

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO SUL – IFRS
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA**

**A construção do triângulo de Sierpinski no desenvolvimento
do conceito de potências com estudantes de 7º ano**

ANTONIO PIVETTA

BENTO GONÇALVES

NOVEMBRO / 2024

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. OBJETIVOS.....	5
3. JUSTIFICATIVA.....	7
4. REVISÃO TEÓRICA.....	9
5. METODOLOGIA.....	12
6. DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE.....	15
7. REFLEXÕES.....	23
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
9. BIBLIOGRAFIA.....	28
10. ANEXOS.....	30

Nota: "A inteligência artificial foi utilizada como apoio na redação deste trabalho, auxiliando na revisão textual, na organização das ideias e na elaboração de sugestões para o desenvolvimento do conteúdo, garantindo clareza e coesão ao texto final. No entanto, as atividades, narrativas bem como as práticas realizadas são originais do autor, com revisão do trabalho pelo orientador e membros avaliadores"

Resumo

Este estudo propõe e avalia uma abordagem alternativa para a aprendizagem de potenciação de números inteiros, fundamentada na Teoria da Representação Semiótica de Raymond Duval, visando explorar métodos que facilitem a abstração dos conceitos matemáticos pelos alunos. A metodologia proposta combina construções geométricas e o uso de tabelas, utilizando o Triângulo de Sierpinski para ilustrar potências de bases 2 e 3. O objetivo é responder à questão: "Como a representação pictórica e o uso de tabelas podem auxiliar na compreensão do conceito de potências?". A abordagem busca tornar o ensino da potenciação mais dinâmico e conectado à realidade dos estudantes, proporcionando uma compreensão visual e simbólica dos conceitos. Esta estratégia também incorpora elementos de STEAM, integrando arte e matemática, e utiliza heurísticas como a divisão de problemas em partes menores para facilitar o entendimento. A metodologia desenvolvida permitiu uma participação mais ativa do grupo de estudantes envolvido, ajudando a superar barreiras iniciais de compreensão e permitindo um avanço mais natural no entendimento das potências.

Palavras-chave: Potenciação, Sierpinski, fractal, representação semiótica, STEAM.

Página intencionalmente deixada em branco

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho estuda e desenvolve uma forma alternativa de aprendizagem de potenciação de números inteiros utilizando a perspectiva da Teoria da Representação Semiótica, descrito por Duval (1995) e pesquisadores que se debruçaram sobre sua obra, como Ribeiro, Vieira e Costa (2021) e Moretti (2012).

Tendo certa experiência com estudantes de ensino fundamental, frequentemente observo questões de potenciação resolvidas de forma equivocada, como multiplicar a base pelo expoente. Alguns também não entendem o motivo de escrevermos uma potência e o que ela significa. As dificuldades mencionadas não se extinguem no ensino médio, onde alguns ainda confundem os conceitos básicos e cometem os mesmos erros, como é habitual ouvir através de relatos de colegas e professores da área. Portanto, a idealização deste trabalho teve a seguinte motivação: a dificuldade dos alunos em abstrair as informações apresentadas em aula, geralmente resumidas no ciclo 'teoria, explicação, exemplo, exercícios, correções e avaliação'. Espera-se que a apresentação do conteúdo em uma abordagem alternativa, propicie uma oportunidade de aprendizado no estudo de potenciação, ao mesmo tempo que desperte o interesse dos alunos para o tema, relevante em estudos futuros como na utilização de notação científica, em unidades de medida de área e volume, no estudo de juros compostos e até mesmo no reconhecimento de padrões.

O objeto de análise deste trabalho é identificar elementos para responder à seguinte questão: 'Como a representação pictórica¹ e o uso de tabelas podem auxiliar na compreensão do conceito de potências?'. Ao apresentar essa nova estratégia com o uso combinado de construções geométricas e construção de tabelas, espera-se que o ensino da potenciação seja mais dinâmico e conectado à realidade do aluno, permitindo que o conceito seja construído de maneira mais visual e intuitiva. A metodologia proposta visa proporcionar aos estudantes ferramentas que tornem a abstração das potências mais simples, ao mesmo tempo que promovam uma aprendizagem mais ativa e participativa. Essa abordagem alternativa pode ajudar a superar a barreira inicial de compreensão, permitindo que os alunos avancem em seu entendimento de forma progressiva e intuitiva.

¹ A representação pictórica refere-se ao uso de gráficos, imagens ou diagramas para ilustrar conceitos abstratos, facilitando a compreensão visual e intuitiva destes.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho visa propiciar aos estudantes a compreensão e identificação de potências de bases 2 e 3 com expoentes inteiros, identificando-as em situações que surjam naturalmente, reconhecendo que todas as potências de expoente zero e base inteira (exceto o zero) têm como resultado a unidade. Este modelo de intervenção está pautado nas ideias de Smith e Stein (2011), que preconizam a importância de introduzir cinco práticas docentes para orquestrar discussões matematicamente produtivas que estão enraizadas no pensamento do aluno. Estas práticas serão discutidas mais adiante, neste trabalho.

A introdução destes materiais pretende, além de tudo, incentivar a imaginação, o senso de observação, o reconhecimento de padrões e a conversão entre as linguagens verbais e não verbais por parte dos alunos, para que eles próprios identifiquem outras possíveis formas de aplicação das potências.

A BNCC nos traz algumas orientações neste sentido:

No Ensino Fundamental, essa área [matemática], por meio da articulação de seus diversos campos – Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade –, precisa garantir que os alunos relacionem observações empíricas do mundo real a representações (tabelas, figuras e esquemas) e associem essas representações a uma atividade matemática (conceitos e propriedades), fazendo induções e conjecturas. Assim, espera-se que eles desenvolvam a capacidade de identificar oportunidades de utilização da matemática para resolver problemas, aplicando conceitos, procedimentos e resultados para obter soluções e interpretá-las segundo os contextos das situações. A dedução de algumas propriedades e a verificação de conjecturas, a partir de outras, podem ser estimuladas, sobretudo ao final do Ensino Fundamental. (BRASIL, 2023, p.265.)

Também vemos que algumas competências específicas da matemática, elencadas na Base Comum corroboram este trabalho.

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE MATEMÁTICA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL [...] 6. Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas, e dados). (BRASIL, 2023, p.267)

E ainda, um dos pontos relevantes, não só deste trabalho, mas também como intenção de educadores, o aprendizado do educando vem claramente expresso em:

[...]tendo em vista que eles precisam ser capazes de traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa. (BRASIL, 2023. p. 271)

Particularmente, considera-se também como objetivos específicos deste trabalho:

- Experimentar uma metodologia alternativa para apresentar o conceito de potências de bases 2 e 3;
- Desenvolver uma dinâmica lúdica para fixação do conteúdo proposto;
- Estender a ideia do conceito de potências para outras bases Naturais;
- Analisar a percepção individual dos alunos durante a aplicação e o entendimento do grupo a cada fase.

Com a implementação desses objetivos, espera-se que os estudantes possam não apenas compreender melhor os conceitos matemáticos estudados, mas também que essa abordagem ofereça uma alternativa promissora aos métodos tradicionais de ensino.

3. JUSTIFICATIVA

O ensino de matemática da forma expositiva (quadro e pincel) normalmente remete os educandos a algo monótono e incompreensível, o que torna a aprendizagem uma tarefa árdua e cansativa (Duarte, 2018). Desta forma, a introdução de dinâmicas e explicações variadas, com recursos alternativos, pretende dar mais clareza aos contextos antes obscuros ou, pelo menos, abstratos. Para este fim, utilizaremos, essencialmente as seguintes estratégias em sequência:

- I. A construção do triângulo de Sierpinski com instrumentos básicos como régua, lápis preto e lápis colorido;
- II. Anotação de dados durante o processo de criação do fractal;
- III. Elaboração de um painel onde o produto final de cada estudante seja essencial ao todo.

Tal estratégia tem como base a teoria da representação semiótica, descrita por Raymond Duval (1995), onde as linguagens verbais e não verbais são conjugadas. Esse conceito permite que os estudantes obtenham uma compreensão visual e simbólica da mesma representação, além de posteriormente verbalizarem o seu entendimento. Esse processo integra elementos do STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática), trazendo uma interseção significativa entre Arte e Matemática, conforme apontam Bacich e Holanda (2020), na medida em que as representações pictóricas são descritas pelo grupo de estudantes em linguagem verbal e expressas, posteriormente, na tabela.

Quando tais atividades abordam múltiplas disciplinas, mas se concentram em uma, por exemplo, matemática, são por vezes rotuladas como atividade integrada steaM (Ortiz-Laso, 2022; Namukasa et al., 2023; Stohlmann, 2018). As atividades práticas promovem o envolvimento total dos alunos no processo de aprendizagem, ao invés de estudantes assumirem apenas papéis passivos como ouvintes (Chen & Lin, 2019; Diego-Mantecón et al., 2019a).

As atividades práticas têm sido reconhecidas por terem o potencial de promover o desenvolvimento de competências do século XXI, tais como modelagem, resolução de problemas, pensamento computacional, comunicação e representações matemáticas (Diego-Mantecón et al., 2021; Doorman et al. , 2019);

A aplicação prática do projeto foi enriquecida pelo suporte das ideias apresentadas na obra "Orchestrating Productive Mathematical Discussions: Five Practices for Helping Teachers Move Beyond Show and Tell" (em tradução livre: Orquestrando Discussões Matemáticas Produtivas: Cinco Práticas para Ajudar os Professores a Ir Além do Mostrar e Falar) de Smith e Stein (2011) que oferece uma abordagem estratégica para fomentar discussões matemáticas produtivas e envolver os alunos de maneira mais dinâmica e colaborativa. As cinco práticas consistem em preparar além do habitual, seriam elas a antecipação de possíveis respostas por parte dos alunos, sejam elas corretas ou incorretas, o monitoramento dessas respostas durante a execução da atividade para a escolha das respostas adequadas, sequenciar tais respostas para que sejam exibidas de forma que os alunos possam fazer conexões entre as ideias-chave.

4. REVISÃO TEÓRICA

A aprendizagem de potências no Ensino Fundamental II se inicia ainda no 6º ano, sendo aprofundado nos anos seguintes. O uso de métodos alternativos de ensino, como as representações semióticas no tratamento das informações, a conversão entre essas representações, a inter-relação entre disciplinas e também a subdivisão de problemas maiores em itens menores se mostram alternativas possíveis para trazer ao educando este conhecimento.

Afirma Duval (2004), que para mobilizar qualquer conhecimento, o sujeito deverá realizar uma atividade de representação. Ele acrescenta, que a apreensão dos conceitos está vinculada ao desenvolvimento do sujeito na capacidade de representar ideias e conceitos em linguagem simbólica e principalmente na sua predisposição em mobilizar concomitantemente ao menos dois registros de representação semiótica, estruturando-os de forma natural (Duval, 2003).

Assim, para que o sujeito infira os objetos matemáticos é imprescindível o contato com inúmeros registros de representação semiótica, visto que segundo Duval (2003, p.14), “[...] a originalidade da atividade matemática está na mobilização simultânea de ao menos dois registros de representação ao mesmo tempo, ou na possibilidade de trocar a todo momento de registro de representação”. Assim, para que o sujeito infira os objetos matemáticos é imprescindível o contato com inúmeros registros de representação semiótica, visto que segundo Duval (2003, p.14), “[...] a originalidade da atividade matemática está na mobilização simultânea de ao menos dois registros de representação ao mesmo tempo, ou na possibilidade de trocar a todo momento de registro de representação”. (LIMA; BARROSO e HOLANDA, 2019, p.5)

Ainda podemos encontrar em Duval e Moretti (2012) o seguinte destaque:

“Uma aprendizagem dos tratamentos específicos em um registro de representação é proposta não mais do que para os registros em que os tratamentos são unicamente do tipo de cálculo. O exemplo mais impressionante é o das figuras geométricas.” (Duval e Moretti, 2012, p.21)

Dos Santos (2004) converge para o mesmo ponto em:

Quando trabalhamos com um campo conceitual, é importante apresentar as situações problema em diferentes quadros, por exemplo, o aritmético, o algébrico e o geométrico nos quais os conceitos, os procedimentos e as representações se concretizam. (DOS SANTOS, 2004. p.4)

Além do já elencado, trabalhei sob a luz de Sergio Martins Duarte, quando ele nos traz um estudo do modelo tradicional de ensino:

Nessa metodologia o processo é meio robótico, o professor fala e o aluno ouve. O professor traz o conteúdo pronto e o aluno absorve. O professor segue seu conteúdo programático e o aluno “corre atrás” do jeito que der. O professor enche os alunos de exercícios/perguntas que devem ser respondidas praticamente idênticas às aulas ministradas, semelhante ao “método maiêutico”. A posteriori o professor aplica uma avaliação/prova, para aferir quem aprendeu. O aprender aqui se torna subjetivo, uma vez que está estabelecido socialmente quem tirar mais nota, aprendeu mais e deve ter uma melhor projeção. Resumidamente quem decorou mais ou reteve o maior número de informações possíveis, atingiu o objetivo proposto. (DUARTE, 2018 p.16)

Então isso pontuou o início da parte prática do trabalho com as turmas, orientei os estudantes conforme o passo a passo de construção do fractal, lembrando as características de um triângulo equilátero, ponto médio de um segmento, vértices e ângulos.

Ainda, segundo Polya (1995, p.41) *“Decomposição e recombinação constituem importantes operações mentais.”* no processo de aprendizagem matemática.”. Durante a construção do Triângulo de Sierpinski pelos estudantes, cada etapa era explicada e os dados anotados em uma tabela onde constavam as informações pertinentes, como número de triângulos com a ponta para cima² e medida do lado de cada novo triângulo formado.

Do ponto de vista metodológico, em relação a uma abordagem que tivesse mais protagonismo discente do que o docente e pensando em como promover discussões matematicamente produtivas, as cinco práticas consideradas (Smith & Stein, 2011) foram:

[1] antecipação: antecipar prováveis respostas dos alunos a tarefas matemáticas cognitivamente exigentes. [2] monitoramento: monitorar as respostas dos alunos às tarefas durante a fase de exploração. [3] seleção: selecionar alunos específicos para apresentar suas respostas matemáticas durante a fase de discussão e resumo [4] sequenciamento: sequenciar propositalmente as respostas dos alunos que serão exibidas e [5] conexão: ajudar a classe a fazer conexões matemáticas entre as respostas dos diferentes alunos e entre as respostas dos alunos e as ideias-chave (SMITH & STEIN, 2011, p.8)

Os cinco passos orientam o professor a antecipar possíveis respostas dos alunos, sejam elas corretas ou incorretas, tendo apoio em sua experiência prévia e conhecimento. Assim que a aplicação estiver sendo realizada, monitorar as

² “Ponta para cima”: No capítulo 6 há uma imagem para exemplificar o termo utilizado durante este trabalho e também em sala de aula.

respostas dos educandos para selecionar aquelas mais propícias e sequenciar todas para ter um curso de explicação fluido e crescente.

A integração de diferentes abordagens pedagógicas, como a representação semiótica de Duval, as heurísticas de Polya e a metodologia STEAM descrita por Bacich, reflete a necessidade de inovar na prática educativa. Esta diversidade metodológica não só enriquece o processo de aprendizagem, como também promove um ambiente mais dinâmico e estimulante para os estudantes.

5. METODOLOGIA

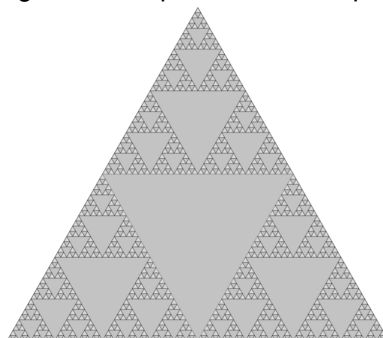
Este trabalho, de abordagem qualitativa, pretende retomar com os estudantes uma perspectiva diversa de potências de bases dois e três. Os grupos escolhidos foram duas turmas de 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola na região metropolitana da Serra Gaúcha, sendo onze alunos em uma turma e dez na outra. A aplicação se deu durante o horário de aula de cada turma, tendo a duração de dois períodos por turma.

A pesquisa foi executada em três partes sequenciais, inicialmente com a distribuição do material impresso e a retomada de algumas informações pertinentes quanto às características da dinâmica. Em seguida, passou-se a produzir o fractal e, por último, algumas conclusões foram expostas pelos estudantes.

O material utilizado consiste essencialmente em uma folha A4 com um triângulo equilátero já impresso, com 16 cm de lado, combinado a uma tabela a ser preenchida durante a tarefa. Além disso, os participantes utilizaram lápis, caneta, borracha e régua graduada. Foi opcional o uso de caneta hidrocor e lápis de colorir. Nenhum material digital foi necessário durante a tarefa, também foram dispensados o livro didático e o caderno.

O método utilizado será o desenvolvimento do fractal, conhecido como triângulo de Sierpinski, de forma que os estudantes irão confeccioná-lo em papel A4, partindo de um triângulo base com lado medindo 16 cm, até atingirem triângulos com lado 1 cm. É importante destacar que o triângulo de Sierpinski é desenhado sobre um triângulo equilátero de lado l e a cada iteração, novos triângulos equiláteros de lado equivalente à metade da medida anterior são formados. A escolha de um triângulo inicial de lado igual à 16 cm se dá pela utilização da potência de base dois (2^4), objeto deste estudo.

Figura 1: Triângulo de Sierpinski com 6 etapas desenhadas



Fonte: Autor

O passo-a-passo para a construção do fractal consiste em medir os lados do triângulo inicial e encontrar seus pontos médios, este processo pode ser feito mais precisamente com o auxílio de um compasso, porém, como no trabalho a medida do lado era 16cm, apenas a identificação deste valor através do uso da régua já era o suficiente, após identificados esses pontos médios, traça-se segmentos unindo-os, isso formará quatro novos triângulos, um com a ponta para baixo e outros três com a ponta para cima. Este triângulo com a ponta para baixo deve ser eliminado da figura, para a aplicação os estudantes o coloriram. A segunda etapa seria realizar o mesmo processo em cada um dos três triângulos restantes, encontrando o ponto médio de cada um dos lados e traçando novos segmentos, unindo-os dentro de cada triângulo individualmente, encontrando quatro novos triângulos tendo o lado a metade do comprimento do triângulo anterior e novamente eliminando o triângulo central (com a ponta para baixo).

Como o triângulo equilátero possui os lados e os ângulos congruentes entre si, todas as novas figuras se mantêm com essas características. Normalmente a partir da segunda ou terceira iteração já se pode observar claramente este padrão. O número de iterações pode variar, dependendo do tamanho do triângulo inicial e da necessidade de avanço, geralmente limitado pela quantidade de pontos médios a serem marcados e segmentos a serem traçados, já que a cada passo, o número de segmentos a ser traçado se multiplica por três.

Para a realização da atividade deste trabalho, a observação das descobertas dos estudantes será contínua e a intervenção por parte do professor será mínima, atuando mais como mediador da atividade do que como executor, inserindo questionamentos e sugestões que possam indicar possíveis caminhos a serem seguidos pela turma, deixando que o aluno descubra por conta própria cada uma das potências.

Os recursos a serem utilizados nesta pesquisa serão a construção do Triângulo de Sierpinski, de forma que cada educando irá, sob minha orientação, construí-lo tendo como base um triângulo equilátero de lado 16 cm, previamente impresso em uma folha tamanho A4, subdividindo-o até atingir triângulos com lado 1 cm. Neste processo, espera-se que os alunos reconheçam que o valor de medida do lado são potências de base dois e que, em cada etapa de divisão do triângulo, se obtém a potência com expoente igual a uma unidade a menos que a anterior. Concomitante a isso, a quantidade de triângulos desenhados com a ponta para

cima, formam uma sequência de base três. Inicialmente, estes valores serão reconhecidos através de contagem, mas posteriormente espera-se que seja identificada a multiplicação do valor anterior por três. Ambas as etapas descritas acima, seguirão questionadas por “e qual seria o próximo passo? qual a medida do lado do triângulo a ser construído se fosse avançada mais uma etapa? quantos seriam os triângulos com *a ponta para cima*³ neste ponto? É necessário fazer a divisão dos lados para obtermos estes valores?” Com essas perguntas, pretende-se promover o diálogo entre a turma para que eles descubram as potências de expoente negativo para a medida do lado do triângulo e ampliem, através de cálculos, o número de triângulos a serem desenhados em determinada etapa futura.

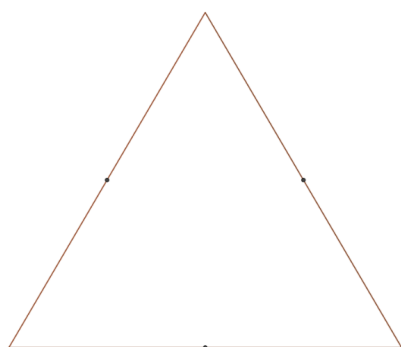
Adicionalmente, a metodologia adotada foi inspirada na obra "A Arte de Resolver Problemas" de George Polya (1995), que enfatiza a importância de ensinar os alunos a pensar de forma crítica e resolver problemas de maneira sistemática. Polya sugere que a resolução de problemas é uma habilidade que pode ser desenvolvida e aprimorada através de práticas estruturadas e reflexão contínua. Incorporar essas estratégias no projeto proporcionou aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades essenciais para a aprendizagem matemática, incentivando-os a explorar, questionar e entender profundamente os conceitos apresentados. Particularmente, para este trabalho, a exploração da heurística de dividir um problema em problemas menores foi considerada, como será discutido no decorrer deste trabalho. Esta heurística é uma abordagem prática e eficiente para simplificar a resolução de problemas complexos, permitindo que os alunos se concentrem em etapas menores e mais manejáveis. A aplicação desta estratégia não só facilita a compreensão dos conceitos matemáticos, mas também desenvolve a habilidade de pensar de forma analítica e estruturada.

³ Neste artigo, a construção do Triângulo de Sierpinski foi abordada, solicitando aos alunos que identificassem e dividissem os triângulos que tivessem a ponta para cima, reiterando que todos os triângulos, independentes de sua orientação, possuem sempre três lados e três vértices e que não existe posição correta ou incorreta para a construção deles. O Triângulo de Sierpinski é um exemplo clássico de fractal, uma estrutura matemática complexa que exhibe padrões auto similares em diferentes escalas. Este fractal é gerado por um processo iterativo de subdivisão e remoção de partes do triângulo original.

6. DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

A aplicação e construção do fractal ocorreu durante o horário da aula de matemática de cada turma, utilizando-se dois períodos para cada grupo. Como primeiro passo, distribuí a cada um deles uma folha A4, impressa com um triângulo equilátero já desenhado e uma tabela a ser preenchida. Os lados deste triângulo medem 16 cm e seus pontos médios já estavam marcados conforme figura a seguir.

Figura 2: Material entregue aos estudantes para confecção do triângulo de Sierpinski.

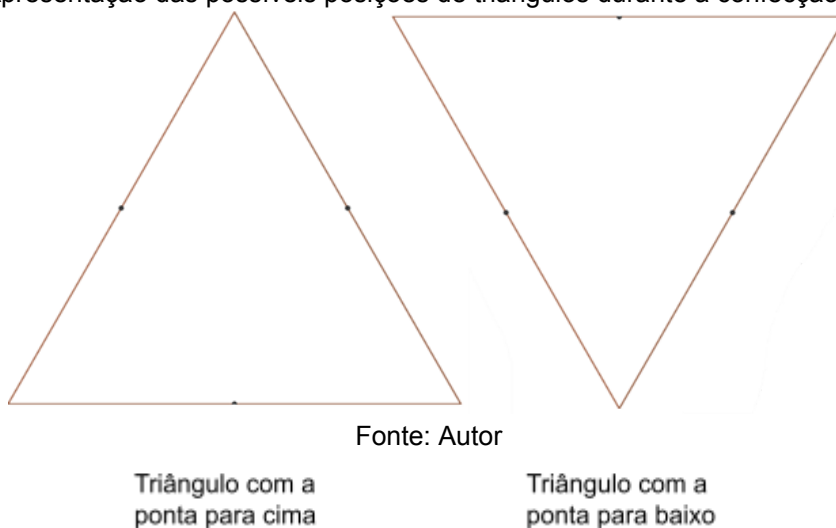


Etapa	Triângulos sem pintura	Medida do lado de cada triângulo (sem pintura) após cada etapa.
Inicial		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Fonte: Autor

Assim que cada um recebeu a sua folha, foram dadas algumas orientações e lembrados alguns conceitos, como as características de um triângulo equilátero, onde todos os lados e todos os ângulos são congruentes (mesma medida). Também foi mencionado que independente da posição dos vértices, um triângulo sempre será um triângulo. Exemplos foram esboçados no quadro branco, mas que para esta atividade chamaríamos os triângulos desenhados de “triângulo com ponta para cima” quando a base (paralela e mais próxima da margem inferior da folha) possuísse dois dos vértices e o terceiro fosse na parte superior da figura, e “triângulo com ponta para baixo” quando apenas um dos vértices estivesse na parte inferior da imagem, ficando um dos lados paralelo e mais próximo a margem superior da folha.

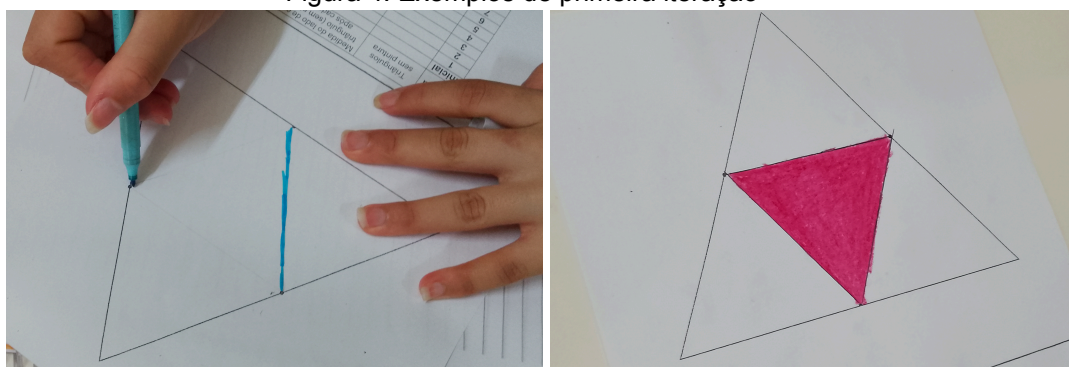
Figura 3: Apresentação das possíveis posições de triângulos durante a confecção do trabalho.



A tabela da figura 2 foi preenchida por etapas, sendo que a etapa indicada por inicial teve as colunas preenchidas com 1 e 16 cm, considerando a figura impressa na folha.

Orientei então que fossem conferidos se os pontos marcados eram pontos médios de cada lado e em seguida que fossem traçados segmentos unindo estes pontos, formando então quatro novos triângulos, um deles com a ponta para baixo, sendo que este triângulo deveria ser pintado com o próprio lápis preto ou com a cor que cada um desejasse, seja com lápis de colorir, caneta hidrocor ou caneta esferográfica, alguns exemplos são ilustrados na Figura 4, a seguir.

Figura 4: Exemplos de primeira iteração



Fonte: Autor

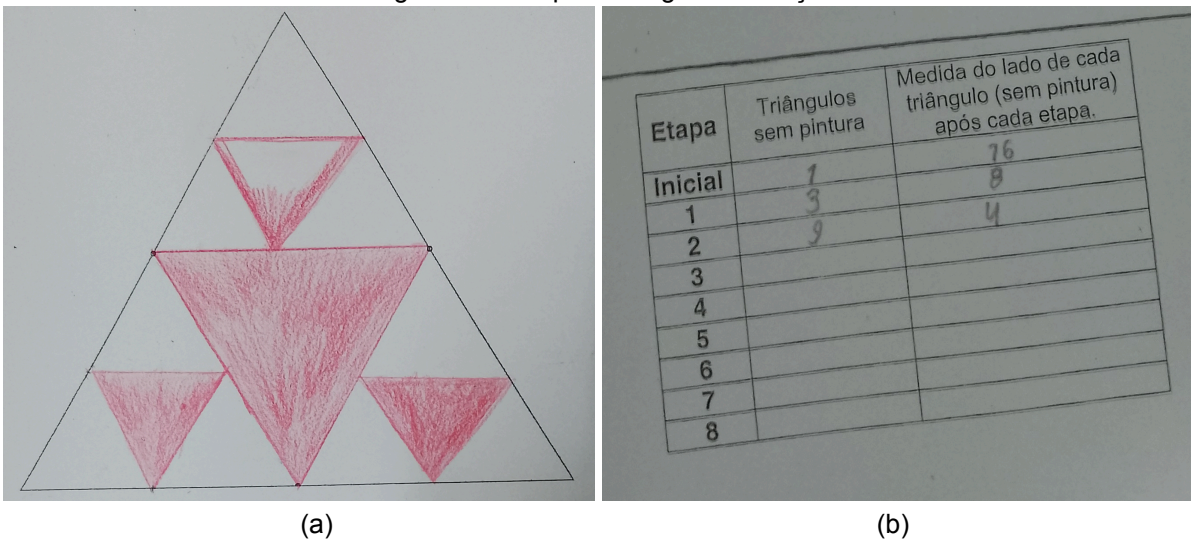
A tabela então deveria ser preenchida, indicando o número de triângulos que ficaram totalmente sem pintura (3) e a medida de cada lado desses novos triângulos, 8 cm, após a primeira etapa, por exemplo.

Para a segunda etapa, foi orientado que encontrassem o ponto médio de cada segmento (lado de cada triângulo menor) e que fossem traçados novos

segmentos, formando assim um novo grupo de triângulos, pintando também aqueles com a ponta para baixo e preenchendo a tabela, indicando na linha da etapa 2, a quantidade de triângulos sem pintura (9) e a medida do lado de cada novo triângulo (4 cm), tarefa que todos executaram contando o número de triângulos e fazendo nova medição com a régua, ignorando que já haviam feito a mesma medida ao traçar o ponto médio.

Na figuras 5, observamos um registro combinado entre a etapa 2 da construção do fractal e o preenchimento da tabela, momento em que o estudante fez a contagem de triângulos com a ponta para cima e transcreveu para a tabela na etapa correspondente.

Figura 5: Exemplo de segunda iteração



Fonte: Autor

Na Figura 5 temos o exemplo da construção do fractal em (a), onde o aluno havia feito duas iterações, ficando o lado do triângulo menor com 4 cm e a imagem (b) apresenta o preenchimento da tabela na mesma etapa, onde haviam 9 triângulos com a ponta para cima (sem pintura) e o lado desses triângulos mede 4 cm.

Quando o comando dado foi para novamente dividirem os lados ao meio e traçarem novos triângulos, uma estudante observou que o número de triângulos novos sem pintura seria 27. Esta informação foi anotada e esta estudante previamente já calculou o número de triângulos de uma ou duas etapas posteriores, outro disse “Eu acho que já sei, esta medida aqui é 16, então, 16 dividido por dois é... oito”, durante este período, alguns acabavam confundindo alguns cálculos,

multiplicando o número de triângulos da etapa anterior por outros valores que não o três, ou então errando o produto e encontrando valores como 82 onde o correto seria 81 ou realizando a divisão do lado de forma equivocada, encontrando 9 cm para a metade de 16 cm. O processo de dividir os lados do triângulo ao meio e traçar novos triângulos, sempre pintando os que resultaram com a ponta para baixo, se deu até quando o lado medido fosse de 1 cm.

A tabela era preenchida pelos estudantes e assim que alguns indicavam os valores corretos, eu preenchia uma tabela com as mesmas informações no quadro branco, para que todos pudessem acompanhar e para que questionamentos fossem feitos em seguida.

Assim que a quarta etapa foi feita e o lado do triângulo era de 1 cm, questionei aos participantes o que eles observavam na coluna que indicava o número de triângulos sem pintura. Algumas respostas foram: “É a tabuada do três”, até que outra estudante falou “é aquele *negócio com o numerozinho* em cima”, se referindo ao expoente de uma potência., Em seguida, outro aluno corrigiu, dizendo “é potência”. Com isso, citei alguns múltiplos de três que não estavam na lista, como o 6, o 12, o 15, então eles entenderam que não seriam todos os múltiplos. Expliquei que, sim, são múltiplos de três, porém não todos. Ressaltei também que o último a citar as potências estava correto, já que poderíamos transformar facilmente os valores 3, 9, 27 em potências de base 3, inclusive adicionando ao lado de cada um dos valores, na tabela, as potências correspondentes, conforme o exemplo a seguir.

Tabela 1: Transcrita no quadro branco com potências de base 3

3	=3	=3 ¹
9	=3x3	=3 ²
27	=3x3x3	=3 ³

Fonte: Autor

A dúvida se voltou então ao 1, já que ele não parecia seguir um padrão, porém, rapidamente alguém falou “três na zero”(3⁰). Ainda, na tabela, mas agora sem a construção de triângulos menores, a pergunta foi “Qual será a próxima medida do lado e quantos triângulos teremos?”. Alguns balbuciaram 0,5 cm, que preferi escrever na forma de fração $\frac{1}{2}$, afirmando que ficaria mais adequado desta maneira e que, em breve, explicaria o motivo. Da mesma forma, com o número de

triângulos sem pintura, ao lado do 81, assim como fiz com os outros valores, adicionei um sinal de igualdade e perguntei “como eu poderia escrever o 81 na forma de potência de base 3?”. Dessa maneira, os outros valores e potências foram encontrados e calculados, todos com potência de base três, até a oitava iteração (3^8).

Após mais esta etapa cumprida e eles terem entendido a ideia das potências além do que já conheciam, sugeri que observassem então a coluna com a medida dos lados, porém, olhando ela a partir da medida de 1 cm, em seguida 2 cm e depois 4 cm, questionei o que poderia estar acontecendo com esses valores. Foi então que uma estudante falou “vai acontecer a mesma coisa que do outro lado, só que vai ser por dois”. Perguntei, então, “qual valor poderia ser colocado no lugar do 1?”. Uma participante falou algo sobre “...não seria do zero...”. Em seguida, uma outra exclamou “ah, é que qualquer número no expoente zero dá um”, neste momento, dois ou três afirmaram que o um poderia ser 2^0 . Em alguns momentos da transformação destes valores para potências, foi frisado que qualquer número elevado ao expoente zero seria igual a um, sempre lembrando que zero no expoente zero é uma exceção e não está definido.

Na outra turma, o processo seguiu de forma semelhante, com algumas colocações diferentes, onde alguns já adiantaram as etapas, encontrando os valores antes mesmo de ser sugerido. No preenchimento da tabela e análise do que estava acontecendo com o número de triângulos e com o lado deles, a turma afirmou logo na primeira pergunta que “Ali está multiplicando por três e no outro está dividindo por dois” [‘Ali’ indicando a coluna do número de triângulos sem pintura].

Questionei, então, a turma: “Como esta coluna está multiplicando por três, de que forma eu poderia representar ela só com multiplicação de número três?” e seguiu o diálogo entre os estudantes, os quais estão identificados por estudante (A, B, C, etc.), a turma e o professor.

“Ali no 9 fica 3×3 ” (estudante A)

“Correto, e no lugar do 27?” (professor)

“ 9×3 ” (estudantes A e B)

“Ok, mas e como eu escrevi o 9 anteriormente?” (professor)

“ 3×3 então vai ser $3 \times 3 \times 3$ ” (estudante A)

“Muito bem, e de que forma poderíamos escrever esta multiplicação de forma mais simples? Por exemplo, como iríamos escrever se estivéssemos na décima etapa, três vezes três, vezes três, vezes...” (professor)

“Não, 3 vezes...[pausa] 3 com potência 10...[pausa] 3 no expoente 10.” (estudante C)

Até este momento não havíamos preenchido a potência de 3 correspondente ao valor 1 (3^0), então iniciei a sequência com o diálogo:

“Como eu escrevo este valor aqui?” (Apontando para o 27) (professor)

“3 no expoente 3.” (turma)

“E este aqui (9)?” (professor)

“3 no expoente 2” (turma)

“Este (3)?” (professor)

“3 no expoente 1” (turma)

“E este (1)?” (professor)

“Três!” (turma) [pausa]

Em seguida, começaram a sugerir outras respostas, pois entenderam que esta estaria incorreta.

“ 0^1 , 1^3 , 1^0 ...” (estudantes A, B, C e D alternadamente)

Foi então que voltei a listar as potências 3^3 , 3^2 , 3^1 ...

Então a resposta correta veio.

Em seguida, apontei para a coluna indicando a medida do lado e indaguei sobre o padrão que estava acontecendo ali, questionando como aquela coluna estava se comportando, ao que alguns responderam que estava dividindo por dois. Mostrei então que poderíamos, de forma análoga à outra coluna, escrevermos o 16 como 2^4 e segui com os valores até o lado 2 cm, nesta turma, eles rapidamente disseram que a unidade seria 2^0 e alguém falou “fica o expoente negativo” quando eu questionei sobre a próxima iteração.

Nesta turma, um dos estudantes seguiu dividindo mentalmente o lado por dois, obtendo resultados decimais, porém, se confundiu ao dividir 0,125 por 2, anotou 0,625 no lugar de 0,0625.

Outras afirmações ditas por eles durante esta etapa, as quais fiz as devidas observações:

“É ao cubo, pois multiplica por três.” (estudante E)

“Isso aí não é a tabuada do três, é a tabuada do nove” (estudante F)

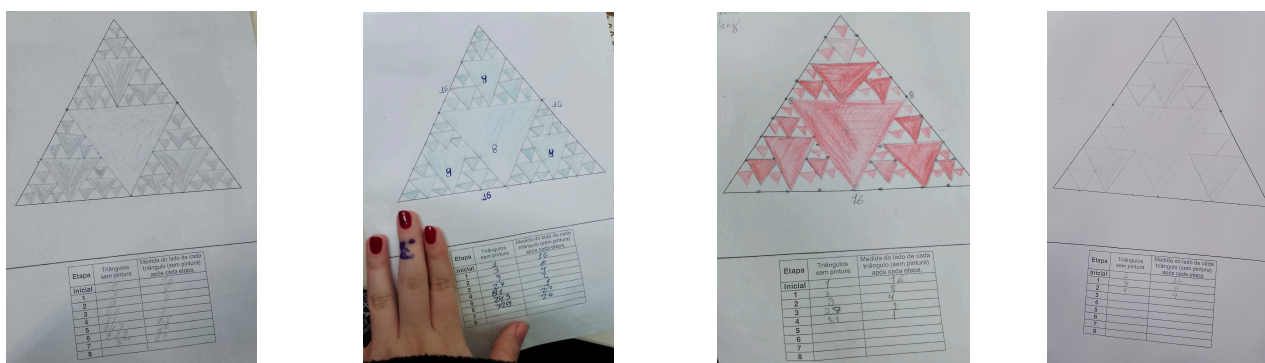
“O próximo é 2 cm” (Estudante B) logo após termos traçado os triângulos de lado 4 cm

“Olha aqui: do três foi para o nove, então, do nove vai para o 27, ou seja, o próximo vai ser 54” (estudante A) e outra respondeu “Não, será 27 vezes 3”

Claramente, nos dois primeiros casos, estavam confundindo termos ou propriedades. No primeiro caso o estudante estava associando a multiplicação por três do valor anterior à potência, utilizando o conceito de forma equivocada, multiplicando base e expoente entre si. Já na segunda frase, a estudante observou três múltiplos de 9 que estavam entre os resultados da tabuada (9, 27, 81) e considerou que por não serem a tabuada do três, só poderiam ser do nove, ignorando o fato dos múltiplos de nove também serem múltiplos de três. Em todos os casos, expliquei os pontos em que as afirmações estavam incompletas ou equivocadas, tratei de esclarecer ou corrigi-las.

No decorrer do trabalho, alguns resolveram ignorar o uso de régua, traçando os triângulos à mão-livre, outros fizeram isso desde o início, mesmo estando com as ferramentas em mãos, conforme vemos na figura 6, a seguir.

Figura 6: Exemplos de confecções finalizadas sem o uso de régua



Fonte: Autor

Tendo finalizada a tarefa de construir o Triângulo de Sierpinski, até que os menores lados fossem 1 cm, a turma escolheu entre fazer uma colagem dos trabalhos individuais em cartolina ou papel pardo, o que resultou nos painéis a seguir, formando uma versão maior do que cada um havia confeccionado individualmente.

Figura 7: Paineis com a colagem dos trabalhos das turmas, formando um fractal maior, de lado 64cm



Fonte: Autor

Após terem feito as colagens, questionei, então, em ambas as turmas se eles conseguiam identificar que a obra produzida se assemelhava à figura que cada um tinha construído individualmente e a resposta da maioria de imediato foi afirmativa. Questionei também a medida do lado deste triângulo maior e as respostas foram, na maioria, corretas, apesar de diferentes. Alguns afirmaram “64 cm” outros “dois no expoente seis” ou, ainda, “dois na seis”.

A quantidade de estudantes em cada turma não permitiu que todos os trabalhos compusessem apenas uma figura, então, alguns ficaram separados da figura maior, representando um modelo menor do fractal maior. No momento da colagem, alguns queriam ter o seu triângulo na parte mais alta, insinuando uma superioridade perante a turma, o que provavelmente não foi atendido, já que a colagem foi feita de forma aleatória e claramente esta superioridade não existe.

7. REFLEXÕES

Quando o professor apresenta uma maneira alternativa de um objeto de conhecimento para uma turma, espera-se que esse material chame a atenção dos estudantes e facilite a absorção do tema proposto. Não foi diferente quando apresentei a construção do fractal do Triângulo de Sierpinski para estas turmas de 7º ano.

Ao apresentar uma construção pictórica aos estudantes e, em seguida, transformar as informações contidas nela em uma tabela e conversar com a turma questionando a quantidade de triângulos específicos formados e também a medida obtida a cada passo, integramos os conceitos trazidos por Duval e Polya. Além disso, durante todo o trabalho, seguimos a metodologia STEAM conforme descrita por Bacich et al. (2022), que enfatiza a importância de combinar Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática para criar um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interdisciplinar. Essa abordagem permitiu aos alunos visualizar e compreender melhor os conceitos matemáticos através de atividades práticas e artísticas.

Moretti (2012) também ressalta a eficácia das abordagens visuais e táteis na educação matemática, destacando que essas técnicas podem aumentar significativamente o engajamento e a compreensão dos alunos. Essa observação foi confirmada durante as aulas, onde os estudantes se mostraram mais interessados e participativos ao utilizar materiais concretos e visuais.

De acordo com Duval (1995), a representação semiótica é essencial para a compreensão dos conceitos matemáticos, pois possibilita aos estudantes internalizarem e processarem informações complexas por meio de diferentes registros de representação. Durante a aplicação prática do projeto, o Triângulo de Sierpinski desempenhou um papel central como uma representação visual poderosa para explorar os conceitos de potenciação e a conversão entre as representações e o tratamento de cada uma de forma simultânea se complementam. Através dessa abordagem, os alunos puderam transitar entre representações numéricas, geométricas e simbólicas, consolidando a aprendizagem de forma mais significativa e alinhada à teoria de registros semióticos.

Polya (1995) ressalta a importância de estratégias heurísticas, como a divisão de problemas em partes menores, para promover a resolução eficaz de

problemas. Essa perspectiva foi incorporada no planejamento da atividade, ao guiar os estudantes na construção incremental do fractal. Dividindo o processo em etapas claras e acessíveis, os alunos foram capazes de se engajar de forma estruturada, desenvolvendo um entendimento gradual e mais profundo dos conceitos envolvidos. Essa estratégia não apenas facilitou a compreensão dos conteúdos, mas também fomentou o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo.

A integração da metodologia STEAM também se mostrou um diferencial relevante na atividade. Ao utilizar o Triângulo de Sierpinski como um elemento artístico e matemático, foi possível criar um ambiente de aprendizagem interdisciplinar e motivador. Segundo Ribeiro, Vieira e Costa (2021), a abordagem STEAM enriquece o processo de ensino ao promover conexões entre diferentes áreas do conhecimento. Na prática, os alunos puderam visualizar a matemática como uma linguagem dinâmica e expressiva, transcendendo a visão tradicional limitada a números e fórmulas.

Moretti (2012) reforça que o uso de recursos visuais e táteis pode potencializar o engajamento e a compreensão dos alunos, especialmente em temas que exigem abstração. Essa teoria foi confirmada na prática, quando os estudantes, ao utilizarem materiais concretos e representações visuais, demonstraram maior interesse e participação. As reações positivas observadas, como entusiasmo e colaboração, indicaram que a utilização de recursos diferenciados contribuiu para um aprendizado mais dinâmico, envolvente e participativo.

Eu já havia previsto respostas como o número de triângulos após cada etapa ser múltiplo de três, ou '*a tabuada do três*' e a medida do lado ser '*a tabuada do dois*', ainda alguns estudantes se referiram à potências como '*aquele numerozinho*', essas respostas foram ocorrendo durante todo o processo e sempre que necessário, a utilização de termos mais adequados, como múltiplos de dois e três e expoente eram introduzidos na explicação, como previsto em Smith & Stein (2011).

Por fim, a articulação entre as teorias estudadas e a prática pedagógica revelou que a combinação de representações semióticas, estratégias heurísticas e abordagens interdisciplinares pode transformar a forma como os conceitos matemáticos são ensinados e aprendidos. Essa experiência reforça a importância de integrar diferentes perspectivas teóricas no desenvolvimento de atividades que

promovam não apenas o aprendizado técnico, mas também a curiosidade e o envolvimento dos alunos no processo educativo.

Ao refletir sobre essas teorias e os resultados observados em sala de aula, fica claro que a combinação de representações semióticas, estratégias heurísticas e a abordagem STEAM proporcionou uma experiência de aprendizagem mais envolvente e eficaz, alinhada com as necessidades e capacidades dos alunos.

A construção do Triângulo de Sierpinski durante esta intervenção representou uma rica oportunidade de integrar matemática e arte na sala de aula. Ao explorar algumas das propriedades geométricas desse fractal, os estudantes não apenas aprimoraram seus conhecimentos no objeto principal do estudo, mas também desenvolveram algumas habilidades artísticas. Essa atividade prática, permite que os alunos vivenciem a interconexão entre diferentes áreas do conhecimento, estimulando o pensamento crítico e a resolução de problemas. A beleza e a complexidade do Triângulo de Sierpinski tornam o processo de construção ainda mais envolvente, tornando a aprendizagem da matemática uma experiência com maior significado e mais consistente.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao apresentar este trabalho, percebi que alguns alunos melhoraram o entendimento, inclusive em relação a potências de expoente inteiro negativo ou nulo. Uma dinâmica diferenciada como essa está longe de atingir todos os estudantes da turma e, de maneira alguma, garante que a totalidade dos alunos compreenda o conteúdo. No entanto, observei que pelo menos alguns deles conseguiram desenvolver um entendimento um pouco além do que tradicionalmente desenvolviam.

A construção do Triângulo de Sierpinski permitiu aos estudantes visualizar através de uma aplicação prática as potências de base dois e três. Isso não apenas reforçou o aprendizado, mas também tornou o processo mais envolvente e significativo. Um aspecto interessante foi a facilidade com que alguns alunos entenderam a lógica por trás das potências de expoente negativo e zero. A visualização do triângulo diminuindo de tamanho a cada iteração facilitou essa compreensão.

A progressão dos alunos durante a atividade, mesmo que em níveis diferentes individualmente, sugere que a abordagem teve impacto positivo significativo nas turmas. A metodologia de ensino, ao incluir elementos visuais e atividades práticas, se mostrou eficaz para aqueles que têm maior dificuldade em abstrair conceitos matemáticos. Além disso, a atividade colaborativa promoveu um ambiente de discussão e troca de ideias, onde os alunos puderam aprender uns com os outros, reforçando conceitos de maneira mais informal e descontraída.

Essa combinação de teorias e práticas criou um ambiente de aprendizagem robusto, onde os alunos não apenas absorveram o conteúdo, mas também participaram ativamente do processo de construção do conhecimento. A abordagem semiótica permitiu uma compreensão multifacetada dos conceitos, enquanto as práticas de discussão produtiva e a resolução de problemas fortaleceram as habilidades analíticas e a capacidade de comunicação dos alunos.

Em resumo, a aplicação do Triângulo de Sierpinski como estratégia metodológica para ensino de potências demonstrou ser uma abordagem valiosa, tendo em vista que parte do grupo se apropriou de algum conhecimento, podendo se utilizar deste conhecimento em momentos futuros, como no estudo de notação

científica ainda no Ensino Fundamental e até mesmo em propriedades de logaritmos e aplicações em matemática financeira (por exemplo, juros compostos) no Ensino Médio. Mesmo que a atividade não tenha atingido a todos os alunos igualmente, proporcionou avanços significativos para muitos, justificando a continuidade e o aperfeiçoamento de metodologias que integrem visualização e prática no ensino de conceitos matemáticos.

9. BIBLIOGRAFIA

- Bacich, L.; Holanda, L.; Geraldi, A.M. (2022). **EDUCAÇÃO STEAM [livro eletrônico] - Reflexões teórico-práticas do coorte da Liga STEAM**. 1ª ed. - São Paulo : Tríade Educacional, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação (2023). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC.
- Diego-Mantecón, J. M., Arcera, O., Blanco, T. F., & Lavicza, Z. (2019a). **An engineering technology problem-solving approach for modifying student mathematics-related beliefs: Building a robot to solve a Rubik's cube**. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 26(2), 55-64.
- Diego-Mantecón, J., Blanco, T., Ortiz-Laso, Z., & Lavicza, Z. (2021). **STEAM projects with KIKS format for developing key competences. [Proyectos STEAM con formato KIKS para el desarrollo de competencias clave]**. *Comunicar*, 66, 33-43. <https://doi.org/10.3916/C66-2021-03>
- Doorman, M., Bos, R., de Haan, D., Jonker, V., Mol, A., & Wijers, M. (2019). **Making and implementing a mathematics day challenge as a makerspace for teams of students**. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(Suppl 1), 149-165. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09995-y>
- Duarte, S.M. **Os impactos do modelo tradicional de ensino na transposição didática e no fracasso escolar**. PORTO 2018.
- Duval, R. (2017) **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales**; traducción Miriam Vega Restrepo.- 2a. edición. Cali : Programa Editorial Universidad del Valle.
- Duval, R. & Moretti, R. T. (2012), **Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento** 2012. REVMAT: R. Eletr. Educ. Mat., UFSC/MTM/PPGECT, Florianópolis, SC, Brasil. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266>
- Lima, D.S.S.M; Barroso, M.C.da S. & Holanda, F.H.de O. (2019) **Ensino da Matemática: contribuições das estruturas aditivas na resolução de problemas e os registros de representação semiótica**. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i10.1305>
- Namukasa, I. K., Gecu-Parmaksiz, Z., Hughes, J., & Scucuglia, R. (2023). **Technology maker practices in mathematics learning in STEM contexts: a case in Brazil and two cases in Canada**. *ZDM – Mathematics Education*, 55(7), 1331-1350. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01534-y>
- Ortiz-Laso, Z. (2023). **El enfoque integrado STEAM y su impacto en la enseñanza de las matemáticas en educación secundaria: un estudio experimental [Tesis doctoral]**. Universidad de Cantabria.

Polya, G. (1995) **A arte de resolver problemas : um novo aspecto do método matemático**; tradução e adaptação Heitor Lisboa de Araújo. - 2. reimpr. Rio de Janeiro : interciência, 1995.

Ribeiro Jr., O.A.; Vieira, B.M.; Costa, R.G.da (2021). **A Teoria de Raymond Duval no ensino de funções matemáticas.** DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13325>

Santos, M.B. Dos (2004) **Campo conceitual da estrutura multiplicativa e os conceitos de múltiplo e divisor** VIII Encontro Nacional de Educação Matemática ENEM.

Smith, M.S. & Stein, M.K. (2011). **5 Practices for Orchestrating Productive Mathematics Discussions (First edition)**. National Council of Teachers of Mathematics.

Stohlmann, M. (2018). **A vision for future work to focus on the “M” in integrated STEM. School Science and Mathematics**, 118(7), 310-319.

10. ANEXOS

Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido enviado aos pais dos alunos para ciência deste trabalho e autorização de participação.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL – IFRS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPI
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar do projeto de pesquisa intitulado: "A CONSTRUÇÃO DO TRIÂNGULO DE SIERPINSKI NO DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE POTÊNCIAS COM ESTUDANTES DE 7º ANO". Seus pais/responsáveis permitiram que você participe. Este projeto está vinculado ao estudo de especialização do professor Antonio Pivetta. Nessa pesquisa pretende-se avaliar entre alunos, professores e, sobretudo, futuros professores as possibilidades de uso combinado entre diferentes recursos para o ensino de matemática e como se dão as interações dos sujeitos de sala de aula com esta abordagem.

Sua participação é voluntária e se quiser desistir, em qualquer momento, não terá nenhum problema. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira.

A pesquisa será feita prioritariamente nas instalações da Escola Municipal de Ensino Fundamental Princesa Isabel. Para isso, serão utilizados registros das atividades desenvolvidas pelos participantes.

Este estudo não apresenta qualquer risco aos participantes além dos habituais de um ambiente acadêmico. Como benefícios você contribuirá para formação docente e discente da instituição, tendo em vista que o estudo desenvolvido não apenas busca compreender os aspectos circunstanciais, mas também procura alternativas que promovam uma prática mais atenta para as demandas atuais no contexto em que se aplica.

Você ou o seu/sua filho(a) não serão identificados nem pelo nome, nem pelo uso de dados ou materiais que possam identificar a participação no estudo. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, porém mantendo o anonimato.

Ao término da pesquisa, os resultados serão divulgados através da publicação do artigo do autor que é realizada pelo IFRS-BG.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fomecida a você.

Se tiver alguma dúvida ou necessitar esclarecimento, pode entrar em contato com o pesquisador através do e-mail disponibilizado abaixo.

Eu, _____, portador(a) do documento de identidade _____, aceito participar da pesquisa intitulada: "A CONSTRUÇÃO DO TRIÂNGULO DE SIERPINSKI NO DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE POTÊNCIAS COM ESTUDANTES DE 7º ANO". Fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada, bem como sobre a metodologia que será adotada, sobre os riscos e benefícios envolvidos. Recebi a informação de que a qualquer momento poderei desistir de participar do estudo, e o meu responsável poderá modificar a decisão de permitir minha participação, se assim o desejar. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Bento Gonçalves, ____ de _____ de 2024.

Assinatura do(a) participante ou responsável legal

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

CEP/IFRS

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br

Endereço: Rua General Osório, 348, Centro, Bento Gonçalves, RS, CEP: 95.700-000

Telefone: (54) 3449-3340

Pesquisador principal: Antonio Pivetta

Documento de Identidade: 1063507253

E-mail para contato: antoniopivetta@yahoo.com.br