorte aqui problematizado.

Neste artigo, propomos investigar a criatividade em narrativas que ocorrem na discussão de significados matemáticos, promovida pela interação com objetos de aprendizagem construídos no GeoGebra para explorar o tema parábolas.

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa-interpretativa com a participação de professores de Matemática que atuam na Educação Básica. Os dados da pesquisa foram produzidos e coletados a partir de registros digitais obtidos no momento da interação dos participantes com os objetos de aprendizagem disponibilizados no GeoGebra on-line. A análise dos dados realizou-se por meio de duas categorias textuais de análise, conforme Bardin (2011), levando-se em conta a questão norteadora e o objetivo da pesquisa, além dos referenciais teóricos.

2 Referencial Teórico

Nesta seção, efetuamos uma breve discussão sobre as tecnologias digitais nos processos de ensino e de aprendizagem, discorrendo sobre criatividade e narrativas, em particular, narrativas matemáticas.

2.1 Tecnologias Digitais e Objetos de Aprendizagem

A era digital e a educação digital sinalizam para inovações e mudanças cada vez mais presentes no contexto educacional. Os professores já se preocupam com um planejamento que envolva a criação de novos ambientes de aprendizagem, que possam enriquecer as experiências dos estudantes, facilitar a colaboração e expandir conexões, estabelecendo novas relações entre tempo e espaço. Por isso, se fala em educação enriquecida pelo digital. De acordo com Nóvoa e Alvim (2021), após a pandemia a era digital impôs-se nas nossas vidas, na economia, na cultura, na sociedade e, também, na educação. Tudo veio repentinamente, mas tudo estava pronto. Esses autores reiteram, ainda, que é preciso compreender a espessura do presente e agir pela construção de uma outra escola, uma vez que, hoje, não é possível pensar a educação e os professores sem uma referência às tecnologias e à “virtualidade”.

Nesse sentido, focamos em recursos tecnológicos utilizados nas aulas de Matemática, que viabilizam a experimentação e a visualização de diferentes situações e, com isso, proporcionam melhores argumentos para discussões e reflexões sobre as atividades abordadas em suas mais diversas formas, permitindo investigar, descobrir, conjecturar e desmistificar a Matemática. Esses recursos proporcionam, também, a “criação de ambientes de aprendizagem que levam o estudante ao desenvolvimento de novos conceitos e à consolidação da aprendizagem” (Scheffer, 2012, p. 31).

Trabalhamos com o GeoGebra - um software de fácil acesso, manuseio e características dinâmicas que possibilitam manipular, explorar, combinar e visualizar os objetos construídos em tela, bem como permite sincronizar os elementos algébricos e geométricos de um mesmo objeto, além de levar o usuário a conjecturar hipóteses e verificar teses. Neste estudo, utilizamos a plataforma on-line do GeoGebra³, que possui um vasto repositório de materiais didáticos, bem como recursos para a criação e o compartilhamento de atividades, livros on-line e sequências didáticas. Possui também um recurso denominado “Tarefa”, cujo formato de uma sala virtual permite a elaboração de atividades interativas no formato digital, com a inserção de textos, imagens, vídeos, questões objetivas e discursivas, que podem ser manipuladas e respondidas pelo usuário, que pode acessá-lo por meio de um link ou código. Na ação desenvolvida com os professores, que resultou neste estudo, disponibilizamos uma sala virtual com os objetos de aprendizagem e as questões exploratórias para serem respondidas pelos participantes.

Nesse movimento de conexões, apresentamos uma discussão que ocorre em torno de duas atividades que integram tecnologias digitais e objetos de aprendizagem produzidos no GeoGebra. Autores, como Kalinke e Motta (2019), Scheffer (2020, 2023), Silva, Silva e Guedes (2014), se referem a objetos de aprendizagem como recursos que se utilizam de tecnologias digitais para serem aplicados nos processos de ensino e de aprendizagem na sala de aula ou não. Esses objetos são recursos interativos avaliados como entidades digitais, que podem ser utilizadas e reutilizadas ou referenciadas como suporte tecnológico à ação escolar. Para Silva, Silva e Guedes (2014), por exemplo, tais objetos são considerados novas formas de construir e reconstruir o conhecimento, com foco no uso pedagógico e tecnológico do computador a partir de inúmeras iniciativas e metodologias que envolvem o mundo digital. Consequentemente, para as autoras deste artigo, os objetos de aprendizagem são atividades que empregam diferentes mídias e recursos educacionais que podem se apresentar de diversas maneiras, contemplando livros, slides, roteiros de atividades ou animações digitais com auxílio de tecnologias, sempre com a possibilidade de reutilização, constituindo parte dos cenários de investigações e relações vividas pelo professor. Além desses, autores como Kay e Knaack (2007), definiram objetos de aprendizagem como recursos interativos, baseados na Web, que apoiam o aprendizado de conceitos específicos, incrementando, ampliando ou orientando o processo cognitivo dos aprendizes. Já para Spinelli (n. d., p. 7) um objeto de aprendizagem “é um recurso digital reutilizável que auxilie na aprendizagem de algum conceito e, ao mesmo tempo, estimule o desenvolvimento de capacidades pessoais, como, por exemplo, imaginação e criatividade”.

Scheffer, Comachio, Cenci e Heineck (2018), Borges e Scheffer (2018), Kleemann e Petry (2020), Guarda e Petry (2020), Binotto, Petry e Gaio (2022), Scheffer e Pasa (2022) e Scheffer (2023), por sua vez, desenvolveram estudos com objetos de aprendizagem construídos no GeoGebra, com estudantes e professores, a fim de investigar os benefícios e as limitações desse tipo de material para os processos de ensino e de aprendizagem Matemática.

Ao relacionar os objetos de aprendizagem com tecnologias da informação e comunicação, Scheffer (2023) refere-se a um objeto de aprendizagem para o estudo de gráficos,

³ Disponível em: <https://www.geogebra.org/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

que trata de atividades interativas elaboradas no software GeoGebra para interpretação dos mesmos, a partir de uma sequência de questões elaboradas para a interpretação dos gráficos relacionados a casos confirmados e índices de vacinação da Covid 19 no mundo, no período da pandemia, analisando conceitos de Matemática do 9º ano do Ensino Fundamental em conjunto com aplicações. Já Binotto, Petry e Gaio (2022) propuseram, a partir de uma sequência didática composta por objetos de aprendizagem, material para o estudo de cônicas no Ensino Médio, destinado a professores, com o intuito de abordar conceitos, elementos, propriedades e aplicações das cônicas. Esse tema foi também observado por Guarda e Petry (2020), ao concluírem que os objetos podem motivar os estudantes para o estudo, visto serem recursos que permitem melhor visualização gráfica e/ou geométrica dos objetos matemáticos estudados.

Ao voltarem o olhar para a formação de professores, Silva, Vertuan e Boscaroli (2021), corroborando Libâneo (2011), enfatizam que a mesma deve se pautar pela atividade criadora, reflexiva, crítica e compartilhada, se tornando necessário que os professores reconheçam a variedade de maneiras pelas quais as tecnologias digitais podem apresentar determinado conteúdo, de modo a permitir a exploração, interatividade e colaboração para refletirem sobre como implementar isso em suas aulas.

Nesse sentido, concordamos com todos os autores acerca das possibilidades tecnológicas educacionais e sua implementação na sala de aula para os processos de ensino e de aprendizagem em Matemática. Destacamos, ainda, a necessidade de atualização dos professores acerca de tais temas, que pode ser realizada por meio de cursos de formação.

2.2 Criatividade e Narrativas

As constantes mudanças na sociedade requerem a formação de pessoas com conhecimentos técnicos e científicos para refletir e resolver problemas de forma criativa e colaborativa. Nesse sentido, os jovens devem ser incentivados a desenvolver seu potencial criativo desde a Educação Básica, a partir de ações e atividades que propiciem a produção criativa.

No que diz respeito à criatividade, focamos, inicialmente, nas concepções trazidas por Gontijo (2007, p. 37), que define a criatividade em Matemática como

[...] a capacidade de apresentar inúmeras possibilidades de solução apropriadas para uma situação-problema, de modo que estas focalizem aspectos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo, especialmente formas incomuns (originalidade), tanto em situações que requeiram a resolução e elaboração de problemas como em situações que solicitem a classificação ou organização de objetos e/ou elementos matemáticos em função de suas propriedades e atributos, seja textualmente, numericamente, graficamente ou na forma de uma sequência de ações.

Esta citação nos remete à reflexão quanto às situações matemáticas em que a criatividade pode ocorrer, como na elaboração e resolução de problemas que promovem a construção e representação dos elementos matemáticos em sala de aula. Para Sternberg (2008), a criatividade é o processo de produzir algo que seja original e útil. Por outro lado, quanto à criatividade em Matemática, Bailin (1993) alega que a complementaridade entre o pensamento crítico e o pensamento criativo pode ser assumida ao solucionar problemas, considerando-se as regras do contexto, os métodos e os critérios em domínios específicos.

Conforme Gontijo (2007, p. 37), para que ocorra a produção criativa em Matemática, deve-se criar um ambiente propício, em que os estudantes expressem as habilidades de fluência, flexibilidade e originalidade na resolução de atividades, características do pensamento criativo. Para esse autor, a fluência “se caracteriza pela abundância ou quantidade de ideias diferentes

produzidas sobre um mesmo assunto”; a flexibilidade, “pela capacidade de alterar o pensamento ou conceber diferentes categorias de resposta”; e a originalidade, por “apresentar respostas infrequentes ou incomuns”. Além disso, Gontijo, Carvalho, Fonseca e Farias (2019) defendem que, para explorar a criatividade em Matemática, sejam priorizados os problemas abertos, que apresentam mais de uma solução e permitem ao estudante elaborar estratégias diferenciadas para resolvê-los, bem como redefinir elementos matemáticos, caso seja necessário, o que pode favorecer o desenvolvimento de habilidades matemáticas.

A criatividade, no espaço escolar, envolve aspectos conceituais, metodológicos e avaliativos que promovem tempo para o pensamento criativo, incentivo o aluno a se arriscar mais em defesa de suas ideias, na discussão de erros, na imaginação, com mais liberdade para a exploração do ambiente e do trabalho em torno de temas do interesse, suscitando o desenvolvimento de estratégias metacognitivas.

Para Rosa e Dantas (2020), o uso de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem, que possibilitam um novo modo de agir e uma nova postura de professores e estudantes, no ambiente educacional, pode contribuir para o desenvolvimento do potencial criativo das pessoas. Nesse contexto, os autores introduzem a criatividade tecnológica como um tipo de criatividade que pode emergir “de atividades produzidas com TD [tecnologias digitais], sendo considerada atualizada e explorando os recursos tecnológicos disponíveis para os processos de ensino e de aprendizagem, possibilitando, assim, diversos caminhos que levem além daquilo que já é conhecido” (Rosa & Dantas, 2020, p. 9).

Destacamos, ainda, outro aspecto da criatividade, que é a aprendizagem criativa, introduzida por Resnick (2020), como uma forma de criar oportunidades aos estudantes para desenvolverem seu potencial de pensadores criativos. A aprendizagem criativa, para esse autor, envolve um processo de aprendizagem que abarca quatro pilares: projetos, parcerias, paixão e pensar brincando, que se apresenta como uma forma de cultivar a criatividade por meio do desenvolvimento de projetos baseados nas paixões das pessoas, construídos em conjunto com parceiros e que mantêm o aspecto da diversão (Resnick, 2020).

Neste estudo, consideramos, além do enfoque na criatividade, narrativas matemáticas e outras narrativas manifestadas pelos participantes na interação com os objetos de aprendizagem, tendo em vista a possibilidade de observar relações estabelecidas entre a criatividade e narrativas, na análise de atividades desenvolvidas nos objetos sobre parábola. Para Scheffer (2003) e Scheffer, Pedroso, Bressan, Bittarello, Sachet & Corrêa (2008), as narrativas matemáticas constituem-se em formas de representação impregnadas de linguagens, pois é através destas que os sujeitos externam seu entendimento. Desse modo, articulam símbolos matemáticos, destacando muitas possibilidades em um gráfico para descrever uma narrativa, além da possibilidade de muitas narrativas para um mesmo gráfico, por exemplo. As narrativas matemáticas expressas podem ser compostas a partir de três diferentes formas de linguagem: a oral, a corporal e a escrita, se relacionando umas com as outras em um sentido de complementaridade na comunicação e na atribuição de significados, o que desencadeia a representação escrita e a linguagem matemática.

Por outro lado, ao falar em narrativas digitais, Almeida e Valente (2012, p. 67) destacam que, “do ponto de vista educacional, as narrativas digitais ampliam e tornam mais contemporâneas as possibilidades oferecidas pelo uso das narrativas”, que podem se constituir em uma alternativa pedagógica, propiciando a cada participante se apropriar do conhecimento. Pimentel (2019) ressalta que as narrativas envolvem a combinação da ação de narrar os fatos com recursos das tecnologias digitais de informação e comunicação, na perspectiva de múltiplas linguagens, com recursos multimídia para dar significado ao sujeito. Assim, a criação das

próprias narrativas agrega outros elementos, como fotos, emoções, emojis, sons e vídeos, sempre buscando representar o que os participantes estão pensando no momento da solução do problema matemático proposto.

Evidenciamos que o trabalho pedagógico do professor de Matemática ganha novas perspectivas com uma multiplicidade de exploração, valorizando diferentes formas de comunicação ao usar as tecnologias digitais para discutir conceitos e representações.

3 Caminhos Metodológicos

Para esta pesquisa⁴, contamos com professores e futuros professores de Matemática que manifestaram interesse voluntário em participar de um curso de extensão on-line, no primeiro semestre de 2022, intitulado *Estudo de cônicas com o software GeoGebra e objetos virtuais de aprendizagem*, que integrou o projeto *Formação Continuada em Serviço para Professores do Ensino Fundamental II e Ensino Médio*, realizado em parceria com a Sociedade Brasileira de Matemática (SBEM) e a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), no Programa FormAção 2. Esta ação contemplou atividades teórico-práticas sobre a exploração da parábola por meio de objetos de aprendizagem construídos no GeoGebra. O curso teve a participação de 12 professores, sendo 10 licenciados em Matemática com especialização, mestrado em Matemática ou Educação, além de dois participantes licenciandos das fases finais de um Curso de Matemática, na época.

A pesquisa é qualitativa, de cunho interpretativo, de acordo com Gil (2008), e que permite um entendimento da experiência humana, conforme Chizzotti (2006). Para Minayo (2002, p. 21), “a pesquisa qualitativa é aquela que responde a questionamentos muito singulares, dentro de estudos e pesquisas [...], e se preocupa com um nível de realidade que não pode ser quantificado”. Nessa mesma perspectiva, vale considerar as palavras de Borba e Araújo (2019, p. 25), de que as “pesquisas realizadas segundo uma abordagem qualitativa nos fornecem informações mais descritivas, que primam pelo significado dado às ações”. Tais autores destacam que esse tipo de pesquisa é a opção mais viável quando buscamos explicações relevantes à pergunta, a partir de novos questionamentos e possibilidades de interpretação.

Os dados foram obtidos por meio das manifestações escritas dos participantes que fizeram parte da ação de extensão. Esses registros escritos envolveram as respostas (narrativas) apresentadas ao manipularem os objetos disponibilizados no GeoGebra Tarefa. Esses professores foram nomeados por P1, P2 até P12.

A coleta de dados, considerada por Lakatos e Marconi (2010, p. 165), é a “etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos”. Nesse sentido, Creswell (2010) reitera que os procedimentos para a coleta de dados compreendem a organização dos limites para o estudo, a coleta dos elementos, materiais e documentos. Além desses procedimentos sugeridos pelo autor, consideramos as narrativas escritas pelos participantes da pesquisa.

A organização dos dados em forma de quadros de significados considera os registros dos significados atribuídos nas manifestações escritas dos participantes, ou seja, nas narrativas, com o olhar voltado para as questões criativas, simbólicas e matemáticas. Trechos dessas narrativas estão descritos nos Quadros 1, 2 e 3. Na análise de dados, utilizamos a categorização de Bardin (2011) como uma opção para descrever, interpretar e analisar os significados destacados nas narrativas que auxiliaram na compreensão do tema, sempre em busca de

⁴ Aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) com os seguintes dados: CAAE: 50898721.80000.5564, Número do Parecer: 4.990.198, aprovado em 09 de setembro de 2021.

investigar o problema de pesquisa. Assim, ao captar o sentido das expressões dos sujeitos de pesquisa, dialogando com as considerações apresentadas, realizamos a categorização com o olhar voltado para os referenciais teóricos, questão e objetivo da pesquisa, sendo elencadas duas categorias: (1) Manifestações criativas relacionadas aos conceitos matemáticos da representação gráfica da parábola; e (2) Contribuições das narrativas a respeito do objeto, para visualização, manipulação e discussão da propriedade refletora da parábola.

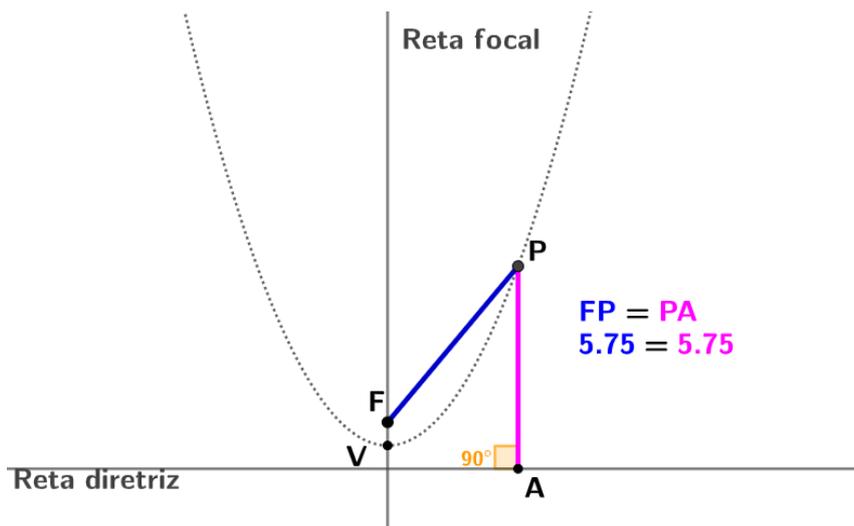
4 Resultados e Análise

Inicialmente, apresentamos os objetos, os quadros de enunciação de narrativas e realizamos uma pré-análise dos dados. Na sequência, analisamos os dados nas categorias.

O primeiro objeto utilizado para o estudo da parábola aponta para a definição por meio da representação geométrica e seus elementos: reta diretriz, reta focal, foco (F) e o vértice (V), como ilustra a Figura 1. Assim, a parábola é definida como o lugar dos pontos P do plano que equidistam de um ponto dado F e de uma reta dada, a reta diretriz.

Ao iniciar a animação desse objeto, o ponto P percorre o lugar geométrico dessa cônica, mostrando que, independente da sua posição, os comprimentos dos segmentos FP e PA são iguais, sendo A a projeção ortogonal de P sobre a reta diretriz.

Figura 1: Representação gráfica da construção da parábola



Fonte: Acervo da Pesquisa (2022)

A partir da manipulação do objeto, observamos, de modo interativo, que as medidas dos segmentos FP e PA , destacadas em uma caixa de texto, modificam-se, porém, mantêm a igualdade, produzindo uma curva denominada parábola, obtida ao habilitarmos o rastro do ponto P .

Após a realização da atividade com esse objeto de aprendizagem, os participantes fizeram suas enunciações, como mostra o Quadro 1, para a Atividade: Comente sobre o objeto que envolveu a definição da parábola e justifique se você o usaria nas aulas de Matemática.

Quadro 1: Discutindo a representação gráfica da construção da parábola

Participantes	Enunciação - Fragmentos de Narrativa
P4	<i>A visualização da excentricidade é excelente.</i>
P5	<i>O objeto permite a compreensão das propriedades da parábola.</i>

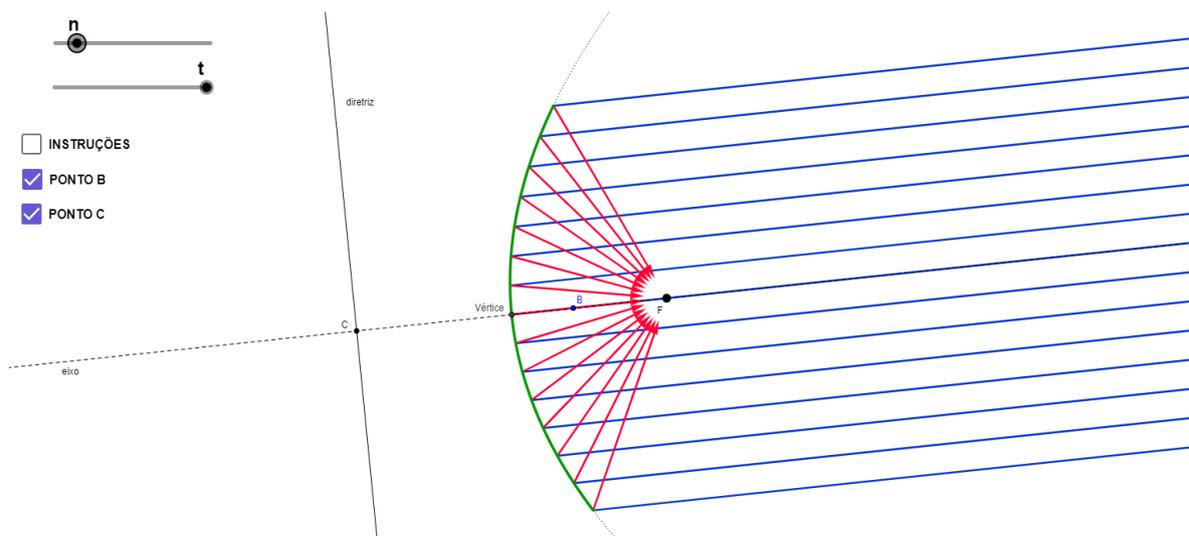
P6	<i>Mostrando aos alunos do 9º ano a mudança de direção (vértice) [da parábola].</i>
P8	<i>É possível em cada ponto ver a sua imagem [parábola], penso que facilita nas aulas.</i>
P10	<i>Utilizaria esse objeto pela possibilidade de demonstrar aos alunos que a excentricidade numa parábola é sempre um.</i>
P11	<i>Utilizaria, pois auxilia na visualização do lugar geométrico dos pontos que formam a parábola e permite uma compreensão do que é a reta diretriz.</i>

Fonte: Acervo da Pesquisa (2022)

A partir desse recorte, observamos que as narrativas de P4 e P10 se referem a uma propriedade importante da parábola que é a excentricidade, sua visualização no gráfico e seu valor numérico, respectivamente. Já o professor P5 destaca a clareza do objeto para a discussão das propriedades da parábola a partir da sua construção e o professor P8 se refere, em sua narrativa, à representação geométrica da parábola, enquanto P11 associa o gráfico da parábola à propriedade do lugar geométrico dos pontos que a definem. Esse professor também enfatiza os benefícios do objeto para compreender, visualmente, outro elemento da parábola, que é a reta diretriz. O professor P8 comenta sobre a “mudança de direção” que ocorre na parábola no sentido de que a parábola ilustrada no objeto é decrescente até atingir o vértice e, depois, no próximo intervalo, passa a ser crescente. Lembramos que a excentricidade e da parábola é definida como sendo a razão entre a distância de um ponto P qualquer da cônica até o foco F e a distância desse ponto até a reta diretriz, ou seja, $e = \frac{PF}{PA} = 1$, onde A é a projeção ortogonal de P sobre a reta diretriz.

O segundo objeto envolve a discussão de outra propriedade da parábola que é a propriedade refletora, com diversas aplicações no cotidiano. Essa propriedade estabelece que raios incidentes paralelos ao eixo central da parábola são refletidos para o seu foco. A Figura 2 ilustra essa propriedade mostrando alguns raios que incidem em uma parábola, paralelos ao seu eixo focal, e são refletidos para o seu foco F .

Figura 2: Propriedade refletora da parábola



Fonte: Acervo da Pesquisa (2022)

Este objeto contém instruções que permitem mostrar e esconder os pontos C e B , que indicam, respectivamente, o ponto de interseção do eixo focal com a reta diretriz e o ponto médio do segmento que une o foco e o vértice da parábola, apresentando um controle deslizante que possibilita aumentar ou diminuir a quantidade de raios alterando-se o valor de n e um controle que conta o tempo de exibição dos raios, modificando-se o valor de t .

Após a realização da atividade com esse objeto de aprendizagem, os professores participantes fizeram suas enunciações dadas no Quadro 2, para a Atividade: Considere aspectos relacionados a conceitos da matemática, contribuições para visualização e manipulação do objeto, além de discussão da propriedade refletora da parábola.

Quadro 2: Discutindo a propriedade refletora da parábola

Participantes	Enunciação - Fragmentos da Narrativa
P1	<i>Acredito que eu incluiria no OA [objeto de aprendizagem] 2 a razão entre FP e PA também, para ficar bem nítido que [para] essa cônica (parábola) tem excentricidade 1.</i>
P2	<i>Essas cônicas no dia a dia.</i>
P4	<i>É possível relacionar com as telecomunicações e transmissões via satélite, em projetos integrados de geografia e física.</i>
P5	<i>Estabelecer relação entre as diferentes formas algébricas e geométricas de representar a parábola.</i>
P6	<i>Uso dos conceitos de matemática.</i>
P8	<i>Facilita a compreensão dos conceitos relacionados ao tema.</i>
P12	<i>Apesar de ser um objeto mais "complexo", pensando nos conteúdos que são abordados no ensino fundamental e médio, esse objeto é um excelente complemento para ser utilizado quando o professor diz "a parábola é simétrica", pois é possível observar na animação que os pontos são iguais, pelo fato da simetria.</i>

Fonte: Acervo da Pesquisa (2022)

Neste recorte, as narrativas de P6 e P8 se referem, de modo genérico, a conceitos acerca do tema observados no objeto, sendo que o primeiro se refere a conceitos da Matemática e o segundo a conceitos que podem ser da parábola e suas relações com aplicações da propriedade refletora dessa cônica. O professor P1 menciona a propriedade da excentricidade da parábola, sustentando a necessidade de ajustes no objeto para destacá-la. Já o professor P5 destaca as representações algébrica e geométrica da parábola, que pode ser um ponto positivo para o estudo, facilitado pelo uso das tecnologias digitais. O professor P12 comenta sobre a propriedade de simetria da parábola com relação ao seu eixo central, que pode ser facilmente visualizada na manipulação do objeto, via comando animação.

Os professores P2 e P4 manifestaram, em suas narrativas, outros aspectos que podem ser considerados a partir da propriedade refletora da parábola, tais como aplicações no cotidiano. Para tanto P4 descreve telecomunicações e transmissões via satélite que ocorre na relação com antenas parabólicas e sugere a exploração desse tema via realização de projetos integrados no contexto educacional com outras áreas do conhecimento, relacionando as questões de aplicabilidade no cotidiano.

Após a utilização de tais objetos de aprendizagem, os participantes ainda fizeram observações sobre se usariam ou não esses objetos nas aulas de Matemática, bem como elencaram possibilidades e potencialidades do GeoGebra para o estudo da parábola, como ilustra o Quadro 3.

Quadro 3: Os objetos de aprendizagem nas aulas de matemática: possibilidades e potencialidades

Participantes	Enunciação - Fragmentos da Narrativa
P1	<i>Esse objeto de aprendizagem poderia ser explorado interdisciplinarmente com o(a) professor(a) de Física, para trabalhar óptica, espelhos, reflexão. Mas também pensei em uma atividade interdisciplinar com Arte, explorando a String art, técnica artesanal que utiliza linhas e pregos para criar diferentes imagens.</i>
P4	<i>É possível utilizar em projetos integrados com Matemática, Geografia e Física.</i>
P5	<i>O objeto possibilita discussão e compreensão de fenômenos físicos e suas propriedades, bem como a representação matemática (algébrica e geométrica) do objeto.</i>
P6	<i>Utilizar para explicar os espelhos côncavos e convexos nos carros.</i>
P9	<i>Acredito que a possibilidade de alterar os valores ou posições dos objetos matemáticos na representação da parábola podem favorecer o entendimento.</i>
P10	<i>Esse objeto é dinâmico como todos os outros e, também, pode ser utilizado para o ramo da ótica em física, que estuda a incidência de raios em espelhos, no solo...</i>
P11	<i>Questões relacionadas à reta diretriz, foco, rotação e translação podem ser exploradas, além, claro, da propriedade reflexiva que justifica as inúmeras aplicações.</i>
P12	<i>Como mencionado anteriormente, uma das potencialidades desse objeto é a demonstração da propriedade que cita que as parábolas são reflexivas. Esse instrumento é excelente para essa demonstração e outra possibilidade é articular esse objeto com aplicações no dia a dia, como os faróis de carros.</i>

Fonte: Acervo da Pesquisa (2022)

As narrativas descritas no Quadro 3 contemplam aspectos mais gerais, que podem ser promovidos e enriquecidos na prática pedagógica, aproximando-se de outras áreas, como a Física, na discussão de questões da ótica, aplicações das propriedades refletoras da parábola ao cotidiano, como a sua importância para o funcionamento dos faróis dos automóveis e possíveis projetos escolares integrados, principalmente, considerando a Matemática e a Física. Assim, passamos à análise dos dados, conforme as categorias que emergiram desses dados e as propostas apresentadas:

(1) Manifestações criativas relacionadas aos conceitos matemáticos da representação gráfica da parábola.

As narrativas matemáticas manifestadas, pelos participantes, nos três quadros de dados, em sua maioria, focaram na definição da parábola, como o conjunto de pontos do plano que equidistam de um ponto dado e de uma reta dada e, assim, possui excentricidade de valor 1. Há menções sobre a representação gráfica da parábola e a propriedade de simetria com relação ao seu eixo central, considerado este um modo criativo de considerar o gráfico em relação às demais respostas. Também aparece uma narrativa que considera a parábola como o lugar

geométrico dos pontos que satisfazem uma determinada propriedade, contemplando o conceito de parábola e sua representação gráfica como lugar geométrico no plano. Essas manifestações se aproximam das concepções sobre criatividade em Matemática, explicitadas por Gontijo (2007), no que diz respeito às habilidades de fluência, flexibilidade e originalidade.

Outro aspecto válido considerado pelo P11, descrito no Quadro 3, aborda *Questões relacionadas à reta diretriz, foco, rotação e translação*. Esse participante efetuou uma observação mais completa das relações estabelecidas entre a representação dinâmica que se apresentou no objeto, descrevendo, na sua narrativa, aspectos fundamentais para a construção do conceito de parábola via representação gráfica, que ficou em destaque no objeto, como a reta diretriz, o foco, a rotação e a translação.

Há, também, menção à propriedade reflexiva da parábola, que justifica os raios paralelos em relação ao eixo focal da parábola (dados na cor azul na Figura 2) incidentes em pontos da parábola e refletidos pelos vetores (ilustrados na cor vermelha na Figura 2), todos sob um mesmo ângulo, na direção do foco da parábola. Assim, os professores observaram os objetos, todos com o formato de parábolas ou paraboloides, produzindo aplicações que podem ser exploradas em outros projetos que relacionem aspectos físicos e matemáticos, como destacam Rosa e Dantas (2020) acerca da possibilidade de diversos caminhos que levem além daquilo que já é conhecido.

(2) Contribuições das narrativas a respeito do objeto, para visualização, manipulação e discussão da propriedade refletora da parábola.

Para esta categoria de análise, focamos, prioritariamente, nas narrativas explicitadas nos Quadros 2 e 3. Nelas os professores discorrem acerca de aplicações da parábola no cotidiano, na relação da Matemática com outras áreas do conhecimento e na possibilidade do desenvolvimento de projetos integrados, além da menção a conceitos da área da Física, por exemplo. No caso de aplicações no cotidiano, podemos considerar o caso das luzes dos carros cujos faróis são em formato parabólico e dos espelhos dos dentistas, pois se utilizam do mesmo princípio da propriedade refletora da parábola. Gontijo (2007) relaciona esses aspectos à capacidade de apresentar possibilidades de solução para uma situação-problema, de modo a focalizarem pontos distintos do problema e/ou formas diferenciadas de solucioná-lo. Nesse sentido, os professores observaram outras aplicações e relações que podem se estabelecer a partir da análise gráfica dos objetos propostos no GeoGebra.

Quando os professores citam, por exemplo, a interdisciplinaridade da Matemática com outras áreas do conhecimento (como ilustra o Quadro 3), entendemos que estão se referindo a conceitos e ideias comuns em duas ou mais áreas distintas do conhecimento. O que está em consonância com Borges e Scheffer (2018, p. 64), acerca da ideia de que objetos de aprendizagem utilizados para o ensino podem permitir “a contextualização, no sentido de estabelecer relações entre os conteúdos, suas aplicações práticas e a inter-relação com várias disciplinas”. Além disso, a interdisciplinaridade também pode ser abordada, no contexto educacional, por meio de projetos integrados com diferentes áreas do conhecimento, conforme narrativas manifestadas pelos participantes (Quadros 2 e 3). Vislumbramos, assim, a possibilidade de os professores proporem a criação de ambientes que possam despertar o interesse, a motivação e/ou a paixão dos estudantes para desenvolver projetos colaborativos, com aplicações da Matemática, no intento de contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem criativa dos temas em estudo, conforme proposto por Resnick (2020).

5 Considerações Finais

Este trabalho apresenta uma contribuição, que foi refletida com professores, a respeito

de objetos de aprendizagem com tecnologias digitais, mais especificamente com o software GeoGebra. Consideramos a questão de pesquisa “Que perspectivas de criatividade se manifestam nas narrativas dos professores participantes de um estudo exploratório sobre o tema parábolas, realizado com objetos de aprendizagem construídos no GeoGebra?”. Buscamos investigar a criatividade trazida em narrativas ocorridas na discussão de significados matemáticos, a partir da interação com objetos de aprendizagem construídos no GeoGebra para explorar o tema parábola. O estudo de caráter qualitativo teve por processo de coleta de dados a descrição de narrativas manifestadas pelos professores participantes da discussão de dois objetos de aprendizagem tematizando a exploração da parábola.

A descrição e a análise dos dados empíricos ocorreram por meio da discussão das narrativas dos participantes, validadas por Scheffer (2003) e Scheffer *et al.* (2008), referentes às narrativas matemáticas como formas de representação impregnadas de linguagens, pelas quais os sujeitos externaram seu entendimento, nos levando a observar que os professores conseguiram visualizar as características, conceitos da parábola e suas propriedades a partir dos objetos propostos e, também, vislumbraram propostas criativas de projetos integrando Matemática e Física e atividades para explorar as aplicações cotidianas do estudo das parábolas. Consequentemente, concordamos com Silva, Vertuan e Boscarioli (2021) quando se posicionam em prol do desenvolvimento da criatividade pela relevância dada às práticas docentes e pela experiência de criar possibilitada ao educador.

Neste estudo, apontamos algumas perspectivas de criatividade, como a possibilidade de projetos integrados da Matemática com outras áreas, potencializando atividades criativas como defende Resnick (2020); a efetividade com que as narrativas matemáticas manifestadas pelos professores permitiram tornar reais as suas concepções de criatividade, tais como as propostas por Gontijo (2007), como fluência, flexibilidade e originalidade ; e, para concluir, mencionamos a criatividade suscitada a partir da relação com objetos de aprendizagem no meio digital, demonstrando possibilidades “além daquilo que já é conhecido”, conforme preconizam Rosa e Dantas (2020, p. 9).

Agradecimentos

A pesquisa apresentada neste artigo teve apoio financeiro da UFFS por meio de projeto de pesquisa. Esta pesquisa também foi oportunizada pela parceria com o Programa Formação2 da SBEM, conforme já mencionado. Agradecemos ao Prof. Dr. Vitor José Petry e à Prof.^a Sandy Maria Gaio, que contribuíram na construção dos objetos de aprendizagem utilizados neste artigo.

Referências

- Almeida, M. E. B. & Valente, J. A. (2012). Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. *Currículo sem fronteiras*, 12(3), 57-82.
- Audino, D. F. & Nascimento, R. S. (2010). Objetos de aprendizagem - diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada à educação. *Revista Contemporânea de Educação*, 10(5), 128-148.
- Bailin, S. (1993). Epilogue: Problems in Conceptualizing Good Thinking. *American Behavioral Scientist*, (37)1, 156-164.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70.
- Binotto, R. R.; Petry, V. J. & Gaio, S. M. (2022). Estudo de Possibilidades do Uso de Objetos Virtuais de Aprendizagem no Ensino de Cônicas por meio de um Exercício de Imaginação

- Pedagógica. *Ensino da Matemática em Debate*, 9, 108-129.
- Borba, M. C. & Araújo, J. L. (Org.). (2019). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. (6. ed.). Belo Horizonte, MG: Autêntica.
- Borges, P. A. P. & Scheffer, N. F. (2018). Contribuições de Objetos Virtuais para a Aprendizagem de Conceitos de Geometria. In: N. F. Scheffer; E. Comachio & D. Cenci. (Org.). *Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação Matemática: articulação entre pesquisas, objetos de aprendizagem e representações*. (pp. 63-77). Curitiba, PR: CRV.
- Chizzotti, A. (2006). *Pesquisa qualitativa em Ciências Humanas e Sociais*. (3. ed.). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Tradução de M. Lopes. (3. ed.). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6. ed.). São Paulo, SP: Atlas.
- Gontijo, C. H. (2007). *Relações entre criatividade, criatividade em matemática e motivação em matemática de alunos do ensino médio*. [Tese de Doutorado em Psicologia - Instituto de Psicologia]. Brasília: Universidade de Brasília.
- Gontijo, C. H.; Carvalho, A. T.; Fonseca, M. G. & Farias, M. P. (2019). *Criatividade em matemática: conceitos, metodologias e avaliação*. Brasília, DF: Editora da UnB.
- Guarda, S. M. & Petry, V. J. (2020). Uso de Objetos Virtuais de Aprendizagem Visando a Compreensão e a Representação de Elementos da Geometria Analítica. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 33(1), 707-717.
- Kalinke, M. A. & Motta, M. S. (Org.). (2019). *Objetos de Aprendizagem: pesquisas e possibilidades na Educação Matemática*. São Paulo, SP: Life Editora.
- Kay, R. H. & Knaack, L. (2007). Evaluating the learning in learning objects. *Open Learning: The Journal of Open and Distance Education*, 22 (1), 5-28.
- Kleemann, R. & Petry, V. J. (2020). Desenvolvimento de um Exercício de Imaginação Pedagógica a partir de uma Proposta Metodológica Interdisciplinar. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(3), 232-251.
- Kenski, V. M. (2012). *Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação*. (8. ed.). Campinas, SP: Papirus, 2012.
- Libâneo, J. C. (2011). *Adeus professor, adeus professora?: novas exigências educacionais profissão docente*. São Paulo, SP: Cortez.
- Lakatos, E. M. & Marconi, M. A. (2010). *Fundamentos de metodologia científica*. (7. ed.). São Paulo, SP: Atlas.
- Minayo, M. C. (2002) (Org.). *Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade*. (21. ed.). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Nóvoa, A. & Alvim, Y. C. (2021). Os professores depois da Pandemia. *Educação & Sociedade*, 42, 1-16.
- Oliveira, E. B. P. & Alencar, E. L. M. S. (2008). A Criatividade Faz a Diferença na Escola: o professor e o ambiente criativos. *Contrapontos*, 8 (2), 295-306.
- Pimentel, F. S. C. (2019). As narrativas digitais como possibilidade de aprendizagem personalizada numa disciplina gamificada. *EM TEIA – Revista de Educação Matemática e*



Tecnológica Iberoamericana, 10(1), 1-13.

- Rosa, M. & Dantas, D. M. (2020). Criatividade Tecnológica: um estudo sobre a construção de Atividades Matemáticas-com-Tecnologias-Digitais por professores/as em Cyberformação. *Zetetiké*, 28, 1-21.
- Resnick, M. (2020). *Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos*. Porto Alegre, RS: Penso Editora.
- Scheffer, N. F. (2023). Study of graphs mediated by learning object: a discussion based on initial teacher training. *RIPEM - Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, 13(3), 1-15.
- Scheffer, N. F.; Pasa, B. C. (2022). (Org). *Educação Básica, Educação Matemática e Objetos de Aprendizagem*. Curitiba, PR: CRV.
- Scheffer N. F. (2020). Objetos de aprendizagem na pós-graduação: uma discussão a respeito de significados matemáticos. *Revista Perspectiva*, 44(167), 71-81.
- Scheffer, N. F.; Comachio, E.; Cenci, D. & Heineck, A. E. (2018). Uma interação com Objetos Virtuais de aprendizagem na discussão de conceitos geométricos. In: N. F. Scheffer; E. Comachio & D. Cenci (Org.). *Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação Matemática: articulação entre pesquisas, objetos de aprendizagem e representações*. (pp. 63-77). Curitiba, PR: CRV.
- Scheffer, N. F.; Pedroso, C. A.; Bressan, J. Z.; Bittarello, M. L.; Sachet R. & Corrêa, R. M. (2008). *Matemática e Tecnologias: possibilidades práticas e narrativas matemáticas*. Erechim, RS: EdiFapes.
- Scheffer, N. F. (2003). As narrativas matemáticas e o estudo da representação gráfica de movimentos corporais realizados com o auxílio de tecnologias. *Perspectiva*, 27, p. 53-64.
- Silva, P. G. N.; Vertuan, R. E.; Boscarioli, C. (2021). Tecnologias digitais, criatividade e formação de professores: reflexões a partir das publicações do VII SIPEM. In: *Anais do VIII Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática* (p. 1306-1320). Uberlândia, MG.
- Silva, D. B; Silva, P. & Guedes, M. G. (2014). Objetos de Aprendizagem como recurso pedagógico no ensino da Biblioteconomia no Brasil: um olhar sobre o LTi. *Biblioteca*, 10(2), 108-122.
- Spinelli, W. (n. d.). Os objetos virtuais de aprendizagem: ação, criação e conhecimento. *Aprendizagem Matemática em Contextos Significativos: Objetos Virtuais de aprendizagem e Percursos Temáticos*. São Paulo, SP: Faculdade de Educação da USP.
- Sternberg, R. J. (2008). *Psicologia Cognitiva*. (4. ed.). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Valente, J. A. (2013). As tecnologias e as verdadeiras inovações na educação. In: M. E. B. Almeida; P. Dias & B. D. Silva. (Org.). *Cenários de inovação para educação na sociedade digital*. (pp. 35-46). São Paulo, SP: Edições Loyola.