



PUBLICAÇÕES REALIZADAS NO EPREM QUE ABORDAM A GEOMETRIA DOS FRACTAIS

Ana Eliza Pescini
Instituto Federal Catarinense - IFC
anaelizap97@gmail.com

Guilherme Oliveira Santos
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
prof.guilherme.o.s@gmail.com

Luan Padilha
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
padilha.luan16@gmail.com

Raine Cristina de Oliveira Martins
Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR
raineoliveira31@gmail.com

Mariana Moran
Universidade Estadual de Maringá - UEM
marianamorambar@gmail.com

Resumo: Este trabalho teve origem no Grupo de Pesquisa de Ensino de Geometria (GPEG) com o objetivo de situar como é apresentado e discutido o tema Geometria dos Fractais em trabalhos do Encontro Paranaense de Educação Matemática (EPREM). O EPREM é o maior evento da comunidade de Educação Matemática paranaense e busca promover o desenvolvimento desse campo de conhecimento científico mediante pesquisas e estudos acadêmicos. O interesse por esse tema ocorre em razão da inserção do tópico de Geometrias Não Euclidianas nos documentos norteadores da Educação Básica do Estado do Paraná. Para tanto, realizou-se um levantamento de produções publicadas em anais do EPREM relacionadas à temática da Geometria dos Fractais buscando identificar pesquisas que têm sido feitas a respeito desse objeto matemático, seus objetivos, formas de abordagem do tema, entre outros aspectos. Foram encontrados ao todo 13 trabalhos dentre as edições que tivemos acesso aos anais. Em sua maioria, os trabalhos abordam os objetos fractais com materiais manipuláveis e/ou softwares, demonstrando certa recorrência nas escolhas dos objetos que se centralizam nos fractais de Koch, Sierpinski e Dürer.

Palavras-chave: Educação Matemática. Geometria Não-Euclidiana. Fractal. EPREM.

INTRODUÇÃO

O Grupo de Pesquisa em Ensino de Geometria (GPEG) tem como foco central o estudo dos aspectos didáticos do ensino da Geometria. Nesse sentido, são estudados elementos da Didática da Matemática (Teoria dos Registros de Representação Semiótica, Teoria Antropológica do Didático, entre outras) que contribuem como construtos para o ensino da Geometria. Com relação à Geometria, tem-se como objetivo investigar, com o auxílio de metodologias desenvolvidas nas pesquisas em Educação Matemática, o ensino e a aprendizagem das Geometrias, nos diversos níveis de ensino.

Ao pensarmos na Geometria e na forma como é abordada em sala de aula, comumente buscamos relacioná-la a objetos naturais e artificiais presentes em nosso cotidiano. Porém, observando de forma precisa, os objetos naturais não são constituídos de linhas retas e formas perfeitas como são apresentados na Geometria Euclidiana. Há então a necessidade de outras Geometrias que possam expressar essas formas com suas irregularidades, mesmo que de modo aproximado.

Nesse sentido, o GPEG desenvolve pesquisas que abordam a Geometria dos Fractais em âmbito coletivo e individual de seus membros, na busca de explorar essa Geometria. Além de ser objeto de pesquisa do GPEG, os Fractais foram inseridos no currículo da Educação Básica do Estado do Paraná pelas Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná (DCE) (PARANÁ, 2008) e continuam presentes no Currículo da Rede Estadual Paranaense (CREP) (PARANÁ, 2021).

Assim, de forma a compreender o que é produzido a nível estadual com relação a esse tema, realizamos um levantamento dos trabalhos que foram apresentados ao longo das edições do Encontro Paranaense de Educação Matemática (EPREM) nas diferentes modalidades que o evento apresenta (monografia, minicurso, oficina, comunicação científica e relato de experiência). Nas próximas seções, apresentaremos um pouco do que é a Geometria dos Fractais, descreveremos como foi o processo de levantamento dos trabalhos, discorreremos sobre eles e sobre as nossas conclusões acerca do que foi encontrado.

SOBRE A GEOMETRIA DOS FRACTAIS

Em relação à Geometria dos Fractais, o matemático polonês Benoit Mandelbrot foi o iniciador do estudo dos objetos geométricos chamados fractais. Essas entidades geométricas

possuem algumas propriedades particulares, e entre elas destacam-se a autossimilaridade, a complexidade infinita e a dimensão fracionária (BARBOSA, 2005). Mandelbrot denominou esses objetos de fractais baseando-se na palavra *fractus*, adjetivo do latim, do verbo frangere, que corresponde a quebrar, fragmentar.

Essa Geometria Não Euclidiana se relaciona a uma ciência chamada *Caos*. As estruturas fragmentadas, belas e complexas, fornecem uma ordem ao Caos, buscando padrões dentro de um sistema aparentemente aleatório (BARBOSA, 2005). Tanto a Geometria dos Fractais quanto a ciência do Caos se desenvolveram pelo aprimoramento das técnicas computacionais. De acordo com Barbosa (2005), na natureza existem formas irregulares, e tentar simplificá-las usando formas da Geometria Euclidiana é considerado inadequado. Nesse sentido, a Geometria dos Fractais pode oferecer aproximações para essas formas.

Um fractal possui suas partes semelhantes ao conjunto como um todo, de forma exata ou aproximada, e isso é chamado de autossimilaridade (BARBOSA, 2005). A autossimilaridade exata é possível de ser representada através de instrumentos de desenho, como o lápis, o compasso, a régua e o esquadro, ou por softwares de geometria dinâmica. A seguir, apresentamos como exemplo o fractal Triângulo de Sierpinski construído no software GeoGebra até a sua quarta etapa.

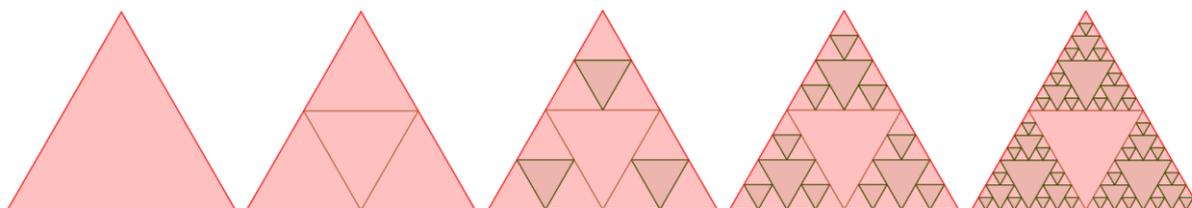


Figura 1 – Triângulo de Sierpinski na Etapa 4
Fonte: os autores

Em relação à noção de autossimilaridade aproximada, em que os padrões não se repetem com exatidão, podemos observar esses aspectos em elementos presentes na natureza, como nos brócolis e na samambaia, por exemplo.

Outra característica do fractal é a complexidade infinita, expressada através do processo gerador dos fractais, podendo ser recursivo ou iterativo (BARBOSA, 2005). Em um fractal, podemos realizar um número infinito de iterações e nunca obteremos a imagem final desse fractal. O fractal será a figura limite do seu processo gerador, e vale ressaltar que esses objetos geométricos não perdem sua definição formal enquanto são ampliados, mantendo a estrutura idêntica à original.

Já a dimensão de um fractal não é necessariamente um número inteiro. Ela representa o grau de ocupação do fractal no espaço e está ligada ao grau de irregularidade ou fragmentação (BARBOSA, 2005).

Com o interesse em nos aprofundar nos estudos dos fractais, realizamos uma busca em anais do EPREM de modo a apresentar trabalhos que abordam esta temática. A seguir descreveremos sobre esses trabalhos.

A GEOMETRIA DOS FRACTAIS NOS ANAIS DO EPREM

Para o desenvolvimento deste trabalho, conforme a natureza do nosso problema de pesquisa, escolhemos como método o levantamento bibliográfico. Realizamos uma busca nos anais do EPREM com o objetivo de investigar como é apresentado e discutido o tema Geometria dos Fractais.

Para a coleta das informações, acessamos a página do EPREM no site da Sociedade Brasileira de Educação Matemática — Regional Paraná¹. Cabe destacar que conseguimos acesso aos cadernos de resumos dos anos de 1999 e 2000 de forma impressa, e os anais dos anos de 2002, 2011, 2014, 2015, 2017 e 2019 através da versão digital, sendo nosso critério de busca a utilização, em qualquer parte do texto, dos seguintes termos: *Geometria Não-Euclidiana*; *Geometria dos Fractais*; *Geometria Fractal*; *Fractais*; e *Fractal*.

A data de acesso aos anais foi 29 de julho de 2022 e foram encontradas 13 produções, sendo 5 comunicações científicas, 4 minicursos, 1 oficina, 2 relatos de experiência e 1 resumo. Elaboramos o Quadro 1 com o intuito de apresentar o panorama das produções encontradas, estruturado por título, tipo de documento, ano do evento e autores. Esse quadro foi organizado em ordem crescente a partir do ano de publicação do trabalho.

Título	Tipo de documento	Ano do evento	Autores
Fractais nos ensinamentos fundamental, médio e superior	Minicurso (Resumo)	2000	SOUZA, L. G. S.
A essência dos fractais	Monografia (Resumo)	2000	SANTOS, G. M.;
Oficina de fractais	Oficina (Resumo)	2000	SANTOS, G. M.;

¹ Disponível em: <http://sbemparana.com.br/site/eprem.php>

			MAZZEI, M. L.
Elaboração de um caderno de atividades para a Educação Básica sobre Geometrias Não-Euclidianas	Comunicação científica	2011	SILVA, K. B. R.
A implementação das diretrizes curriculares da educação do estado do Paraná e o conteúdo de geometrias não euclidianas: versões de uma mesma história	Comunicação científica	2014a	BAGIO, V. A.; ROLKOUSKI, E.
Reflexões sobre o ensino da Geometria Fractal por meio do GeoGebra e de materiais manipuláveis	Comunicação científica	2014	LOVIS, K. A.; FRANCO, V. S.; LIMA, V. M.
Geometria Fractal: uma abordagem diversificada para a sala de aula	Minicurso	2014	RUDEK, B.; TARTARE, P. L.; GAVANSKI, D.
Geometrias não euclidianas: impressões de estudantes em um primeiro contato	Relato de experiência	2014b	BAGIO, V. A.; ROLKOUSKI, E.
O ensino de fractais no Ensino Fundamental I: um estudo nos documentos oficiais do Paraná	Comunicação científica	2017	SILVA, F. H.; SIMADA, F. K. S.; LUCCAS, S.
O fractal Hexagonal tipo Dürer: possibilidades de exploração de conteúdos matemático	Comunicação científica	2017	PAIXÃO, F. C.; BARROSO, M. M.

conforme a opinião de professores da rede básica de ensino			
Noções sobre algumas geometrias não euclidianas	Minicurso	2017	FRANCO, S. F
O fractal Hexágono de Dürer: uma possibilidade de exploração com materiais manipuláveis	Minicurso	2019	ZANATTA, L. F.; MACEDO, K. S.; SEISCENTOS, R. L. C.; MORAN, M.; REZENDE, V.
Uma experiência com a Geometria Fractal no estágio supervisionado	Relato de experiência	2019	ROCHA, F. B. S.; MAGALHÃES, G. G.; PIRES, M. N. M.

Quadro 1 – Relação de produções sobre Geometria dos Fractais
Fonte: os autores

Entre os 13 trabalhos encontrados nesta pesquisa, 3 produções foram apresentadas no EPREM no ano de 2000, sendo 1 minicurso, 1 oficina e 1 resumo (monografia). Com relação a essas produções, tivemos acesso somente ao resumo de cada uma delas, compilado no caderno de resumos produzido nesta edição do evento. A respeito do minicurso de Souza (2000) e da oficina de Santos e Mazzei (2000), observamos que ambos realizaram uma abordagem semelhante com relação à Geometria Fractal, os quais apresentaram além da beleza dos fractais, a possibilidade de desenvolver, através de atividades, conteúdos em nível de ensino médio e ensino superior, pensando em um viés que trata as seguintes temáticas: sequências aritméticas e geométricas, séries, perímetro, áreas de figuras planas e limites, por meio de construções e explorações do Triângulo de Sierpinski. Assim como, uma abordagem voltada ao ensino fundamental, sendo ela trabalhada partindo dos conceitos de autossimilaridade, perímetro infinito e área infinita.

No tocante a monografia de Santos (2000), esta teve por objetivo abordar as principais características dos fractais por meio de atividades que permeiam a tendência de Resolução de Problemas, executadas mediante a forma de jogos, voltadas a nível do ensino fundamental e ensino médio. Além da abordagem fractal ser um dos pilares deste trabalho, os autores buscaram também apontar a importância do aspecto lúdico ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem em Educação Matemática.

Nas edições do EPREM ocorridas entre 2001 e 2010, nossas pesquisas não resultaram trabalhos envolvendo Fractais ou não tivemos acesso aos anais desses anos. Com relação às produções do ano de 2011, obtivemos como resultado uma comunicação científica de Silva (2011) que trata de um recorte de um trabalho já finalizado. Um dos objetivos do trabalho completo era a elaboração de um caderno de atividades envolvendo Geometrias Não Euclidianas. Somos apresentados então nesse recorte a algumas dessas atividades. As atividades utilizam diferentes recursos e têm caráter investigativo, buscando promover discussões para a construção dos conceitos desejados.

Na edição de 2014, nossa busca encontrou 4 produções: 2 comunicações científicas, 1 minicurso e 1 relato de experiência. A primeira comunicação científica de Lovis *et al.* (2014) aborda um trabalho produzido a partir da aplicação de um curso com 25 professores da Educação Básica. Organizado em três dias, foram desenvolvidas atividades relativas à construção de Fractais utilizando o GeoGebra e materiais manipuláveis, como papel, E.V.A. e malhas diversas. O trabalho apresenta os objetos matemáticos e as explorações que foram feitas em cada um dos dias de curso, bem como apresenta obstáculos e impressões dos professores que participaram do curso.

A segunda comunicação científica de Bagio e Rolkouski (2014a) teve como objetivo resgatar o processo de formação continuada de professores no Estado do Paraná entre os anos 2005 e 2010 verificando a presença ou não da implantação do conteúdo Geometria dos Fractais, sob a visão dos formadores que estavam vinculados à SEED – PR – Secretaria de Estado da Educação do Paraná.

O minicurso de Rudek, Tartare e Gavanski (2014), teve por objetivo realizar atividades de forma a construir alguns fractais, são eles: Triângulo de Sierpinski no formato de um cartão de cartolina, Triângulo de Sierpinski e floco de neve de Koch utilizando o software GeoGebra. O minicurso também faz um breve resgate de Geometria do seu início até a constituição da Geometria dos Fractais.

O relato de experiência de Bagio e Rolkouski (2014) descreve as impressões de estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática em seu primeiro contato com Geometrias não-euclidianas. Mediante a uma oficina, foram apresentados os assuntos destas Geometrias com o auxílio de softwares computacionais em que foram tratadas com maior enfoque às Geometrias Hiperbólica e Esférica.

Com relação à edição de 2017, encontramos 2 comunicações científicas e 1 minicurso. A comunicação científica de Silva, Simada e Luccas (2017) teve como objetivo investigar como os documentos oficiais orientam a inserção da Geometria Não Euclidiana, mais especificamente

o estudo dos Fractais na Educação Básica. Os documentos analisados na pesquisa foram: DCE, Ensino Fundamental de nove anos orientações pedagógicas para os anos iniciais, e Parâmetros Curriculares Nacionais. Os autores destacam que o ensino da Geometria Fractal não é sugerido no Ensino Fundamental I, somente no Ensino Fundamental II e Ensino Médio.

No que se refere a comunicação científica de Paixão e Barroso (2017), na forma de relato de experiência, esta apresenta conteúdos matemáticos indicados nas DCE, os quais professores da Educação Básica consideram possíveis de trabalhar com a construção do fractal Hexagonal do tipo Dürer no GeoGebra. Para isso, foi realizado um minicurso com 14 professores membros do Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE) do Paraná. Como resultado das análises, as autoras identificaram os conteúdos de Álgebra, Funções, Geometria, Grandezas e Medidas, e Números podem ser trabalhados durante e após a construção do fractal Hexagonal do tipo Dürer no software GeoGebra.

Acerca do minicurso de Franco (2017), este aborda noções das Geometrias Não Euclidianas discutindo possibilidades de ensino de cada uma delas. Para isso, o autor trata das ideias de ver, representar e visualizar objetos e resultados da Matemática. Nesse sentido, são debatidas brevemente a Topologia e as Geometrias Projetiva, Fractal, Hiperbólica e Esférica com o intuito de motivar o estudo e ensino delas.

O trabalho desenvolvido por Rocha, Magalhães e Pires (2019) apresenta um relato sobre o envolvimento de alunos e discussões emergentes de uma tarefa desenvolvida em uma oficina na perspectiva da Investigação Matemática. A oficina teve como tema Geometria Fractal e foi realizada com alunos do 1º do Ensino Médio de uma escola de Londrina, no Paraná. Tal oficina foi implementada no contexto do estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Londrina. Como justificativa do tema escolhido, os autores apontam a inserção da Geometria Fractal nos documentos normativos a nível estadual, como DCE e o Caderno de Expectativas de Aprendizagem da disciplina de Matemática para o Ensino Médio.

Em relação ao minicurso da edição de 2019, os autores propõem a exploração do fractal Hexágono de Dürer, através de materiais manipuláveis. O foco da atividade é a exploração de conceitos da geometria, álgebra e números. Zanatta *et al.* (2019) apontam que os elementos abordados no minicurso fazem referência a conteúdos do 9º ano, segundo as DCE e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso intuito com esse trabalho foi o de situar o grupo de pesquisa em como é apresentado e discutido o tema Geometria dos Fractais em trabalhos do EPREM. Ao realizar a pesquisa nos anais dos eventos, pudemos concluir que a temática está presente nos trabalhos do evento, em sua maioria trazendo atividades relacionadas ao assunto dos fractais atividades abordam construções com materiais manipuláveis, como cartolinas e E.V.A, representando determinado fractal, ou utilizando softwares que permitem a construção desses objetos.

Com relação aos trabalhos que exploraram objetos fractais por intermédio de softwares, o nosso levantamento nos permitiu observar que as pesquisas encontradas utilizaram exclusivamente o uso do software GeoGebra, percebendo que a exploração de outros softwares matemáticos no estudo e investigação da Geometria Fractal é nulo, o que evidencia a carência de novas maneiras de abordar esta Geometria, como um opção para estas construções temos o Scratch um software gratuito que utiliza a programação em blocos e uma linguagem de programação dedutiva e por este motivo considerada mais simples de ser utilizada em sala de aula.

Com relação aos objetos fractais que são abordados, observamos certa recorrência dos que são investigados os objetos fractais relacionados a Koch, Sierpinski e Dürer. Nesse sentido, observamos a falta de exploração de outros fractais que ao serem abordados, podem abrir espaço para discutir outras ideias matemáticas que possuem relação com os fractais.

Dentre os trabalhos encontrados, também notamos uma semelhança presente na autoria das pesquisas, sendo que um mesmo autor, ou um grupo de autores, apresentam mais de um trabalho apresentado nas edições do EPREM, nos levando a concluir que a comunidade que pesquisa sobre a temática fractais pertence a um grupo de pesquisadores ainda restritos. Dessa forma, entendemos que se faz necessário ampliar as discussões e estudos sobre essa temática, tendo assim novos olhares e contribuições. Assim, temos a possibilidades de explorar novas relações entre os fractais e outros objetos matemáticos.

Uma possibilidade levantada com relação a esse grupo restrito de pesquisadores da temática, é devido à falta de conhecimento dessa geometria, bem como a necessidade de explorar mais esse objeto seja no ensino básico, quanto nos cursos de graduação. Apesar de documentos norteadores da educação já abordarem a Geometria dos Fractais (DCE e CREP como destacamos anteriormente), ao longo da leitura dos trabalhos pudemos identificar que tanto professores da rede básica de educação quanto alunos da graduação, têm dificuldades e falta de familiaridade com a temática.

Dessa forma, entendemos com esse trabalho que a pesquisa relativa à Geometria dos Fractais se faz pertinente ao passo que existem relações, conceitos, abordagens e possibilidades

que ainda não foram exploradas. Entendemos também que se faz necessário que essas pesquisas alcancem professores e futuros professores para que, conhecendo sobre o tema, possam explorar essas ideias com seus alunos, incentivando-os a dar sequência nas pesquisas existentes.

REFERÊNCIAS

BAGIO, V. A.; ROLKOUSKI, E. A implementação das diretrizes curriculares da educação do estado do Paraná e o conteúdo de geometrias não euclidianas: versões de uma mesma história. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 12, 2014. **Anais [...]**. Campo Mourão: EPREM, 2014a. Disponível em: <http://sbemparana.com.br/arquivos/anais/epremxii/index.htm>. Acesso em: 29 jul. 2022.

BAGIO, V. A.; ROLKOUSKI, E. Geometrias não euclidianas: impressões de estudantes em um primeiro contato. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 12, 2014b. **Anais [...]**. Campo Mourão: EPREM, 2014b. Disponível em: <http://sbemparana.com.br/arquivos/anais/epremxii/index.htm>. Acesso em: 29 jul. 2022.

BARBOSA, R. M. **Descobrimo a Geometria Fractal**: para a sala de aula. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2005, 160p.

FRANCO, S. F. Noções sobre algumas geometrias não euclidianas. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 14, 2017. **Anais [...]**. Cascavel: EPREM, 2017. Disponível em: http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XIV_EPREM/schedConf/presentations. Acesso em: 29 jul. 2022.

LOVIS, K. A.; FRANCO, V. S.; LIMA, V. M. Reflexões sobre o ensino da Geometria Fractal por meio do GeoGebra e de materiais manipuláveis. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 12, 2014. **Anais [...]**. Campo Mourão: EPREM, 2014. Disponível em: <http://sbemparana.com.br/arquivos/anais/epremxii/index.htm>. Acesso em: 29 jul. 2022.

PAIXÃO, F. C.; BARROSO, M. M. O fractal Hexagonal tipo Dürer: possibilidades de exploração de conteúdos matemático conforme a opinião de professores da rede básica de ensino. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 14, 2017. **Anais [...]**. Cascavel: EPREM, 2017. Disponível em: http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XIV_EPREM/schedConf/presentations. Acesso em: 29 jul. 2022.

PARANÁ. Secretária de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Matemática**. Curitiba: Secretária de Estado da Educação do Paraná, 2008. 81 p.

PARANÁ. Secretaria de Educação e do Esporte do Estado do Paraná. **Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná**. Curitiba: Sistema Estadual de Ensino do Paraná, 2021. Disponível em: https://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-08/referencial_curricular_novoem_11082021.pdf. Acesso em: 29 jul. 2022.

ROCHA, F. B. S.; MAGALHÃES, G. G.; PIRES, M. N. M. Uma experiência com a

Geometria Fractal no estágio supervisionado. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 15, 2019. **Anais [...]**. Londrina: EPREM, 2019. Disponível em: http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XV_EPREM/schedConf/presentations. Acesso em: 29 jul. 2022.

RUDEK, B.; TARTARE, P. L.; GAVANSKI, D. Geometria Fractal: uma abordagem diversificada para a sala de aula. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 12, 2014. **Anais [...]**. Campo Mourão: EPREM, 2014. Disponível em: <http://sbemparana.com.br/arquivos/anais/epremxii/index.htm>. Acesso em: 29 jul. 2022.

SANTOS, G. M. A essência dos fractais. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 6, 2000. **Resumos [...]**. Londrina: EPREM, 2000.

SANTOS, G. M.; MAZZEI, M. L. Oficina de fractais. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 6, 2000. **Resumos [...]**. Londrina: EPREM, 2000.

SILVA, K. B. R. Elaboração de um caderno de atividades para a Educação Básica sobre Geometrias Não-Euclidianas. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 11, 2011. **Anais [...]**. Apucarana: EPREM, 2011. CD-ROM.

SILVA, F. H.; SIMADA, F. K. S.; LUCCAS, S. O ensino de fractais no Ensino Fundamental I: um estudo nos documentos oficiais do Paraná. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 14, 2017. **Anais [...]**. Cascavel: EPREM, 2017. Disponível em: http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XIV_EPREM/schedConf/presentations. Acesso em: 29 jul. 2022.

SOUZA, L. G. S. Fractais nos ensinos fundamental, médio e superior. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 6, 2000. **Resumos [...]**. Londrina: EPREM, 2000.

ZANATTA, L. F.; MACEDO, K. S.; SEISCENTOS, R. L. C.; MORAN, M.; REZENDE, V. O fractal Hexágono de Dürer: uma possibilidade de exploração com materiais manipuláveis. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 15, 2019. **Anais [...]**. Londrina: EPREM, 2019. Disponível em: http://www.sbemparana.com.br/eventos/index.php/EPREM/XV_EPREM/schedConf/presentations. Acesso em: 29 jul. 2022.