REALIZAÇÃO ABENGE Associação Brasileira de Educação em Engenharia
COBENGE 2025
15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP
ORGANIZAÇÃO PUC CAMPINAS

# APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS BÁSICOS DO CÁLCULO DIFERENCIAL

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6116

***Autores:*** *DEMISON ELTON LIMA SILVA,TâNIA BAIER,EDUARDO RAFAEL ZIMDARS*

***Resumo:*** *Este artigo apresenta parte de uma pesquisa de mestrado que investiga a aprendizagem significativa de conceitos matemáticos no ensino superior, com base na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. O estudo foca no uso de organizadores prévios para facilitar a compreensão do conceito de derivada no Cálculo Diferencial e Integral. Desenvolveu-se uma atividade didática com estudantes de uma disciplina introdutória de Cálculo, utilizando o fractal Tapete de Sierpinski como organizador prévio para explorar, de forma visual e intuitiva, o conceito de limite. A pesquisa segue abordagem qualitativa, com observações, entrevistas e análise das produções dos estudantes. Os resultados mostram que, apesar de dificuldades com conteúdos básicos, a atividade promoveu discussões significativas e conexões entre conhecimentos prévios e novos conceitos. Conclui-se que o uso de organizadores prévios é uma estratégia eficaz para apoiar a aprendizagem de conceitos abstratos em matemática.*

***Palavras-chave:*** *cálculo diferencial,conceito de limites,aprendizagem significativa,cálculo diferencial,,conceito de limites,aprendizagem significativa*

# APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS BÁSICOS DO CÁLCULO DIFERENCIAL

## 1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa em andamento no Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Regional de Blumenau, cuja temática central é a aprendizagem significativa de conceitos matemáticos fundamentais no ensino superior. A investigação está fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, especialmente na ideia de que o conhecimento prévio do estudante, sua estrutura cognitiva, é o principal fator que influencia a aprendizagem de novos conteúdos. Nesse contexto, o artigo discute estratégias didáticas baseadas na utilização de organizadores prévios, que funcionam como pontes entre os conhecimentos que o aluno já possui e os novos conceitos a serem construídos.

A pergunta de pesquisa que orienta este estudo é: como a utilização de organizadores prévios, fundamentados em conteúdos da Educação Básica, pode contribuir para a aprendizagem significativa do conceito de derivada no Cálculo Diferencial e Integral? O objetivo geral é compreender como a retomada de conteúdos matemáticos elementares, por meio de abordagens visuais e exploratórias, favorece a construção de significados para conceitos fundamentais do Cálculo. Trata-se de uma problemática relevante, dada a recorrente dificuldade dos estudantes em compreender os conceitos iniciais dessa disciplina.

Como parte da investigação, foi desenvolvido um estudo de caso com estudantes de uma disciplina introdutória de Cálculo Diferencial e Integral, utilizando o fractal Tapete de Sierpinski como organizador prévio para abordar, de modo intuitivo, o conceito de limite de uma função. A partir de uma atividade investigativa envolvendo iterações geométricas e análise da variação de área, buscou-se ativar conhecimentos prévios e promover reflexões que auxiliassem na compreensão conceitual do comportamento de funções em processos infinitos. Este artigo apresenta os fundamentos teóricos da pesquisa, a metodologia qualitativa adotada e a análise dos dados coletados com base nas respostas e interações dos estudantes durante essa atividade.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta pesquisa está baseada em orientações da teoria de Ausubel que entende aprendizagem significativa como sendo “um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” (Moreira; Masini, 2001, p. 17). De acordo com a teoria ausubeliana, há condições para acontecer aprendizagem significativa. “Essencialmente, são duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) *o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo* e 2) *o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender*” (Moreira, 2011, p. 24, grifos do autor).

A ideia fundamental, resumida por Ausubel a um único princípio, é transcrita por Moreira (2006, p. 13): “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo”; a expressão “aquilo que o aprendiz já sabe” está relacionada com a “estrutura cognitiva” do estudante. No estudo dos conceitos básicos do Cálculo Diferencial, seguindo princípios de Ausubel, o fator mais importante é averiguar se o estudante conhece os conteúdos matemáticos elementares.

Uma nova informação interage com uma estrutura de conhecimento prévio que Ausubel define como *subsumir* (subsunçor) e a "aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em *subsunçores relevantes* preexistentes na estrutura cognitiva de que aprende" (Moreira; Masini, 2001, p. 17, grifos dos autores). Moreira (2012, p. 4-5, grifos do autor) esclarece esse entendimento:

> Em linguagem coloquial poderíamos dizer que "nossa cabeça" está "cheia" de subsunçores, uns já bem firmes outros ainda frágeis, mas em fase de crescimento, uns muito usados outros raramente, uns com muitas "ramificações', outros "encolhendo". Naturalmente, esses conhecimentos interagem entre si e podem organizar-se e reorganizar-se. Ou seja, "nossa cabeça" contém um conjunto dinâmico de subsunçores.

Ausubel enfatiza a importância do professor investigar os subsunçores, isto é, os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos estudantes. A investigação da existência de subsunçores possibilita a organização de práticas educativas que contribuam para o estudante atribuir significado para os conteúdos curriculares a serem aprendidos.

Um professor pode saber, a partir da sua vivência pedagógica, que estudantes não lembram conteúdos de matemática que constituem o currículo da Educação Básica ou não relacionam seus conhecimentos prévios com os novos temas a serem aprendidos. Organizadores prévios "poderão ajudar muito na percepção dessa relacionabilidade" e também "podem ser usados para 'resgatar', 'ativar', 'recuperar esse conhecimento obliterado" (Moreira, 2008, p. 10, grifos do autor).

A aprendizagem pode ser facilitada por meio do uso de organizadores prévios funcionado como pontes cognitivas. No entendimento de Ausubel, a utilidade fundamental do organizador prévio é funcionar como uma ponte ligando os conhecimentos que o estudante já possui com os novos conhecimentos (Moreira, 2008).

Pode ocorrer que o estudante não possua subsunçores adequados para atribuir significado para um novo conhecimento e faz-se necessária a utilização dos organizadores prévios, que estruturarão os conhecimentos necessários para que o aprendizado do novo conhecimento seja significativo. Ausubel aconselha "o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para a nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente" (Moreira; Masini, 2001, p. 21). O subsunçor pode ser descrito como uma âncora, no entanto, não é imutável e é modificado pelos novos conhecimentos. Um organizador prévio pode ser elaborado de diversas formas, por exemplo, "um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas" (Moreira, 2012, p. 11).

A estrutura cognitiva do estudante pode não contemplar conceitos subsunçores e para o aprendizado de "material totalmente não-familiar, um organizador 'explicativo' é usado para prover subsunçores relevantes aproximados" (Moreira; Masini, 2001, p. 22, grifo do autor). Esses autores enfatizam que para os organizadores prévios serem úteis "precisam ser formulados em termos familiares ao aluno, para que possam ser aprendidos, e devem contar com boa organização do material de aprendizagem para terem valor de ordem pedagógica" (p. 22).

Moreira (2006, p. 14) traz a orientação de Ausubel depois da "identificação dos conceitos organizadores básicos de uma dada disciplina [...] a atenção pode ser dirigida aos problemas organizacionais programáticos envolvidos na apresentação e no arranjo sequencial das unidades componentes". Uma das possibilidades é uma disciplina geralmente denominada Pré-Cálculo contemplando os conteúdos matemáticos básicos, outra é efetuar revisão desses conteúdos no início da disciplina Cálculo Diferencial e Integral. A abordagem dos conteúdos curriculares de matemática da Educação Básica pode ocorrer a cada aula de Cálculo e, neste artigo, é apresentado um recorte de um estudo sobre aulas iniciais da disciplina Cálculo Diferencial e Integral possibilitando ao estudante, de modo intuitivo, a atribuição de significado para o conceito de limite de uma função.

## 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa adota a abordagem de investigação qualitativa e ideias fundamentais dos investigadores qualitativos são apresentadas por Bogdan e Biklen (1994, p. 83) esclarecendo: “que o significado e o processo são cruciais na compreensão do comportamento humano; que os dados descritivos representam o material mais importante a recolher [...]”. Esta pesquisa busca compreender percepções e experiências de estudantes acerca da aprendizagem de conceitos matemáticos fundamentais em disciplinas de base no ensino superior, focando o Cálculo Diferencial e Integral.

Bogdan e Biklen (1994, p. 113) relatam que a maioria dos investigadores qualitativos, para a obtenção dos dados, desenvolve sua pesquisa nos “locais onde os sujeitos se entregam às suas tarefas quotidianas”. Além disso, como enfatizam os autores, “os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. “Entendem que as acções podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 48). A partir desse entendimento, a obtenção de dados desta pesquisa será realizada presencialmente em sala de aula, acompanhando o desenvolvimento das atividades didáticas e as interações estabelecidas entre estudantes, docente e conteúdos.

Conforme apontam Bogdan e Biklen (1994, p. 47), a investigação qualitativa “é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal”. Esta pesquisa tem como ambiente natural a sala de aula de uma turma de uma instituição pública de ensino superior cursando a disciplina Cálculo Diferencial e Integral I. Desse modo, a investigação será conduzida nos próprios contextos em que os alunos aprendem matemática, priorizando o acompanhamento das interações em sala de aula e o contato direto com os estudantes participantes desta pesquisa envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem.

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, serão obtidos dados por meio de observação participante das aulas; entrevistas semiestruturadas com estudantes e docente; análise de materiais didáticos e avaliações aplicadas nas disciplinas; registros em diário de campo do pesquisador. Assim sendo, esta pesquisa se alinha com os esclarecimentos de Bogdan e Biklen (1994, p. 149, grifo dos autores): “O termo *dados* refere-se aos materiais em bruto que os investigadores recolhem do mundo que se encontram a estudar, são os elementos que formam a base da análise”, por exemplo, “transcrições de entrevistas e notas de campo referentes a observações participantes. Os dados também incluem aquilo que outros criaram”. Dentre os registros efetuados, nesta pesquisa serão selecionados recortes que são denominados “dados férteis” por Bogdan e Biklen (1994, p. 164, grifo dos autores), ou seja, “são frases utilizadas pelos investigadores de campo experimentados para se referirem às notas de campo que oferecem boa descrição e diálogos relevantes para o que acontece no meio e qual o seu significado para os participantes”.

Um aspecto fundamental da pesquisa qualitativa é a valorização dos significados atribuídos pelos próprios participantes. “O objectivo dos investigadores qualitativos é o de melhor compreender [...] o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 70). Nesse sentido, “os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitam tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 51). Na presente pesquisa, busca-se compreender os significados atribuídos pelos estudantes para os conteúdos matemáticos a partir de suas próprias interpretações e vivências.

De acordo com os autores, “os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 49). Assim, o foco da pesquisa está em compreender como os estudantes constituem seus entendimentos sobre um conceito fundamental do Cálculo Diferencial – o conceito derivada de uma função de uma variável real – e identificar dificuldades que manifestam ao longo do processo. Bogdan e Biklen (1994, p. 49) enfatizam: “Ao recolher dados descritivos, os investigadores qualitativos abordam o mundo de forma minuciosa”. Desse modo, as observações realizadas durante a obtenção dos dados e transcrições de entrevistas serão redigidas detalhadamente.

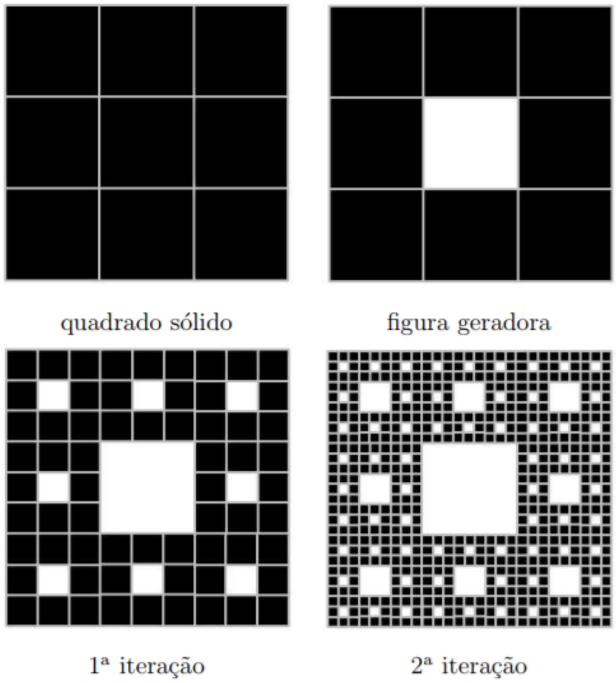
Os dados coletados serão organizados e analisados com foco na identificação de padrões de dificuldade e compreensões relacionados ao conceito de derivada e outros conteúdos fundamentais. O processo de análise de dados desta pesquisa buscará investigar se os estudantes atribuíram significado para os conteúdos de matemática envolvidos no estudo da derivada de uma função, conforme as diretrizes definidas por Bogdan e Biklen (1994, p. 205): “A análise de dados é o processo de busca e de organização sistemático de transcrições de entrevistas, de notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados” e “A análise envolve o trabalho com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta dos aspectos importantes”. Finalizando, esses autores informam que deve ser tomada “a decisão sobre o que vai ser transmitido aos outros. “Em última análise, os produtos finais da investigação constam de livros, artigos, comunicações e planos de acção. A análise de dados leva-o das páginas de descrições vagas até estes produtos finais” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 205). O produto final desta pesquisa será o Produto Educacional articulado com a dissertação contendo propostas pedagógicas que possibilitam ao estudante atribuir significado para conteúdos matemáticos básicos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os temas selecionados que constituem o organizador prévio abordado neste artigo são os fractais. Na matemática existem figuras geométricas (ou objetos) criadas a partir de infinitas iterações, a elas damos o nome de fractais. Segundo Nunes: “Fractais são objetos que podem ser obtidos ou aleatoriamente, através de processos recursivos apresentando determinadas características que por vezes são encontradas em formas da natureza. Essas características são: auto semelhança, escala, complexidade e dimensão.” (Nunes, 2006, p. 29). Um dos fractais mais conhecidos é o Tapete de Sierpinski, estudado pelo matemático Waclav Sierpinski (1882 – 1969). Nunes explica o processo de criação:

> Partimos de um quadrado preenchido que é dividido em 9 quadrados iguais e retiramos o quadrado do meio. Ficamos, portanto, com a figura geradora. A 1ª iteração é obtida através de uma aplicação da figura geradora a cada um dos quadrados preenchidos que a constituem. A figura final deste passo de construção é o elemento de construção da figura seguinte (2ª iteração), por aplicação da figura geradora. (Nunes, 2006, p.30).

Figura 1: Sequência do processo iterativo de construção do Tapete de Sierpinski.




Fonte: Nunes, 2006, p. 30.

A figura 1 representa o processo, que é infinito, ou seja, a cada quadrado é realizado o processo da figura geradora.

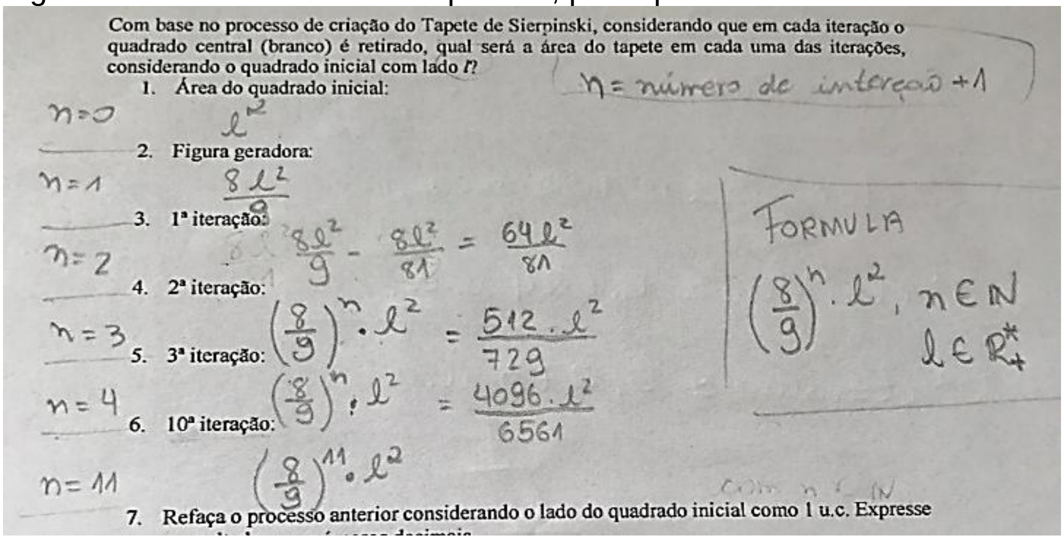
Foi apresentado ao grupo de alunos um questionamento com oito perguntas: Com base no processo de criação do Tapete de Sierpinski, considerando que em cada iteração o quadrado central (branco) é retirado, qual será a área do tapete em cada uma das iterações, considerando o quadrado inicial com lado $l$?

1. Área do quadrado inicial:
2. Figura geradora:
3. 1ª iteração:
4. 2ª iteração:
5. 3ª iteração:
6. 10ª iteração:
7. Refaça o processo anterior considerando o lado do quadrado inicial como 1 u.c. Expresse o resultado com números decimais.
8. Com base nisso, o que aconteceria após um número muito grande de iterações? Qual seria a sua área depois de infinitas iterações? Em algum momento a área do tapete será nula? Explique.

______________________________________________________________________

As atividades foram desenvolvidas por grupos de alunos classificados em A, B, C, D, E, F, G, H e I. Os grupos B, E e G, resolveram até 7 questões de forma correta, similares ao mostrado na figura 2, porém erraram (grupo B) ou deixaram em branco (grupo E, G) a questão 8. Já o grupo D errou antes da generalização da área do tapete, na segunda iteração, chegando a uma área que não corresponde a área do Tapete, porém apresentaram respostas corretas à questão 8.

Figura 2: Desenvolvimento da questão, participante C4.


Com base no processo de criação do Tapete de Sierpinski, considerando que em cada iteração o quadrado central (branco) é retirado, qual será a área do tapete em cada uma das iterações, considerando o quadrado inicial com lado $l$?

$n$ = número de interção + 1

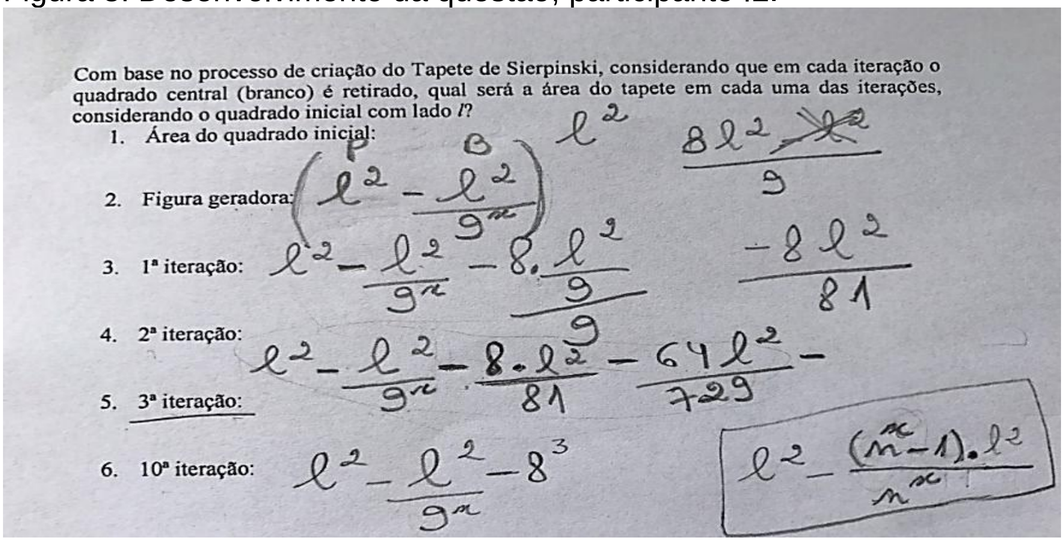
1. Área do quadrado inicial: $n=0$ $\quad l^2$
2. Figura geradora: $n=1$ $\quad \frac{8l^2}{9}$
3. 1ª iteração: $n=2$ $\quad \frac{8l^2}{9} - \frac{8l^2}{81} = \frac{64l^2}{81}$
4. 2ª iteração: $n=3$ $\quad \left(\frac{8}{9}\right)^n \cdot l^2 = \frac{512 \cdot l^2}{729}$
5. 3ª iteração: $n=4$ $\quad \left(\frac{8}{9}\right)^n \cdot l^2 = \frac{4096 \cdot l^2}{6561}$
6. 10ª iteração: $n=11$ $\quad \left(\frac{8}{9}\right)^{11} \cdot l^2$
7. Refaça o processo anterior considerando o lado do quadrado inicial como 1 u.c. Expresse

FORMULA
$\left(\frac{8}{9}\right)^n \cdot l^2, \; n \in \mathbb{N}, \; l \in \mathbb{R}^*_+$

Fonte: Zimdars, 2018, p. 85.

Os alunos do grupo F e I, resolveram as questões de modo totalmente errado. Os erros foram de interpretação e de simplificação das frações, como se observa na figura 3, da resolução do integrante I2, como exemplo.

Figura 3: Desenvolvimento da questão, participante I2.


Com base no processo de criação do Tapete de Sierpinski, considerando que em cada iteração o quadrado central (branco) é retirado, qual será a área do tapete em cada uma das iterações, considerando o quadrado inicial com lado $l$?

1. Área do quadrado inicial: $l^2$ $\quad \frac{8l^2 \cancel{l^2}}{9}$
2. Figura geradora: $\left(l^2 - \frac{l^2}{9^x}\right)$ $\quad -\frac{8l^2}{81}$
3. 1ª iteração: $l^2 - \frac{l^2}{9^x} - \frac{8 \cdot \frac{l^2}{9}}{9}$
4. 2ª iteração: $l^2 - \frac{l^2}{9^x} - \frac{8 \cdot l^2}{81} - \frac{64l^2}{729} -$
5. 3ª iteração:
6. 10ª iteração: $l^2 - \frac{l^2}{9^x} - 8^3$ $\quad \boxed{l^2 - \frac{(n^x - 1) \cdot l^2}{n^x}}$

Fonte: Zimdars, 2018, p. 87.

Além da categorização apresentada, o quadro 1 mostra as respostas de cada grupo para a questão 8, que pedia sobre o que aconteceria com a área do Tapete após um número muito grande de iterações, ou seja, a questão “chave” do problema. As respostas foram escolhidas aleatoriamente dos integrantes de cada grupo.

Quadro 1: Respostas dos grupos para a questão sobre o comportamento da área após inúmeras iterações

| Grupo | Resposta questão 8 |
|---|---|
| A | Após um número grande de iterações, a área ficaria cada vez menor. Após infinitas interações (sic) a área ficaria próxima de zero, mas nunca nula, pois |

| | |
|---|---|
| | a área inicial sempre será maior que a área retirada. (A4, sujeito de pesquisa, 2017). |
| B | Com o aumento do número de iterações a área do tapete diminui de forma exponencial. Com infinitas iterações a área se aproxima de um número infinitamente próximo de 0,5 u.a. sem nunca alcançar esse número. Pois a cada iteração você vai retirando menos área, de forma com que a área do tapete nunca será nula. (B1, sujeito de pesquisa, 2017). |
| C | A área se aproxima cada vez mais de zero. Desta forma, a área após iterações infinitas é zero. Todavia, como infinito é apenas uma noção e não um número, a área nunca será nula. (C4, sujeito de pesquisa, 2017). |
| D | Sempre tenderá a 0, mas nunca será (D3, sujeito de pesquisa, 2017). |
| E | Em branco |
| F | Em branco |
| G | Em branco |
| H | Após um grande número de iterações a área seria bem menor. Para infinitas iterações teríamos que a área seria $l^2\left(\frac{8}{9}\right)^{\infty+1}$. Nunca será nula, pois não existe $n$ tal que $l^2\left(\frac{8}{9}\right)^{n+1}=0$, já que uma função exponencial tem assíntota horizontal em $y=0$. (H3, sujeito de pesquisa, 2017). |
| I | Em branco |

Fonte: Zimdars, 2018.

Embora alguns grupos não tenham conseguido resolver todas as questões propostas, a atividade revelou-se pertinente para a abordagem dos conceitos de limites, tendo em vista que promoveu discussões em grupo baseadas em ideias intuitivas. Observou-se que muitos estudantes encontram dificuldade relacionada a conteúdos matemáticos básicos, o que reforça a importância de estratégias que retomem esses conhecimentos.

Nesse sentido, a visualização de formas geométricas aliada ao desenvolvimento de processos iterativos mostrou-se eficaz para introduzir, de maneira acessível e significativa, o conceito de limites de uma função. A proposta permitiu que os estudantes atribuíssem significados às fórmulas matemáticas com base em representações concretas e reflexões colaborativas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas educativas apresentadas neste artigo demonstram como o uso de organizadores prévios, como o fractal Tapete de Sierpinski, pode favorecer a aprendizagem significativa de conceitos fundamentais do Cálculo Diferencial, especialmente o conceito de limite. A atividade proposta permitiu aos estudantes mobilizar conhecimentos prévios da Educação Básica e, a partir da visualização de formas geométricas e da construção de um raciocínio iterativo, desenvolver intuições sobre comportamentos de funções em processos infinitos.

Embora tenham sido observadas dificuldades relacionadas a conteúdos elementares, a proposta mostrou-se potente: promoveu discussões e reflexões entre os estudantes e os aproximou, de forma significativa, das ideias fundamentais do Cálculo. Além disso, a abordagem baseada em organizadores prévios pode ser expandida para outras construções fractais, como o triângulo de Sierpinski e a curva de Koch, ampliando as possibilidades de exploração didática.

Ressalta-se que esse tipo de estratégia pode também ser adaptada ao ensino básico, com o uso de materiais concretos, recortes e abordagens lúdicas, favorecendo a transição dos estudantes para o pensamento matemático formal requerido no ensino superior.

## REFERÊNCIAS

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. 3. ed. Porto: Porto Editora, 1994.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa:** da teoria à prática. 2. ed São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília, Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, v. 7, n. 2, p. 23–30, 2008. Disponível em: http://moreira.if.ufrgs.br/organizadoresport.pdf. Acesso em: 29 abr. 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal Aprendizagem Significativa?** [S.l., s.n.], 2012. Disponível em: http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf. Acesso em: 27 abr. 2025.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias da aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. S. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

NUNES, Raquel S. R. **Geometria fractal e aplicações**. 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2006. Disponível em: http://www.fc.up.pt/pessoas/jfalves/teses/raquel.pdf. Acesso em: 21 abr. 2025.

ZIMDARS, Eduardo Rafael. **Pedagogia da assimilação solidária**: desafios e possibilidades no processo de ensino e aprendizagem de limites. 2018. 136 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2018. Disponível em: https://pergamumweb.udesc.br/acervo/137208. Acesso em: 18 abr. 2025.