

---

**NOTAS SOBRE COMPLEXIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE NA PRÁTICA  
DOCENTE DE GEOMETRIA**

**NOTES ON COMPLEXITY AND TRANSDISCIPLINARITY IN THE TEACHING  
PRACTICE OF GEOMETRY**

**Adriano Aparecido da Silva\***  
**Ettiène Cordeiro Guérios\*\***

**RESUMO**

Este artigo responde à questão de como explorar conceitos geométricos de maneira transdisciplinar, a fim de possibilitar o conhecimento pertinente nos estudantes. Trata-se de pesquisa qualitativa e exploratório-explicativa do tipo intervenção, utilizando uma triangulação de instrumentos de coleta de dados, envolvendo observação com diário de campo, questionários e entrevistas semiestruturadas, que foram analisados a partir do método dos núcleos de significação, proposto por Aguiar e Ozella (2008). Os participantes foram 49 estudantes da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Curitiba (Paraná). Para a intervenção, foi criada uma sequência didática com abordagem transdisciplinar composta pelas seguintes temáticas: (i) a gravidade e o conceito de geometria; (ii) compreendendo a geometria dos répteis; (iii) geometria molecular e a relação de Euler. Como resultado, tem-se que a abordagem transdisciplinar desenvolvida no ensino da geometria foi fundamental para transformar a perspectiva dos estudantes sobre essa disciplina. A pesquisa evidenciou que, ao integrar conceitos geométricos ao contexto mais amplo do espaço em que vivem, os estudantes compreenderam a geometria como ciência e refletiram sobre sua presença em diferentes aspectos da realidade cotidiana. Essa mudança de olhar enriqueceu o entendimento dos estudantes sobre geometria e os incentivou a explorar, questionar e formular conjecturas de maneira mais significativa.

**Palavras-chave:** Complexidade. Ensino de geometria. Matemática no Ensino Médio. Sequência didática.

**ABSTRACT**

This article answers the question on how to explore geometric concepts in a transdisciplinary way, in order to allow that relevant knowledge is provided to students. This is an exploratory-explanatory qualitative research of the intervention type, using a triangulation of data collection instruments, involving observation with a field diary, questionnaires and semi-structured interviews, which were analyzed using the method of cores of meaning, proposed by Aguiar and Ozella (2008). The participants were 49 students from the 1st year of high school in a public school in the city of Curitiba (Paraná). For the intervention, a didactic sequence with a transdisciplinary approach was created, composed of the following topics: (i) gravity and the concept of geometry; (ii) understanding the geometry of reptiles; (iii) molecular geometry and

---

\* Mestrando do Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná (PPGE/UFPR). Professor na Secretaria de Estado de Educação (SEED/PR). Curitiba, Paraná (PR), Brasil. E-mail: [adriano.silva@ufpr.br](mailto:adriano.silva@ufpr.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3045-2545>

\*\* Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Professora na Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba, Paraná (PR), Brasil. E-mail: [ettiene@ufpr.br](mailto:ettiene@ufpr.br). ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5451-9957>



Euler's relation. As a result, it was observed that the transdisciplinary approach developed in the teaching of Geometry was fundamental to change the perspective of students on this subject. The research showed that, by integrating geometric concepts to the broader context of the space in which they live, students understood Geometry as a science and also reflected about its presence in different aspects of daily reality. This shift in perspective enriched their understanding of geometry and encouraged them to explore, question, and formulate conjectures in more meaningful ways.

**Keywords:** Complexity. Geometry teaching. High School Math. Didactic sequence.

## 1 INTRODUÇÃO

O presente artigo explora, entre tantas reflexões, a interseção entre a lógica clássica e os princípios da transdisciplinaridade e da complexidade no contexto do ensino de matemática. A lógica clássica, fundamentada na dicotomia verdadeiro-falso do princípio do terceiro excluído, representa uma abordagem tradicional na matemática, que define uma afirmação como verdadeira ou falsa, sem considerar nuances profundas. A pesquisa destaca a relevância da Teoria da Complexidade de Edgar Morin, que propõe uma visão integrada e contextualizada do conhecimento, enfatizando a necessidade de situar informações em seus contextos amplos e compreender as interconexões entre diferentes áreas do conhecimento.<sup>1</sup>

Ao observar a dinâmica da sala de aula, evidencia-se que muitos estudantes enfrentam dificuldades em relacionar os conteúdos matemáticos ao seu contexto pessoal e à realidade que os cerca. Muitas vezes, há falta de contextualização. Em alguns casos, os estudantes ficam expostos a um alto grau de abstração matemática, o que torna a compreensão quase inatingível e prejudica a obtenção de um conhecimento matemático relevante e aplicável. Isso se reflete também no ensino da geometria, que frequentemente é apresentado de forma técnica, como um conjunto complexo de teoremas e definições. Nesse cenário, os estudantes muitas vezes não conseguem perceber que a Geometria Euclidiana, por exemplo, pode ser entendida como estudo das propriedades do espaço em que vivem. Conforme argumentam Góes e Guérios:

Vivemos num mundo de formas. Onde quer que se observe, as ideias geométricas estão presentes no mundo tridimensional, seja na arquitetura,

---

<sup>1</sup> Este trabalho decorre da dissertação de mestrado desenvolvida pelo primeiro autor no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná, na Linha de Cognição, Aprendizagem e Desenvolvimento Humano.

na natureza ou em qualquer área do conhecimento, o que justifica considerar a geometria como um eixo estruturante da matemática no Ensino Fundamental e Médio.<sup>2</sup>

Na pesquisa, consideramos o ensino de matemática como um fenômeno complexo que integra princípios da transdisciplinaridade na compreensão como campo de conhecimento. No contexto da geometria concebida como “estudo do espaço em que vivemos”, juntamente com suas formas e relações, temos há algum tempo nos perguntado, por exemplo, se faz sentido ensinar geometria apenas por meio de fórmulas, teoremas e definições, sem considerar a dimensão prática de conceitos básicos, tais como perímetro, área e volume, e se faz sentido explorar os conceitos geométricos de forma mecânica, descontextualizada, fragmentando cada vez mais esses conhecimentos. Essa abordagem mecânica e descontextualizada, ao distanciar-se da realidade, pode ser problemática.

O dilema que surge está na interseção entre a abstração e a contextualização dos conceitos geométricos. Quando a geometria é vista como uma exploração do espaço como seu objeto de pesquisa, a simples abstração de tais conceitos e técnicas, sem consciência ou compreensão, pode levar a uma aprendizagem vazia. Embora os estudantes possam realizar cálculos, estes podem fazê-los compreender o significado e a relevância dos conhecimentos envolvidos.

Nesse contexto, a pesquisa delimita seu problema ao considerar esse dilema no ensino da geometria. Ela busca, por meio do entendimento do espaço vivido pelos estudantes e dos conhecimentos que extrapolam os limites da matemática disciplinar e curricular, desenvolver uma abordagem transdisciplinar baseada na Teoria da Complexidade. A questão que esta pesquisa procura responder é: *como explorar conceitos geométricos de maneira transdisciplinar, a fim de possibilitar o conhecimento pertinente nos estudantes?*

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O legado de Edgar Morin, um dos sociólogos e antropólogos mais renomados do mundo, é marcado por sua contribuição significativa às ciências humanas,

---

<sup>2</sup> GÓES, H. C.; GUÉRIOS, E. C. Subsídio para a desfragmentação da prática didática em Geometria. *Educação Gráfica*, Bauru, v. 24, n. 1, p. 329-343. abr. 2020.



especialmente no campo da educação. Sua abordagem complexa da realidade, fundamentada na materialidade dos estudos antropológicos, destaca-se como um pilar central de sua obra. A complexidade, tema principal em seus escritos, refere-se à multiplicidade de elementos, interações e dimensões que compõem a realidade social, humana e do conhecimento.

Contrariamente à crença de que a complexidade oferece respostas prontas aos problemas sociais e educacionais, Morin enfatiza que ela é uma característica intrínseca ao mundo fenomênico constitutivo da realidade que precisa ser explorada para subsidiar novas estratégias pedagógicas, sociais e políticas. Como ressalta Morin (2008, p. 12): “[...] a complexidade é a união indissociável do simples e do complexo, do múltiplo e do uno, do heterogêneo e do homogêneo, do aleatório e do determinado”.

A complexidade é “[...] um tecido de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. A complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem no mundo fenomênico” (Morin, 2007, p. 13). Portanto, para compreender e agir de modo contundente em uma realidade complexa, é crucial adotar uma abordagem transdisciplinar e uma postura epistemológica aberta à incerteza e à imprevisibilidade.

Essa complexidade exige uma visão global e uma compreensão profunda da natureza humana e das condições históricas e culturais em que esses problemas surgem. Para enfrentar esses desafios, é essencial uma reforma do pensamento que vá além das limitações das abordagens disciplinares tradicionais. Segundo Morin (2015, p.50):

Os problemas contemporâneos são cada vez mais multidimensionais, globais e complexos, abrangendo ao mesmo tempo a economia, a política, a ecologia, a cultura, a educação, a ética e o conhecimento. São problemas que exigem uma abordagem transdisciplinar, uma visão global, uma atitude responsável e uma compreensão profunda da natureza humana e das condições históricas e culturais em que surgem.

A complexidade, no entendimento de Morin, exige uma mudança de paradigma na educação. É necessária uma reforma sistemática do ensino que inclua desde cedo um ensino da condição humana e da vida em sociedade, levando em conta a complexidade do real. Uma educação transdisciplinar vai além dos fragmentos do

saber, promovendo uma compreensão integrada e interconectada do mundo. Como ressalta o autor:

Se quisermos propor uma reforma do pensamento, é preciso propor simultaneamente uma reforma do ensino e da educação, e fazê-las avançar juntas. É preciso introduzir, desde as primeiras idades, um ensino da condição humana e da vida em sociedade, um ensino da identidade e da diversidade, um ensino que vá além dos fragmentos do saber, para abarcar a complexidade do real (Morin, 2000, p. 56).

A transdisciplinaridade envolve a superação das fronteiras das disciplinas e a instauração de uma comunicação renovada, reconhecendo que os problemas fundamentais não podem ser compreendidos por uma única disciplina. Isso implica explorar conexões invisíveis entre diferentes áreas do conhecimento e considerar a complexidade como uma característica intrínseca de nossa realidade.

Para compreender a evolução do pensamento humano em relação à complexidade, nos reportamos ao século XVII. Nesse momento, a visão de mundo predominante era a decorrente da ciência clássica, determinada pela relação determinística de causa-efeito, ou causa-consequência, cujo precursor foi Isaac Newton (1643-1727). Além disso, prevalecia o método cartesiano, de René Descartes (1596-1650), que objetiva verdades irrefutáveis ou absolutas. Nesse contexto, a separabilidade conduziu à fragmentação, e a especialização conduziu à disjunção pela ausência de relação entre as partes e o todo que as contém. Estruturado em quatro pilares, que são “evidência”, “análise”, “ordem” e “enumeração”, o pensamento é conduzido de modo dedutivo e racional, usando a lógica na busca da verdade irrefutável ou absoluta. Os sentidos e a dimensão humana não lhe pertencem.

O paradigma cartesiano pressupunha que o universo era composto por sistemas isolados e independentes, explicáveis por leis determinísticas e causais. No entanto, essa visão fragmentada e simplificadora do mundo não é mais suficiente para dar conta da complexidade dos acontecimentos, seres e conhecimentos que compõem a nossa realidade em constante transformação. Nesse cenário, é fundamental considerar a importância de uma abordagem transdisciplinar que integre diferentes perspectivas e níveis de realidade.

A transdisciplinaridade (Nicolescu, 1999) nos permite compreender a complexidade e, também, nos ajuda a criar soluções mais abrangentes para os desafios multidimensionais e globais que enfrentamos no mundo contemporâneo. O



pensamento de Edgar Morin colabora para a construção de abordagens educacionais que adotem uma visão mais integrada e interconectada do mundo para o enfrentamento de tais desafios. A complexidade, entendida como uma característica intrínseca da realidade, exige uma transformação profunda em nosso modo de pensar e agir. A transdisciplinaridade, por sua vez, surge como um caminho promissor para explorar as conexões invisíveis entre diferentes áreas do conhecimento, possibilitando uma compreensão mais completa e contextualizada do mundo em que vivemos. Ao adotar uma abordagem transdisciplinar e considerar a complexidade como uma característica essencial da vida, podemos enfrentar os desafios contemporâneos, promovendo uma educação com vistas a uma sociedade mais integrada, interconectada e resiliente. No âmbito da educação, Morin explica que a transdisciplinaridade possibilita:

[...] transpor os limites das disciplinas e a instauração de uma comunicação renovada, fundada sobre a convicção de que os problemas fundamentais não podem ser apreendidos por uma única disciplina, constituem o desafio que, em face das descontinuidades e das desordens do mundo contemporâneo, se impõe a todos os que buscam contribuir para a construção de uma cultura autenticamente universal. (Morin, 2007, p. 23)

De acordo com Basarab Nicolescu (1999), autor de *O manifesto da transdisciplinaridade*, a transdisciplinaridade é uma abordagem que vai além das disciplinas, buscando uma integração complexa das diferentes áreas do conhecimento. Em suas palavras:

A transdisciplinaridade, como o prefixo “trans” indica, diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento. (Nicolescu, 1999, p. 53)

A transdisciplinaridade é uma abordagem que surge da necessidade de lidar com a complexidade do mundo atual e superar a fragmentação do conhecimento. O princípio epistemológico que a fundamenta reconhece que a realidade é dinâmica e multifacetada, composta por diferentes níveis de organização que se inter-relacionam e se influenciam mutuamente. Ao adotar esse princípio, a abordagem transdisciplinar valoriza a diversidade do conhecimento, buscando integrar saberes e promover uma visão mais ampla e complexa da realidade. Desse modo, a transdisciplinaridade pode

contribuir para a construção de uma visão mais integrada e coerente do mundo, permitindo que os indivíduos e as sociedades possam agir de forma mais consciente e responsável em relação ao ambiente, a fenômenos, a saberes e aos seres humanos.

É nessa perspectiva teórica que a pesquisa que origina este artigo foi concebida e metodologicamente desenvolvida.

### **3 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Esta pesquisa tem como objetivo geral identificar subsídios e explorar conceitos geométricos de forma transdisciplinar, sob a perspectiva da Teoria da Complexidade. Esse objetivo tem origem na observação do primeiro autor deste artigo em sua rotina de sala de aula no Ensino Médio, em que busca desvelar dados intrínsecos e, por vezes, subjetivos da aprendizagem dos estudantes, e em pesquisas e estudos no campo da complexidade e da transdisciplinaridade da segunda autora. Esses dados, não passíveis de quantificação, servem como base para elaboração de novas abordagens para o ensino da geometria, como a transdisciplinar, por exemplo. Diante desse contexto, a pesquisa adota uma abordagem qualitativa e exploratório-explicativa do tipo intervenção.

A pesquisa de natureza qualitativa dedica-se justamente a capturar essas perspectivas que não podem ser quantificadas, visando explorar os fenômenos que acontecem de forma complexa.

Essa exploração é necessária devido à necessidade de estudar um grupo ou população, identificar variáveis que não podem ser medidas facilmente ou escutar vozes silenciadas. [...] Também conduzimos pesquisa qualitativa porque precisamos uma compreensão complexa e detalhada da questão. Esse detalhe só pode ser estabelecido falando diretamente com as pessoas (Creswell, 2014, p.52).

Para Creswell (2014), a pesquisa qualitativa começa com o uso de estruturas interpretativas, considerando os significados que os participantes atribuem para um determinado problema, fenômeno social ou humano, por meio de uma produção de dados sensível e natural. Denzin e Lincoln (2011) vão ainda mais longe, e consideram que a pesquisa de natureza qualitativa se estende ao impacto e à transformação do mundo.



A pesquisa qualitativa é uma atividade situada que localiza o observador no mundo. Consiste em um conjunto de interpretativos, práticas materiais que tornam o mundo visível. Essas práticas transformam o mundo em uma série de representações, incluindo notas de campo, entrevistas, conversas, fotografias, gravações e memorandos para si mesmo. Nesse nível, a pesquisa qualitativa envolve uma abordagem interpretativa e naturalista do mundo. Isso significa que os pesquisadores qualitativos estudam as coisas em seus ambientes naturais, tentando fazer sentido, ou interpretar, fenômenos em termos dos significados que as pessoas trazem para eles. (Denzin; Lincoln, 2011. p. 3)

Além do objetivo geral desta pesquisa, definimos como objetivos específicos identificar indícios do conhecimento pertinente dos estudantes, na aprendizagem da geometria, bem como averiguar reflexos da aprendizagem dos conceitos geométricos abordados durante a fase de aplicação de uma sequência didática criada especificamente para esse fim.

Esta pesquisa se caracteriza, também, por uma abordagem exploratório-explicativa, afinal, trata-se de uma exploração de situações e fenômenos decorrentes de uma preocupação com a prática docente em sala de aula, além de uma descrição das relações entre diversas variáveis presentes nesse contexto.

De acordo com Severino, uma pesquisa com abordagem exploratória é uma preparação para uma pesquisa explicativa, pois a pesquisa exploratória “levanta informações sobre um determinado objeto” de estudo, enquanto a pesquisa explicativa “é aquela que, além registrar e analisar os fenômenos estudados, busca identificar suas causas, seja através da aplicação do método experimental/matemático, seja através da interpretação possibilitada pelos métodos qualitativos” (Severino, 2013. p.76).

Quanto aos procedimentos técnicos, considerando a natureza qualitativa da pesquisa, bem como os objetivos exploratórios-descritivos, optamos por uma pesquisa do tipo interventiva, amparando-nos em ideias de Spinilo e Lautert (2008). Das autoras, adotamos que a pesquisa-intervenção compreende tanto a ação do pesquisador para produção do conhecimento, como sua intervenção no fenômeno estudado ou nos indivíduos participantes da pesquisa. Como produção de conhecimento, a pesquisa-intervenção pode ter por objetivo testar teorias acerca da cognição humana, para descrever o desenvolvimento e descobrir relações de causalidade entre fatores e fenômenos, ou pode ter implicações educacionais importantes, favorecendo um diálogo entre a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo. E, referente à intervenção, desempenha função de mudanças, favorecendo

o desenvolvimento do indivíduo participante. Essas duas faces da pesquisa-intervenção oportunizam uma pesquisa com contribuições teóricas e práticas.

Em consonância, para Damiani e outros, as pesquisas do tipo intervenção:

[...] são investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências (Damiani, 2022, p. 58).

Spinillo e Lautert (2008) ainda explicam que o contexto da pesquisa-intervenção pode ocorrer em situações experimentais controladas como as desenvolvidas em laboratório, ou não controladas como as desenvolvidas em salas de aula, sendo o foco da pesquisa relacionado direta ou indiretamente a um conceito ou uma habilidade que se pretende desenvolver. Em nosso caso, a pesquisa tem um contexto não controlado, pois sua aplicação ocorre no ambiente natural da sala de aula; portanto, ainda que planejadas as intervenções, as relações múltiplas e variadas que ocorrem entre pesquisadores e estudantes, bem como entre os estudantes, não estão sujeitas a um controle inflexível.

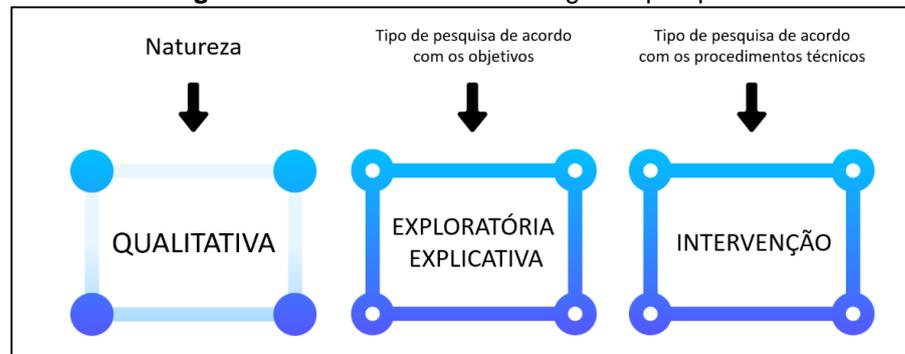
Para a produção de dados, adotamos aplicação de questionários e realização de entrevistas com os estudantes. Os questionários foram denominados nesta pesquisa de Questionário de Reconhecimento e Questionário de Reflexos. O Questionário de Reconhecimento possibilitou examinar indícios do conhecimento prévio dos participantes em relação a temas e ideias da geometria pertencentes à sequência didática elaborada e balizou a ação do professor no decorrer da intervenção. O Questionário de Reflexos, por sua vez, possibilitou a percepção de indícios específicos da aprendizagem dos participantes após a intervenção, ou após o decorrer do tempo.

A

**Figura 1** apresenta o desenho da metodologia de pesquisa, considerando a natureza, o tipo em relação aos objetivos e de acordo com os procedimentos técnicos selecionados.



Figura 1 – Desenho da metodologia de pesquisa.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Esta pesquisa foi realizada em três turmas da 1ª série do Ensino Médio na escola pública da rede estadual de ensino situada em Curitiba, no estado do Paraná, em que o primeiro autor deste artigo atuava como professor de matemática, tendo em vista tratar-se de uma pesquisa-intervenção na prática.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP/CHS) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria de Estado da Saúde do Estado do Paraná. Participaram 49 estudantes regularmente matriculados na 1ª série do Ensino Médio, que, com a permissão de seus responsáveis legais, concordaram em participar de todo o processo de pesquisa. Para preservar a identidade dos estudantes e das turmas, foram atribuídos nomes fictícios a cada um deles.

Considerando que a pesquisa teve um caráter interventivo em sala de aula, foi realizada em um ambiente natural e, conseqüentemente, não controlado, com um número significativo de participantes, com olhares e vozes subjetivas. Num esforço de revelar indícios intrínsecos, já que as evidências obtidas em campo geralmente são motivadoras para considerações e conclusões, optou-se pela triangulação de instrumentos de produção de dados, para assegurar rigor e confiabilidade nas evidências.

Ela [a triangulação] pode nos dar mais confiança de que determinamos corretamente o significado ou pode nos dar mais confiança de que precisamos analisar as diferenças para enxergar significados múltiplos e importantes. Você pode chamar isso de uma situação de ganho mútuo. Se a

verificação adicional confirma que percebemos o significado corretamente, nós ganhamos. Se a verificação adicional não confirma, pode significar que existem mais significados para descobrir, uma forma diferente de ganhar. (Stake, 2011, p. 139).

Durante todo o processo de aplicação da sequência didática, a observação com registro em diário foi empregada, conforme orientado por Stake (2011). Nesse diário, foram feitas anotações e reflexões abrangentes sobre diversos aspectos da pesquisa, desde informações objetivas por meio de contato, até subjetivas sobre a aprendizagem dos estudantes e a relação deles com a geometria. A presença do pesquisador na sala de aula permitiu capturar questionamentos, observações e critérios importantes estabelecidos pelos estudantes, que não poderiam ser capturados por meio de questionários ou entrevistas padronizadas.

Para obter dados sobre o conhecimento prévio dos estudantes, foi realizado o que denominamos de Questionário de Reconhecimento.

Após a aplicação da sequência didática, foi aplicado o que denominamos de Questionário de Reflexos para identificar o movimento de aprendizagem desenvolvido. Ambos os questionários foram validados por especialistas externos à pesquisa, que forneceram feedbacks e sugestões para melhorar as questões.

Além dos questionários, foram realizadas entrevistas individuais semiestruturadas com alguns estudantes selecionados aleatoriamente. Essas entrevistas foram gravadas e transcritas para análise. A escolha por entrevistas semiestruturadas permitiu uma abordagem mais flexível, adaptando as perguntas de acordo com as respostas dos entrevistados e permitindo que eles compartilhassem suas experiências de forma mais aberta.

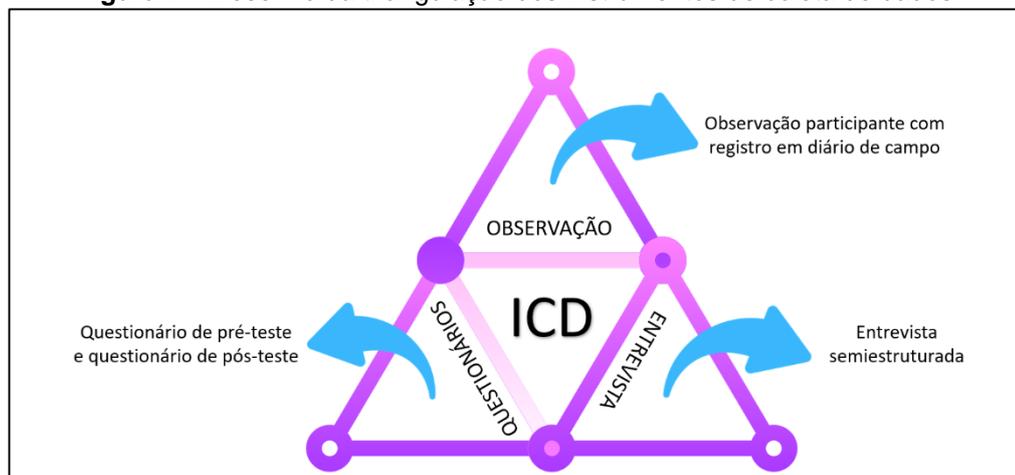
É importante ressaltar que, devido à natureza interventiva da pesquisa, e devido ao modo dialogado como o professor, na condição de pesquisador participante ativo, desenvolveu as ações, as entrevistas assumiram uma atmosfera de conversa, permitindo uma compreensão mais aprofundada das experiências dos participantes. Dessa forma, a pesquisa desenvolveu uma abordagem qualitativa, explorando tanto os aspectos estruturais dos questionários quanto as nuances das entrevistas semiestruturadas, para possibilitar uma compreensão abrangente da produção das experiências dos estudantes.

A **Figura 2** representa o desenho da triangulação dos instrumentos de coleta de dados, fundamental para garantir o rigor metodológico em uma pesquisa-intervenção



sobre a própria prática.

**Figura 2** – Desenho da triangulação dos instrumentos de coleta de dados.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Após a conclusão do processo de produção de dados, procedeu-se à organização desses dados e ao início da análise. É importante destacar que a análise envolve interpretação, reflexão e exploração dos dados produzidos na fase anterior da pesquisa, na qual o pesquisador se dedica a estabelecer ordem e estrutura, e atribuir significado aos dados.

Para a análise, foi aplicada a técnica de núcleos de significação, proposta por Aguiar e Ozella (2022). O procedimento de análise proposto pelos autores possui três etapas básicas, em que são estabelecidos pré-indicadores, indicadores e núcleos de significação para a obtenção de respostas para os problemas enunciados em pesquisas.

A primeira etapa inicia com a leitura flutuante do material produzido com a transcrição das entrevistas semiestruturadas e com os dados produzidos em campo durante o desenvolvimento dos temas da sequência didática. A finalidade dessa leitura flutuante é situar o pesquisador no conjunto dos dados produzidos e iniciar o processo de organização dos pré-indicadores, que fornecerão temas diversos de acordo com a importância para a compreensão do objetivo da pesquisa. Segundo os autores:

Irão emergindo temas os mais diversos (na etapa dos pré indicadores), caracterizados por maior frequência (pela sua repetição ou reiteração), pela importância enfatizada nas falas dos informantes, pela carga emocional

presente, pelas ambivalências ou contradições, pelas insinuações não concretizadas, etc. (Aguiar; Ozella, 2022, p.230).

Na segunda etapa, foi realizada uma leitura aprofundada dos dados produzidos, tendo como objetivo o agrupamento desses pré-indicadores por meio de critérios claros, seja “pela similaridade, pela complementaridade ou pela contraposição, de modo que nos levem a menor diversidade” (Aguiar; Ozella, 2006, p. 230), para a definição dos indicadores e seus conteúdos relacionados.

Na terceira etapa, identificado os indicadores após o agrupamento resultante, foi efetuada uma nova análise para a nomeação dos núcleos de significação. Em resumo, foram estruturados os conteúdos semelhantes, complementares ou contraditórios, com o objetivo central de apresentar, ao final da pesquisa, resultados que evidenciassem significados atribuídos pelos participantes aos fatos e às circunstâncias que vivenciassem. Entendemos que a abordagem transdisciplinar constitutiva da sequência didática criada, conforme os próprios temas denotam, conduz a um modo não cartesiano do aprender, em que sentidos e significados são atribuídos pelos estudantes de modo não previsível, e decorrentes da relação que cada um estabelece entre o conteúdo curricular da geometria e a experiência vivenciada.

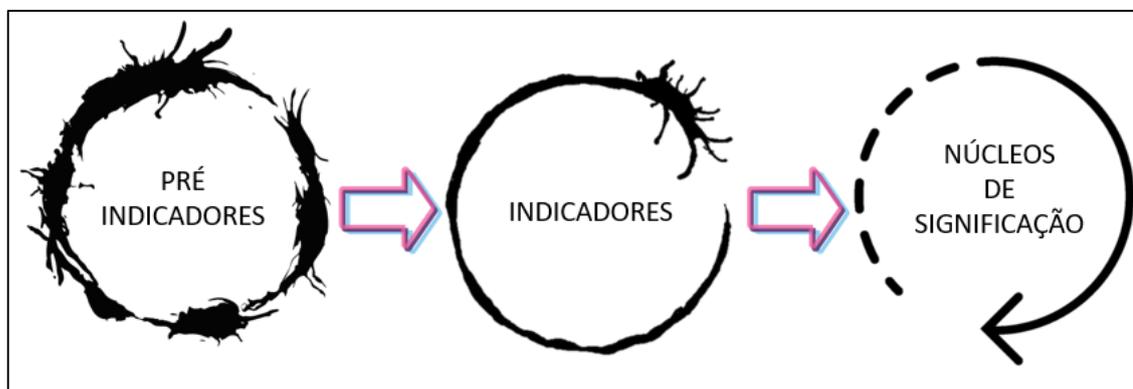
Os sentidos e significados apresentados nesse processo de pesquisa puderam ser compreendidos por meio da análise final desses núcleos de significação. Essa análise ocorreu em duas etapas: primeiro, uma análise intranúcleo, levando em consideração o conteúdo de cada núcleo determinado; em seguida, uma análise internúcleos, que consistiu na articulação entre os núcleos. Essa abordagem segue as orientações de Aguiar e Ozella (2006, p.231):

[...] só avançaremos na compreensão dos sentidos quando os conteúdos dos núcleos forem articulados. Nesse momento, temos a realização de um momento da análise mais complexo, completo e sintetizador, ou seja, quando os núcleos são integrados no seu movimento, analisados à luz do contexto do discurso em questão, à luz do contexto sócio-histórico, à luz da teoria.

A figura 3 apresenta o desenho da técnica de análise de dados que foi utilizada.



**Figura 3** – Desenho da técnica de análise de dados por núcleos de significação.



Fonte: Silva (2023, p.72)

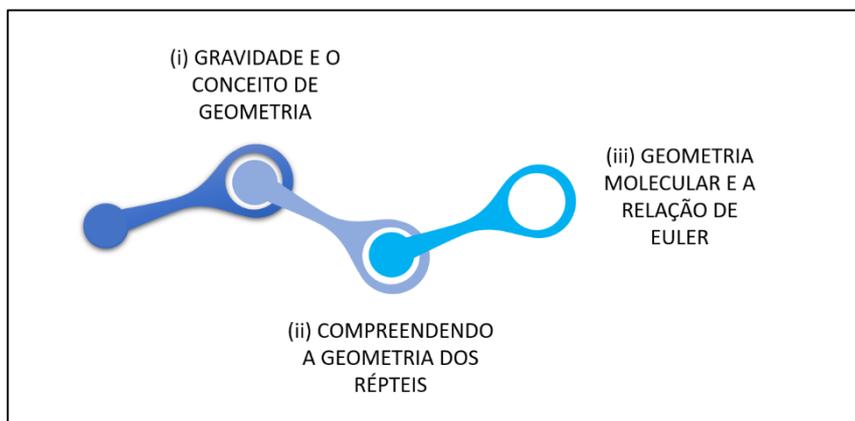
#### 4 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para iniciar a construção dessa sequência didática, organizamos um conjunto de aulas pertencentes a temáticas que contemplassem conteúdos matemáticos de geometria previstos para o ano letivo dos participantes da pesquisa, 1ª série do Ensino Médio, mas que não estivessem limitados ou enquadrados por eles e permitissem abordagem transdisciplinar. As temáticas foram: (i) a gravidade e o conceito de geometria; (ii) compreendendo a geometria dos répteis; (iii) geometria molecular e a relação de Euler. Devido à abordagem transdisciplinar, que envolve ultrapassar as fronteiras das disciplinas e permite explorar conexões invisíveis ao considerar a complexidade intrínseca da realidade, esse conjunto de aulas e a própria sequência didática foram sendo transformados sem que perdessem a sua essência no decorrer da intervenção. Essa flexibilidade considera a dinâmica inerente à sala de aula, que é imprevisível, além dos interesses, apontamentos e questionamentos dos estudantes, que podem tomar rumos desconhecidos e não previstos pelos professores. Esses rumos definem a construção da curiosidade, e, por vezes, o próprio docente se encontra na busca por um saber desconhecido.

A **Figura 4** indica o desenho do caminho medular da sequência didática que propõe uma visão integrada e contextualizada do conhecimento, enfatizando a possibilidade de situar informações em seus contextos e a compreensão de

interconexões entre diferentes áreas do conhecimento.

**Figura 4** – Desenho do caminho medular da sequência didática.



Fonte: Silva (2023)

### **(i) A gravidade e o conceito de geometria**

Para a introdução do conceito de geometria, que foi um dos assuntos principais dessa sequência didática, pensou-se em construir uma sequência de aulas em que os estudantes pudessem “elaborar” uma definição de geometria comum para sua turma, deflagrada pela pergunta: “o que é geometria?”. No Questionário de Reconhecimento, os estudantes responderam individualmente essa pergunta. Agora, a ação consistia em construírem em conjunto essa resposta-definição. O Questionário de Reconhecimento evidenciou que, para eles, estudantes da 1ª série do Ensino Médio, a geometria mostrava-se como um emaranhado confuso de elementos ou conceitos, geralmente vinculados a noções sobre formas e figuras, e os que a declararam como presente no espaço em que viviam a circunscreveram ao espaço local, sem vínculos conceituais com a própria matemática, com a ciência ou com a natureza.

A ação de “elaborar” coletivamente uma definição de geometria possibilitou que os estudantes justificassem suas ideias prévias, defendessem pontos de vista, compartilhassem conhecimentos, avaliassem resultados, entrassem em consenso com base em ideias próprias da geometria. Os caminhos percorridos pelos estudantes nessa elaboração foram diversos e nem sempre controláveis previamente pelo professor. Ressaltamos que desenvolver uma definição matemática pode acontecer



em detrimento da rigorosidade que a prescreve. Quando os estudantes têm autonomia, é necessário que recebam também orientação, afinal, construir a definição de geometria não deve significar inventar; pelo contrário, é importante que seja uma sucessão de constatações da própria realidade, aliada com os conhecimentos teóricos prévios dos estudantes, e que essa construção inevitavelmente aconteça de forma reflexiva e tangível.

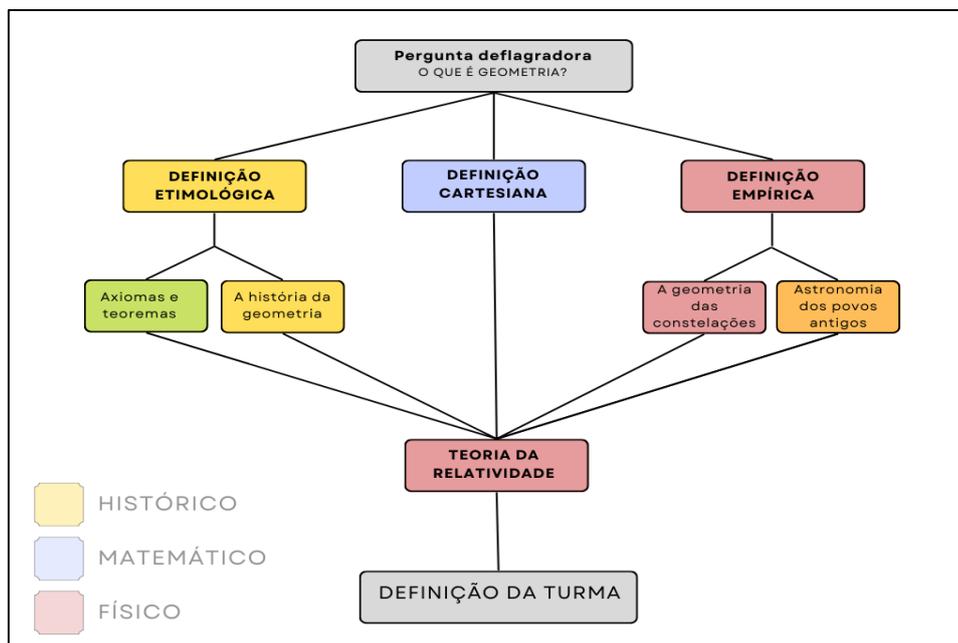
Nesse sentido, entende-se como objetivo geral dessa primeira etapa da sequência didática definir o conceito de geometria, e como objetivo específico perceber a matemática como uma ciência inacabada e, portanto, em construção histórica contínua, por meio, por exemplo, da modelagem de fenômenos presentes na natureza. Ao fim, tem-se como objetivo complementar conhecer a Teoria da Relatividade,<sup>3</sup> afinal, espera-se que os estudantes consigam, mesmo que prematuramente, perceber que a geometria extrapola a abstração e está presente no espaço em que vivem.

Para o desenvolvimento dessa etapa da sequência didática, assim como das demais, consideramos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), juntamente com os planejamentos do Novo Ensino Médio (NEM), propostos e estabelecidos oficialmente pela Secretaria de Estado de Educação do Paraná (SEED-PR), sem que nos limitássemos a eles. Evidentemente, muitos objetos do conhecimento, conteúdos e habilidades compõem essa primeira aula; portanto, a

**Figura 5** propõe um esquema que pode auxiliar na compreensão dessa estratégia.

---

<sup>3</sup> A Teoria da Relatividade é uma teoria científica publicada em 1915 por Albert Einstein, que, sem pormenores, revela a gravidade como resultado do comportamento geométrico do espaço, o que contrapõe as leis newtonianas de gravidade.

**Figura 5** – Desenho da organização preliminar da sequência didática: parte 1.


Fonte: Silva (2023)

É de suma importância ressaltar que, a partir da indagação inicial, isto é, do questionamento “o que é geometria?”, era aguardado o desenvolvimento de potenciais definições, as quais poderiam abarcar abordagens empíricas, cartesianas ou etimológicas. Entende-se por abordagens empíricas aquelas que se originam da experiência direta dos estudantes, fundamentando-se nas observações e nos fenômenos presentes em seu cotidiano. Por sua vez, a abordagem cartesiana, amplamente utilizada no ensino da geometria, estabelece uma relação entre a geometria e o estudo das formas geométricas, seguindo os princípios estabelecidos por René Descartes. Além disso, a abordagem histórica explora as origens e a evolução da geometria ao longo do tempo, conectando-a com o contexto cultural e científico de civilizações antigas, como o Egito.

## (ii) Compreendendo a geometria dos répteis

Pensando em explorar certos conceitos de geometria plana e espacial, como a bidimensionalidade ou a tridimensionalidade, além de algumas figuras planas mais conhecidas, como triângulos, quadriláteros e pentágonos, foi pensado e desenvolvido um novo conjunto de aulas, com o objetivo inicial de transgredir os conceitos já



estabelecidos, explorando agora a geometria e a biologia como eixos centrais das reflexões.

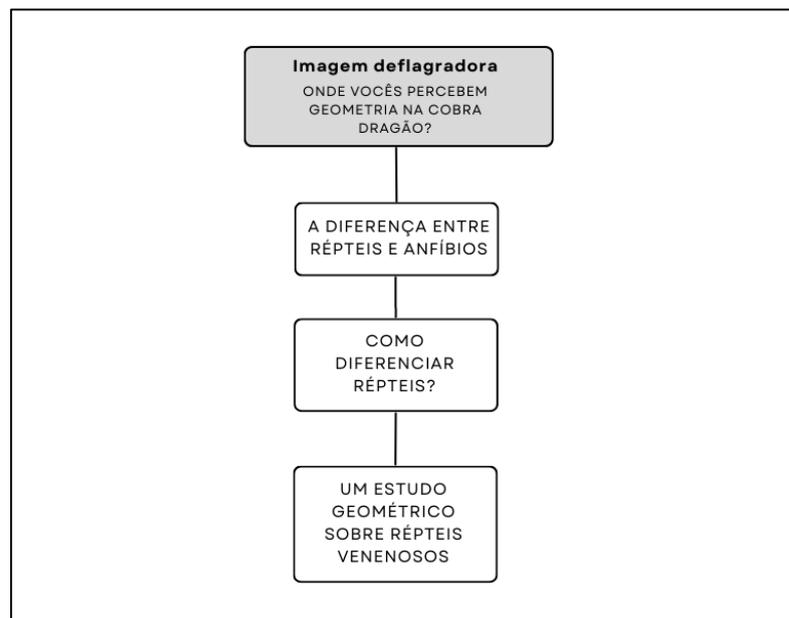
Considerando o entendimento inicial do termo *geometria* e, partindo de uma imagem deflagradora de uma cobra-dragão, perguntou-se aos estudantes: “onde vocês percebem a geometria nesse animal?”. Tendo em vista que os estudantes já podem ter percebido a geometria como a ciência que estuda o espaço em que vivem, esperávamos que fossem capazes de perceber o óbvio. A geometria se apresenta com certa obviedade nos répteis, que possuem a pele escamada, devido à necessidade da preservação da temperatura interna, o que faz deles animais ectotérmicos.

A aula aconteceu em três momentos bem definidos. No primeiro deles, após a discussão inicial, o professor abordou as diferenças entre os répteis e os anfíbios, com a geometria sendo o pilar dessa discussão. No segundo momento, foram discutidas as formas como os répteis são diferenciados, o que é possível principalmente por meio da observação da geometria das escamas. No terceiro momento, os estudantes discutiram, juntamente com o professor, se a geometria pode apontar indícios de que um réptil é venenoso.

A

**Figura 6** indica o desenho da organização preliminar dessa etapa da sequência didática.

**Figura 6** – Desenho da organização preliminar da sequência didática: parte 2



Fonte: Silva (2023)

### **(iii) Geometria molecular e a relação de Euler**

Para o último conjunto de aulas da sequência didática, foi pensada a construção de objetos geométricos para representar as moléculas mais conhecidas. O objetivo era apresentar os sólidos geométricos, percebê-los como objetos tridimensionais, reconhecer suas partes e, por fim, modelar a relação de Euler.

Nesse contexto, foi fundamental a consideração de que o universo e a própria vida são conhecidamente compostos por uma dimensão macro e outra micro, o que nos permite conjecturar que o nosso corpo é formado por pequenos espaços atômicos, assim como ocupa o próprio espaço. Nesse sentido, esperava-se que a sequência didática fosse capaz de realizar um movimento de partir da dimensão macro nas constatações sobre o universo, transpassar a vida na Terra, e caminhar para um entendimento sobre o microcosmos por meio das moléculas.

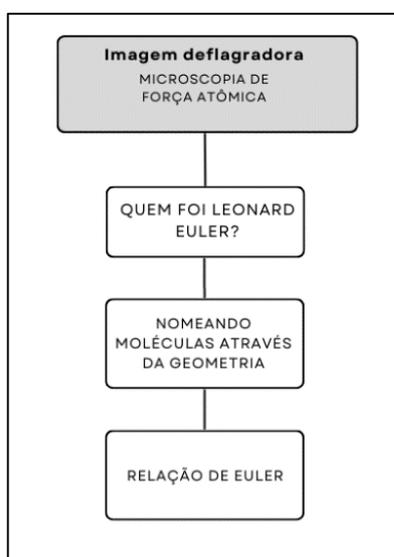
Para isso, foi criada uma estratégia que concatenasse os estudos sobre os modelos moleculares e suas evidências empíricas com suas formas estruturais, eletrônicas e moleculares, com o objetivo de apresentar nomenclaturas, sem perder de vista que moléculas sempre são objetos geométricos tridimensionais. Ao final, esperava-se que os estudantes fossem capazes de perceber quase que empiricamente a relação de Euler.

Para organizar as aulas, como guia ilustrativo dos objetivos, foi considerada a

**Figura 7.**



**Figura 7** – Desenho da organização preliminar da sequência didática: parte 3



Fonte: Silva (2023)

Em resumo, a aula partiu de uma imagem de microscópio de força atômica, para movimentar discussões e reflexões sobre a realidade das moléculas, tendo em vista os primeiros exemplos de modelo atômico e molecular. Depois, foi abordada a história de um dos mais famosos matemáticos, Leonard Euler; ao fim, foi possível perceber a relação de Euler com os modelos construídos pelos próprios estudantes.

## 5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

No decorrer desta pesquisa, ficou evidente que a abordagem transdisciplinar no ensino da geometria foi fundamental para transformar a perspectiva da visão dos estudantes sobre essa disciplina. A pesquisa evidenciou que, ao integrar conceitos

geométricos ao contexto mais amplo do espaço em que vivem, os estudantes não apenas compreenderam a geometria como ciência, mas também refletiram sobre sua presença em diferentes aspectos da realidade cotidiana. Essa mudança de perspectiva não só enriqueceu o entendimento dos estudantes sobre geometria, como também os incentivou a explorar, questionar e formular conjecturas de maneira mais significativa. Percebemos diferenças entre o Questionário de Reconhecimento e o Questionário de Reflexos. Por exemplo, o Questionário de Reconhecimento evidenciou que, para os estudantes da 1ª série do Ensino Médio, a geometria mostrava-se como um emaranhado confuso de elementos ou conceitos, geralmente vinculados a noções sobre formas e figuras, e os que a declararam como presente no espaço em que viviam a circunscreveram ao espaço local, sem vínculos conceituais com a própria matemática, com a ciência ou com a natureza.

Os dados mostraram que houve estudante que havia definido a geometria como o espaço em que ele vive, de modo fragmentado e limitado à sua existência. Depois da sequência didática, mesmo de modo ainda prematuro, desenvolveu uma noção de geometria de modo mais integrado, contextualizado e complexo.

Os professores precisam estar preparados para lidar com a diversidade de caminhos que os estudantes podem seguir durante o processo de ensino e aprendizagem. Isso requer flexibilidade, criatividade e uma compreensão profunda das especificidades e dos perfis dos estudantes. Ao criar um ambiente que estimule a curiosidade e incentive a exploração, os professores podem promover uma abordagem mais profunda e envolvente no aprendizado da geometria.

A prática transdisciplinar exige uma disposição para aceitar a complexidade do conhecimento. Os professores precisam estar interessados em adotar uma atitude aberta e receptiva às mudanças, incorporando novas metodologias e permitindo que os estudantes explorem conceitos geométricos de maneira contextualizada e significativa. Esta pesquisa denota a necessidade de uma abordagem pedagógica que vá além das fronteiras das disciplinas, integrando saberes de diversas áreas para proporcionar aos estudantes uma compreensão mais profunda, complexa e integral da geometria, visto que no desenvolver das temáticas da sequência didática transformaram a visão limitada, conservadora, fragmentadora e simplificadora do mundo, evidenciada no Questionário de Reconhecimento, no que se refere à noção



de geometria, o que tornou o conhecimento mais integrado, contextualizado e complexo.

Ao desenvolver práticas transdisciplinares, os professores têm a oportunidade de ensinar conceitos matemáticos, mas também de cultivar uma avaliação pelo conhecimento interconectado e sua aplicação no mundo real. A transformação na compreensão dos estudantes sobre a geometria, de algo abstrato a algo tangível e relevante em suas vidas, destaca o potencial transformador da perspectiva transdisciplinar e sua potencialidade de preparar os estudantes para enfrentar a complexidade do mundo contemporâneo. Portanto, investir em abordagens pedagógicas que promovam essa integração entre diferentes áreas do conhecimento é fundamental para colaborar no desenvolvimento de estudantes para serem cidadãos críticos, criativos e bem-informados em uma sociedade cada vez mais complexa e interconectada.

Pelo exposto, o resultado da pesquisa oferece indicativos sobre como explorar conceitos geométricos de maneira transdisciplinar, a fim de possibilitar o conhecimento pertinente aos estudantes.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, W. M. J.; OZELLA, S. Núcleos de significação como instrumento para a apreensão da constituição dos sentidos. **Psicologia, Ciência e Profissão**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 222-245, 2006.
- CRESWELL, J. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.
- DAMIANI, M. F. *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, v. 45, p. 57-67, 2013.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introduction: the discipline and practice of qualitative research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **The Sage handbook of qualitative research**. 4. ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2011.
- GÓES, H. C.; GUÉRIOS, E. C. Subsídio para a desfragmentação da prática didática em Geometria. **Educação Gráfica**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 329-343. abr. 2020.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez; Unesco, 2000.
- MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.

MORIN, E. **O método 6: ética**. Porto Alegre: Sulina, 2008.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 22. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

NICOLESCU, B. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom, 1999.

SEVERINO, A. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2013.

SILVA, A. A. **Transdisciplinaridade e complexidade na prática docente de geometria**. Curitiba, 2023. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, 2023.

SPINILLO, A. G.; LAUTERT, S. L. Pesquisa-intervenção em psicologia do desenvolvimento cognitivo: princípios metodológicos, contribuição teórica e aplicada. In: CASTRO, L. R.; BESSET, V. L. **Pesquisa-intervenção na infância e juventude**. Rio de Janeiro: Trarepa; Faperj, 2008. p. 296-317.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.

---

#### COMO CITAR - ABNT

SILVA, Adriano Aparecido da; GUÉRIOS, Ettiène Cordeiro. Notas sobre complexidade e transdisciplinaridade na prática docente de geometria. **Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 19, n. 33, e23006, jan./dez., 2023. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v19.n33.3737>

#### COMO CITAR - APA

Silva, A. A. & Guérios, E. C. (2023). Notas sobre complexidade e transdisciplinaridade na prática docente de geometria. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 19(33), e23006, <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v19.n33.3737>

#### LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International* ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



#### HISTÓRICO

Submetido: 26 de fevereiro de 2023.

Aprovado: 15 de maio de 2023.

Publicado: 30 de dezembro de 2023.

