VIDYA

VIDYA, v. 45, n. 2, p. 661-678, jul./dez. - Santa Maria, 2025.

Recebido em: 30.07.2025. Aprovado em: 30.01.2026.
ISSN 2176-4603 | DOI: doi.org/10.37781/vidya.v45i2.5506

RÉPTEIS E GEOMETRIA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS EM PERSPECTIVA COMPLEXA E TRANSDISCIPLINAR

REPTILES AND GEOMETRY IN MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING FROM A COMPLEX AND TRANSDISCIPLINARY PERSPECTIVE

REPTILES Y GEOMETRÍA EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS DESDE UNA PERSPECTIVA COMPLEJA Y TRANSDISCIPLINAR

ETTIÈNE CORDEIRO GUÉRIOS[1]
ADRIANO APARECIDO DA SILVA[2]

RESUMO

Este artigo aborda a resolução de problemas em situação de contexto permeada por abordagem complexa e transdisciplinar. Os dados advieram de uma investigação de natureza qualitativa, exploratório-explicativa, do tipo intervenção. Foram analisados fragmentos de uma sequência didática denominada "Compreendendo a geometria dos répteis", criada com a intenção de articular conhecimentos da Biologia e da Geometria escolar, valorizando a ligação de saberes e a interdependência entre ambas. A intervenção ocorreu em uma turma da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública. A análise ocorreu por meio da teoria de núcleos de significação, que, obtidos, se tornaram categorias estruturantes da organização do texto de análise, sendo eles "integração de saberes", "construção de conjecturas", "criatividade" e "contexto geométrico". Concluiu-se que os estudantes criaram uma teia de relações recíprocas entre a Biologia e a Geometria, favorecendo a construção da curiosidade, o pensamento criador e a aprendizagem conceitual de conteúdos matemáticos.

Palavras-chave: Transdisciplinaridade; Complexidade; Prática docente; Biologia; Matemática.

ABSTRACT

This article addresses problem solving in a context situation permeated by a complex and transdisciplinary approach. The data were obtained from a qualitative, exploratory-explanatory investigation, of the intervention type. Fragments of a didactic sequence entitled "Understanding the geometry of reptiles" were analyzed. This was designed to articulate knowledge from Biology and School Geometry, valuing the connection between knowledge and the interdependence between them. The intervention took place in a first-year high school class in a public school. The analysis was conducted using the theory of nuclei of signification, which, once obtained, became structuring categories for the organization of the text of analysis, namely "integration of knowledge", "construction of conjectures", "creativity", and "geometric context". It was concluded that the students created a web of reciprocal relationships between Biology and Geometry, fostering the development of curiosity, creative thinking, and conceptual learning of mathematical content.

Keywords: *Trasndisciplinarity; Complexity; Teaching practice; Biology; Mathematics.*

1 Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Professora na Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: ettiene@ufpr.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5451-9957

2 Doutorando em Educação pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor na Rede Estadual de Ensino do Paraná (SEED/PR). E-mail: adriano.silva@ufpr.br. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3045-2545

RESUMEN

Este artículo aborda la resolución de problemas en un contexto con un enfoque complejo y transdisciplinar. Los datos provienen de una investigación de naturaleza cualitativa, exploratorio-explicativa, de tipo intervención. Se analizaron fragmentos de una secuencia didáctica denominada "Comprendiendo la geometría de los reptiles", creada con la intención de articular conocimientos de Biología y Geometría escolar, valorando la articulación de saberes y la interdependencia entre ambas. La intervención se llevó a cabo en una clase de primer año de la Educación Media de una escuela pública. El análisis se realizó utilizando la teoría de núcleos de significación, que, una vez obtenidos, se convirtieron en categorías estructurantes de la organización del texto de análisis, a saber: "integración de saberes", "construcción de conjeturas", "creatividad" y "contexto geométrico". Se concluyó que los estudiantes crearon una red de relaciones recíprocas entre Biología y Geometría, lo que favoreció el desarrollo de la curiosidad, el pensamiento creativo y el aprendizaje conceptual de contenidos matemáticos.

Palabras clave: *Transdisciplinariedad; Complejidad; Práctica docente; Biología; Matemáticas.*

INTRODUÇÃO

A resolução de problema é um tema frequente em investigações sobre práticas didáticas em Matemática, resultados de aprendizagem, formação de professores e outras tantas. Pesquisadores se debruçam sobre o tema há décadas. Educadores e pesquisadores são unânimes em defender a resolução de problemas como tendência ou como metodologia que possibilita a aprendizagem matemática de estudantes da educação básica. Somos vozes que se somam a essa perspectiva e nos propomos a colaborar com os resultados de nossa pesquisa para o fortalecimento dessa defesa. Por isso, neste artigo, abordamos a resolução de problemas em situação de contexto permeada por abordagem complexa e transdisciplinar, defendendo que ela favorece a criatividade tanto da ação docente quanto dos estudantes, assim como a aprendizagem conceitual de conteúdos curriculares pelos sentidos que lhes são atribuídos e pelos significados que são construídos.

Este artigo parte do objetivo de analisar como a implementação de uma prática baseada na resolução de problemas, numa perspectiva complexa e transdisciplinar, envolvendo contextos da Biologia e Geometria escolar, pode promover o desenvolvimento da criatividade e a compreensão de conceitos matemáticos na educação básica. Tendo isso em vista, o artigo foi organizado em três partes principais, além desta introdução e das considerações finais: um trecho teórico, intitulado "Resolução, proposição e criação de problemas"; um trecho acerca do procedimento metodológico; e um trecho com a análise do desenvolvimento da prática envolvendo répteis e Geometria, denominado "Escama, Geometria e conjecturas".

No trecho teórico, enfatizamos que a resolução de problemas está diretamente relacionada com a capacidade de mobilizar um amplo repertório de conhecimentos, envolvendo conceitos, relações, princípios fundamentais e contextos mais amplos, extrapolando as questões técnicas. Construímos uma articulação que parte de Polya (1995), Silver (1994), Onuchic (1999), Onuchic e Allevato (2011), Guérios e Medeiros Junior (2016), Souto e Guérios (2020, 2022), Vieira, Possamai e Allevato (2023), Rosas (2024) e Campelo e Proença (2025), na relação entre pensamento criativo e atividades didáticas que envolvem problemas. Essa abordagem reconhece que o problema deve ser tratado de forma integrada, considerando o contexto complexo e a perspectiva transdisciplinar.

Nos procedimentos metodológicos, o artigo aponta que a abordagem adotada foi qualitativa, interventiva e exploratória, envolvendo uma investigação com 49 estudantes de uma escola

pública de Curitiba. Essa intervenção consistiu na aplicação de uma sequência didática, da qual foi analisado um fragmento desenvolvido nesta pesquisa, que priorizava a curiosidade, o diálogo e a validação de conjecturas. Além disso, há um detalhamento dos instrumentos de produção de dados e da metodologia de análise, fundamentada na teoria dos núcleos de significação, conforme Aguiar e Ozella (2006).

Por fim, no trecho denominado "Escamas, Geometria e conjecturas", é descrito um fragmento da sequência didática desenvolvida com base na investigação dos répteis, em particular suas características corporais e geométricas. Os estudantes discutiram diferenças entre répteis e anfíbios, como também exploraram conceitos geométricos relacionados às escamas. O método contemplou debates, conjecturas, pesquisa e validação de hipóteses, promovendo uma aprendizagem que conectou conceitos biológicos e geométricos, por meio de uma prática complexa e transdisciplinar.

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO MOVIMENTO COMPLEXO E TRANSDISCIPLINAR

Iniciamos com a apresentação de alguns entendimentos sobre problema que ancoraram nossa abordagem teórica. Guérios e Medeiros Junior (2016, p. 218), por exemplo, definem problema como situações em que o estudante "conjecture, elabore estratégias e descubra (heuristicamente) a solução do problema". Seguem afirmando que a resolução de problemas "possibilita que [o estudante] construa conceitos pela experimentação e pelas relações que estabelece com os saberes e os conhecimentos que subsidiam um processo de aprendizagem" (Guérios; Medeiros Junior, 2016, p. 218). Esse entendimento embasa nossa perspectiva conceitual pelos movimentos de conjecturar, elaborar estratégias e descobrir solução, visto a interface entre esses três movimentos cognitivos, que viabilizam a ultrapassagem da resolução de problemas como habilidade operativa para lidar com dados conhecidos e regras preestabelecidas para encontrar uma solução, em geral, numérica. Essa perspectiva valoriza o não engessamento de procedimentos seguros, pois preestabelecidos, e dá vazão para a criatividade, para soluções advindas de conjecturas derivadas/resultantes de mobilização de conhecimentos.

Nessa perspectiva, encontrar a solução de um problema exige que o estudante, como afirma Puchkin (1969, p. 8), "concretize um ato de criação". Explica o autor que "o processo psíquico que, ao auxiliar sua solução, elabora uma nova estratégia que se mostra como algo inédito é designado como pensamento criador ou, para usarmos terminologia que nos vem de Arquimedes, atividade heurística" (Puchkin, 1969, p. 8). A afinidade entre Puchkin (1969) e Guérios e Medeiros (2016) no que tange à atividade heurística nos é cara devido à potencialidade da atividade criativa que lhe é inerente, o que a aproxima da transdisciplinaridade (Nicolescu, 1999). De fato, se um objetivo da transdisciplinaridade é a compreensão do mundo e, para tal, a unidade do conhecimento é um dos imperativos, então um grande desafio para esse alcance é a religação e a integração de saberes e conhecimento (Morin, 2007, 2015). Para esse alcance, a criatividade, ou seja, o pensamento criador é basilar, pois, do contrário, serão promovidas repetições desprovidas de sentido, afinal o novo acontece por meio da criação.

No tocante a fases, ou etapas, para resolução de problemas, é imperativo lembrar de Polya, que, em 1945, publicou a clássica obra *How to solve it?*, cujos passos sistemáticos propostos para resolução de problemas - compreensão do problema, estabelecimento de um plano, execução do plano e retrospecto - fomentaram estudos para outras proposições de passos organizativos. Nessa esteira, Onuchic e Allevato (2011, p. 81) desenvolveram um processo de trabalho anunciado como

"uma forma de trabalho Pós-Polya de ver a resolução de problemas": a metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática por meio da resolução de problemas, na qual esses três elementos ocorrem de forma simultânea, tornando o processo mais integrado:

> Ao considerar o ensino-aprendizagem-avaliação, isto é, ao ter em mente um trabalho em que estes três elementos ocorrem simultaneamente, pretende-se que, enquanto o professor ensina, o aluno, como um participante ativo, aprenda, e que a avaliação se realize por ambos. O aluno analisa seus próprios métodos e soluções obtidas para os problemas, visando sempre à construção de conhecimento. Essa forma de trabalho do aluno é consequência de seu pensar matemático, levando-o a elaborar justificativas e a dar sentido ao que faz. De outro lado, o professor avalia o que está ocorrendo e os resultados do processo, com vistas a reorientar as práticas de sala de aula, quando necessário. (Onuchic; Allevato, 2011, p. 81)

Nessa metodologia, "o problema é ponto de partida e, na sala de aula, através da resolução de problemas, os alunos devem fazer conexões entre diferentes ramos da Matemática, gerando novos conceitos e novos conteúdos" (Onuchic; Allevato, 2011, p. 81). Os estudos sequenciados das autoras propiciaram que criassem um roteiro contendo as seguintes etapas: preparação do problema, leitura individual, leitura em conjunto, resolução do problema, observação e incentivo, registro das resoluções na lousa, plenária, busca do consenso e formalização do conteúdo.

De Campelo e Proença (2025) trazemos que uma situação se torna um problema matemático quando o estudante precisa mobilizar conceitos, princípios e procedimentos já aprendidos. Essa mobilização se diferencia de um exercício caracterizado pela aplicação direta de conhecimentos anteriores. O autor afirma que são quatro as etapas no processo de resolução de um problema, próximas das de Polya, apresentando-as sob o ponto de vista cognitivo, a saber: (i) representação, em que ocorre a compreensão do problema por meio da mobilização dos conhecimentos linguístico, semântico e esquemático; (ii) planejamento, que envolve o conhecimento estratégico para propor a resolução; (iii) execução, que abrange o conhecimento procedimental para executar a estratégia proposta; (iv) monitoramento, que não envolve conhecimento específico e tem a função de avaliação da resposta obtida.

Seguimos em outro enfoque, o de problemas contextualizados. Para desenvolver a ideia já anunciada de que tratamos da resolução de problemas em situação de contexto permeada por abordagem complexa e transdisciplinar, trazemos de Souto e Guérios (2020, 2022) o entendimento de problemas contextualizados. Para as autoras, os contextos advêm internamente de temas do interesse dos estudantes, que, desenvolvidos, os colocam partícipes das situações problematizadas. Elas defendem a ideia de que

> o ensino fortalecido por problemas matemáticos contextualizados, tendo como base um tema de interesse dos estudantes, ecoa positivamente no processo de aprendizagem e na construção do conhecimento matemático de maneira criativa, autônoma e conceitualmente compreensiva (Souto; Guérios, 2022, p. 400).

Nessa perspectiva, o entendimento de realidade é o do que procede para os estudantes, podendo ser do cotidiano, imaginado ou criado, conforme a situação. Nos estudos de Souto e Guérios (2020, 2022), o tema de interesse adveio de uma pesquisa de opinião com discentes do 4º ano do

Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de Curitiba, Paraná, Brasil, sobre o tema que desejavam aprender nas aulas de Matemática. O tema escolhido foi um seriado de televisão cuja centralidade dos episódios estava em um mistério a ser desvendado. A problematização ocorreu tendo a história do seriado como eixo dos enunciados, criados tanto pela professora quanto pela turma, em formato de episódio, tal como no original, cada um deles com um mistério a ser resolvido. A autoria dos estudantes foi viabilizada pela natureza transdisciplinar da atividade, pois "envolveram-se com o contexto criado, tiveram uma postura de detetives diante de um mistério a ser elucidado e assumiram a responsabilidade pela resolução dos problemas" (Souto; Guérios, 2020, p. 17). O pensamento criador manifestou-se na construção de contexto provido de sentido durante os episódios e nas estratégias resolutivas desenvolvidas. A postura de detetives adveio da postura investigativa que desenvolveram, fruto da integração entre saberes e conhecimento matemático no interior da situação configurada no decorrer do processo criativo. Souto e Guérios (2022, p. 400) concluíram que

> a investigação de temas de interesse dos alunos para ancorar o processo de resolução de problemas mostrou ser um modo próprio para a consideração de especificidades do universo vivencial, articulando os sentidos de cotidiano e realidade na construção de um marco para a ideia de contextualização no ensino de matemática.

A proposição de problemas é outro enfoque que, embora diferente em seu objetivo, consideramos complementar à resolução de problemas. Vieira, Possamai e Allevato (2023, p. 12) afirmam que ela

> tem potencial para o desenvolvimento da criatividade, possibilitando que os estudantes atribuam significado e analisem criticamente os dados, relacionando suas experiências, seus conhecimentos e interesses, sem limites à inventividade, favorecendo, assim, o desenvolvimento de habilidades que envolvem pensamentos de ordem superior.

Silver (1994), ao discutir a conexão da criatividade com atividades de proposição e resolução de problemas, indica que tal conexão está na interação entre a formulação e a resolução do problema, representada pelos movimentos de formular, tentar resolver, reformular e resolver. O autor aborda a proposição, ou formulação, de problemas abertos voltados à investigação, os quais possibilitam aos estudantes tornar-se fluentes na geração de múltiplos problemas a partir de uma mesma situação, bem como desenvolver flexibilidade na elaboração de diferentes soluções para um mesmo problema. Afirma que atividades matemáticas com foco investigativo que incluem formulação e resolução de problemas, ao propiciarem abordagens criativas para a atividade matemática, favorecem o desenvolvimento de fluência representacional e estratégica.

É interessante observar que a resolução, a formulação e a criação de problemas abrangem diferentes searas em seus objetivos. Rosas (2024, tradução nossa), por exemplo, ao falar sobre as dificuldades de aprendizagem matemática na educação primária do México, vai ao encontro do exposto até o momento, sugerindo práticas pedagógicas relacionadas a problemas baseados nas experiências e ambientes dos estudantes, pois, dessa forma, eles "podem estabelecer conexões entre o conteúdo matemático e suas experiências cotidianas no mundo, permitindo uma aprendizagem mais significativa e estimulando a curiosidade". Para a autora, práticas assim embasadas podem minimizar a incapacidade verificada de os discentes resolverem problemas que exigem a interpretação de

informações em diferentes formatos, como também a dificuldade na utilização de operações aritméticas para resolver problemas.

A interseção identificada entre os pensamentos de Polya (1995), Silver (1994), Onuchic e Allevato (2011), Guérios e Medeiros Junior (2016), Souto e Guérios (2020, 2022), Campelo e Proença (2025), Vieira, Possamai e Allevato (2023) e Rosas (2024) está na relação entre pensamento criativo e atividades didáticas que envolvem problemas em aulas de Matemática, propiciada pela dimensão heurística no fazer pedagógico e no aprender. Ao colocar essa interseção em diálogo com os princípios da complexidade (Morin, 2007, 2015) e da transdisciplinaridade (Nicolescu, 1999), podemos ter abertura para articulações entre ideias matemáticas e fora dela, entre conceitos matemáticos e abordagens didáticas flexíveis, entre conteúdo curricular e integração de saberes, entre contexto matemático e construção de conjecturas, entre estratégias cognitivas e criatividade, entre outras.

Pensar a resolução de problemas matemáticos em 2025 é marcadamente diferente do mesmo feito na década de 1950. Trata-se de algo mais amplo, de avanços da própria consciência e, portanto, da ilusão de que a resolução de um problema se daria pela repartição deste em quantas partes fossem necessárias ou pela sua simplificação deixou de existir à medida que os desafios se mostraram cada vez mais complexos. Em outras palavras, pensar a resolução de problemas atualmente implica reconhecer sua natureza complexa e transdisciplinar, uma vez que os desafios contemporâneos não se resolvem de forma isolada.

Por complexidade, entendemos uma característica inerente a todos os fenômenos e sistemas, sejam eles sociais, econômicos ou naturais, aos seres e aos saberes e se refere à multiplicidade de elementos, interações e dimensões que compõem a realidade. A complexidade é a característica intrínseca que precisa ser compreendida para que o entendimento sobre determinado fenômeno seja global e integrado. Segundo Morin (2007, p. 13), a complexidade é

> [...] um tecido [...] constituinte heterogênea 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.

Em outras palavras, a complexidade implica uma dinâmica de interações e relações que podem gerar emergências e transformações imprevisíveis. Essa imprevisibilidade é natural e não está restrita ao problema em si, sendo parte constitutiva da prática pedagógica e da própria dinâmica da sala de aula. A complexidade exige, portanto, uma abordagem transdisciplinar e uma postura epistemológica aberta à incerteza e à imprevisibilidade, para que possamos compreender e agir diante da realidade complexa em que estamos inseridos, tanto como seres planetários quanto como professores em sala de aula. Não é possível solucionar de modo disciplinar os problemas que compõem a nossa realidade, afinal, à medida que nosso mundo se torna cada vez mais mundo, os problemas se tornam cada vez mais multidimensionais. Como afirma 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.

Morin (2007) evidencia que a complexidade exige uma ruptura com o pensamento simplificador e disjuntivo e que, ao passar por uma mudança paradigmática, valoriza a transdisciplinaridade. Sob esse olhar, a abordagem transdisciplinar se faz no acolhimento da complexidade dos fenômenos, sejam eles biológicos ou próprios dos conceitos geométricos. Sua consolidação torna necessária a ligação e decorrente integração de saberes, o que requer o esforço de "enxergar o todo". O conhecimento se torna, assim, uma unidade, um todo, que não pode ser entendido como um conjunto de partes separadas. Para Nicolescu (1999), a transdisciplinaridade é uma abordagem que vai além das disciplinas, buscando uma integração complexa entre as diversas áreas do conhecimento. Nas palavras do autor,

> 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 consciência da interdependência entre as áreas do conhecimento é essencial para a compreensão e apropriação do saber. É fundamental que os saberes sejam articulados e religados, pois isso nos permite perceber as conexões entre diferentes áreas do conhecimento e, assim, compreender de forma mais integral o mundo ao nosso redor. Conhecer o que está além das fronteiras de uma disciplina torna-se importante para compreender o contexto das demais e, em última instância, o todo. Na visão transdisciplinar, "a pluralidade complexa e a unidade aberta são duas facetas de uma única e mesma realidade" (Nicolescu, 1999, p. 63); a partir da consciência da interdependência, emerge a necessidade de uma abordagem transdisciplinar que não se configure como a superação da disciplinaridade, como uma nova disciplina ou hiperdisciplina, como enfatiza o autor:

> Embora a transdisciplinaridade não seja uma nova disciplina, nem uma nova hiperdisciplina, alimenta-se da pesquisa disciplinar que, por sua vez, é iluminada de maneira nova e fecunda pelo conhecimento transdisciplinar. Neste sentido, as pesquisas disciplinares e transdisciplinares não são antagônicas, mas se complementam (Nicolescu, 1999, p. 54).

Moraes (2021) enfatiza essa perspectiva ao afirmar que a transdisciplinaridade nos convida a não permanecer no nível disciplinar; ela possibilita o rompimento das barreiras, a superação das fronteiras, com o objetivo evidente de ir além dos aspectos técnicos que compõem uma visão binária e simplificadora da ciência, em direção a um conhecer mais profundo, abrangente, integrativo e global. Em nível pedagógico, essa abordagem tem como requisito uma atitude que requer abertura, flexibilidade e rigor na construção do conhecimento, como ressalta a autora:

> Traduzindo também para uma linguagem mais pedagógica e educativa, [a transdisciplinaridade] mais do que um princípio metodológico, reflete também uma atitude pessoal e formativa para se abordar a prática pedagógica. Uma atitude que requer abertura, flexibilidade e rigor em relação ao processo de construção do conhecimento, mas que se transforma em uma condição fundamental para que o docente possa ajudar os seus alunos a se desenvolverem integralmente (Moraes, 2021, p. 207).

No contexto da resolução de problemas, do aprender e ensinar Matemática e mesmo como expressão do gênero humano, não podemos nos restringir a modelos mentais que nos imobilizam, fazendo-nos acreditar que tudo já está determinado e que não há espaço para a criação de ideias. Mesmo em um mundo que parece já ter sido totalmente explorado, a realidade permanece em constante descoberta. Reconhecer essa realidade multidimensional e intrinsecamente dinâmica é reconhecer a complexidade do real. Perceber essa complexidade é o primeiro passo para compreender que são necessárias abordagens abertas a múltiplas perspectivas sobre os fenômenos, capazes de transpor as fronteiras das disciplinas.

Nesse sentido, vale destacar que, para desenvolver uma prática baseada na resolução de problemas em perspectiva complexa e transdisciplinar, talvez não seja suficiente apenas conhecer esse campo teórico. É necessário também uma atitude pedagógica coerente com seus princípios, incorporando seus traços essenciais: rigor, abertura e tolerância, numa postura que identifique que o entrelaçamento das disciplinas pode levar a um envolvimento que ultrapasse as suas fronteiras e que "a transdisciplinaridade é simultaneamente um corpus de pensamento e uma experiência vivida" (Nicolescu, 1999, p.131).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os dados que originaram o estudo advieram de uma investigação de natureza qualitativa, exploratório-explicativa, do tipo intervenção[3] (Creswell, 2014).

Para a intervenção, foram elaboradas três sequências didáticas para o ensino da Geometria de modo transdisciplinar, na perspectiva da teoria da complexidade, que ocorreram durante um trimestre do ano letivo de 2022, em situação de aula rotineira. As temáticas das sequências didáticas foram: (i) A gravidade e o conceito de Geometria; (ii) Compreendendo a geometria dos répteis; (iii) Geometria Molecular e a relação de Euler.

As sequências didáticas foram elaboradas de modo a contemplar os conteúdos curriculares de Geometria, porém de modo não linear e hierarquizados, tampouco restritos a eles. A dinâmica prevista para seu desenvolvimento era flexível, visto que, intencionalmente, possibilitava ao professor envolver a curiosidade, os interesses e os questionamentos dos estudantes. Por isso, em atitude própria da complexidade, os encaminhamentos previstos foram organicamente alterados no decorrer da prática.

Participaram da pesquisa 49 estudantes de três turmas da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública da Rede Estadual de Ensino da cidade de Curitiba, estado do Paraná, estudantes que, mediante autorização de seus responsáveis legais, aceitaram participar da pesquisa, pertencentes a uma instituição situada em um contexto de vulnerabilidade social. Vale ressaltar que, em conformidade com as normas éticas de pesquisa em educação, os estudantes estão identificados por nomes fictícios sempre que citados no texto.

Os instrumentos de produção de dados foram questionários (diagnóstico e indícios de aprendizagem) e protocolo de entrevistas, validados por especialistas externos à pesquisa, além de registros em diário de campo dos movimentos do desenvolvimento da intervenção, a qual foi conduzida por um professor de Matemática que também atuou como pesquisador.

3 A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná e obteve autorização do Comitê de Ética do Núcleo de Educação do Estado do Paraná, Certificado de Apresentação e Apreciação Ética nº 60384222.5.0000.0214.

Como metodologia de análise dos dados, foram utilizados núcleos de significação (Aguiar; Ozella, 2006). O procedimento de análise possui três etapas básicas: os pré-indicadores, os indicadores e os núcleos de significação. Após a transcrição, neste caso, não naturalista das entrevistas e tendo os dados já colhidos em campo, foi realizada a leitura flutuante desse material, com a finalidade de situar o pesquisador e iniciar o processo de organização dos pré-indicadores, para fornecer temas diversos de acordo com a importância para a compreensão do objetivo de investigação. Segundo Aguiar e Ozella:

> 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. (2006, p. 230)

Em uma segunda etapa, foi realizada uma leitura menos dinâmica, mais aprofundada, com vistas a agrupar os pré-indicadores por meio de critérios claros, "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.

Em uma última etapa, identificados os indicadores após o agrupamento resultante, foi efetuada uma nova análise para a nomeação dos núcleos de significação, os quais se tornaram categorias estruturantes da organização do texto de análise e interpretação dos dados. Os núcleos de significação identificados foram: "integração de saberes", "construção de conjecturas", "criatividade" e "contexto geométrico".

Para este artigo, considerando o objetivo de analisar como a implementação de uma prática baseada na resolução de problemas, numa perspectiva complexa e transdisciplinar, envolvendo a Biologia e Geometria escolar, pode promover o desenvolvimento da criatividade e a compreensão de conceitos matemáticos na educação básica, investigamos fragmentos da sequência didática "Compreendendo a geometria dos répteis", criada com a intenção de articular conhecimentos da Biologia e da Matemática, valorizando a ligação de saberes e a interdependência entre esses dois campos de conhecimento, vislumbrando que os estudantes pudessem criar uma teia de relações recíprocas entre ambos.

ESCAMAS, GEOMETRIA E CONJECTURAS

Com o intuito de explorar conceitos fundamentais da Geometria Plana e Espacial, a exemplo da bidimensionalidade e tridimensionalidade, além de figuras planas amplamente conhecidas do caderno dos estudantes, como triângulos, quadriláteros e pentágonos, a sequência didática "Compreendendo a geometria dos répteis" foi desenvolvida para concatenar a Geometria e a Biologia como eixos centrais das reflexões, numa abordagem transdisciplinar.

A partir disso, foi desenvolvida uma sequência didática que partiu da imagem deflagradora de uma cobra-dragão e da pergunta feita pelo professor: "Onde vocês percebem a Geometria nesse animal?", com a ideia de provocar um olhar mais atento para os elementos geométricos presentes na natureza. Isso porque o fato de a Geometria se apresentar de forma tão evidente na natureza, como nas escamas de peixes e répteis, pode, paradoxalmente, se tornar um problema. Essa essência óbvia da presença geométrica corre o risco de passar despercebida pelos estudantes, sem mobilizar um olhar investigativo e curioso. No caso dos répteis, ela aparece com certa obviedade, visto esses

animais possuírem a pele escamada devido à necessidade de preservação da temperatura interna, o que faz deles animais ectotérmicos.

Toda a sequência didática foi dinamizada por meio de problematizações que colocaram em relação os estudantes, o professor e o conhecimento. A resolução de problemas, configurada como estratégia para seu desenvolvimento, teve o cuidado de permitir a construção de diferentes estratégias para uma mesma situação configurada, assim como múltiplas possibilidades de leitura e interpretação, o que é próprio da transdisciplinaridade e em acolhimento à complexidade, movimentando o pensamento e abrindo espaço para a criação. Tal abordagem se alinha ao que afirmam Guérios e Medeiros Junior (2016, p. 228), ao destacar que

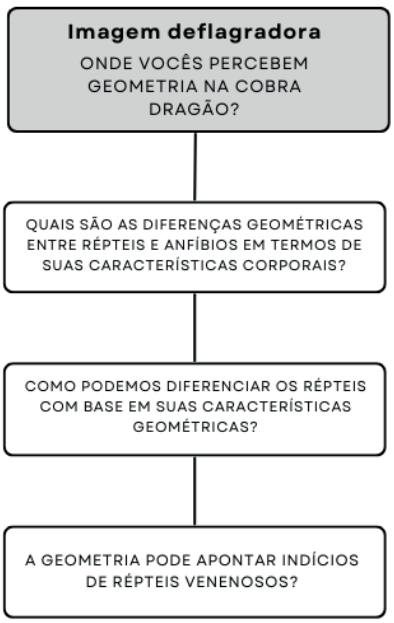
> [...] as relações didáticas estabelecidas na tríade aluno-professor-conhecimento matemático no processo de ensinar matemática por meio da resolução de problemas podem ser: potencialmente heurísticas: por mobilizarem a descoberta, o desenvolvimento da autonomia e a criação de diferentes estratégias para um mesmo problema; criadoras: por serem capazes de modificar e transformar conceitos vazios de significado em situações-problema com a valorização do senso-lógico das respostas; e motivadoras: por dar sentido aos diversos problemas que a matemática dá conta de resolver.

Com isso em mente, a aula aconteceu em três etapas previamente definidas, mobilizadas pelos estudantes à medida que as aulas avançavam.

Após a discussão inicial, o professor abordou as diferenças entre répteis e anfíbios, com a Geometria como pilar central dessa reflexão. Em seguida, exploraram-se as formas como os répteis se diferenciam entre si, destacando, especialmente, a geometria das escamas. Por fim, os estudantes, acompanhados pelo professor, discutiram se a Geometria poderia indicar sinais de que um réptil é venenoso.

A Figura 1 apresenta, com base nos problemas deflagradores de cada etapa dessa sequência didática, o desenho da organização preliminar.

Figura 1 - Problemas deflagradores da prática



Fonte: construção dos autores.

Entendemo-los por problemas justamente porque exigem saberes próprios da Geometria para ser resolvidos, mesmo que ainda não construídos, ou seja, são problemas que se configuram como ponto de partida para a aprendizagem matemática, em uma abordagem transdisciplinar que se intenta para além da aprendizagem da Biologia. Nesse sentido, Souto e Guérios (2020, p. 5) afirmam que "[...] assumir a resolução de problemas como metodologia de ensino não consiste em trabalhar problema matemático como um exercício para mecanização e fixação de conteúdo, mas sim como um ponto de partida para a aprendizagem de Matemática".

Para além disso, problemas matemáticos partem da natureza daquilo que é desconhecido. Em outras palavras, só são considerados problemas porque não há, na memória do estudante, subsídios técnicos suficientes para resolvê-los (passo a passo decorado). Portanto, problemas matemáticos são, efetivamente, processos formativos que exigem o desenvolvimento de conjecturas e estratégias que só vão existir na medida em que a exploração se desenvolve. Na compreensão de Onuchic (1999, p. 215), um problema "[...] é tudo aquilo que não se sabe fazer, mas que se está interessado em resolver"; ainda, "[...] não é um exercício no qual o aluno aplica de forma quase mecânica uma fórmula ou uma determinada técnica operatória".

Mais do que isso, não saber resolver um problema passo a passo não significa que se esteja desprovido de ferramentas para enfrentá-lo, tampouco implica abandonar os contextos envolvidos, no caso desta pesquisa, o matemático e o biológico. As conexões com os conhecimentos que os estudantes já possuem são tão fundamentais no processo de resolução quanto os mecanismos e os saberes construídos ao longo da busca pela solução. Valero (2002, p. 51) reforça essa ideia ao afirmar que

> o contexto de um problema é importante dentro de concepções que defendem a necessidade de envolver o aluno na construção ativa do conhecimento. Os alunos precisam enfrentar os problemas em um contexto que lhes permita estabelecer conexões com o que já sabem - seja na matemática ou na 'vida real' - e, assim, aumentar as chances de assimilação e reorganização do pensamento.

Como mencionado, a aula sobre a geometria dos répteis teve início com a apresentação de imagem deflagradora de uma cobra-dragão, apresentada na Figura 2 para suscitar reflexões importantes nos próximos parágrafos.

Figura 2 - Foto de cobra-dragão.



Fonte: https://encurtador.com.br/Y368a

VIDYA, v. 45, n. 2, p. 661-678,
jul./dez. - Santa Maria, 2025.

A questão norteadora foi lançada: "*Onde vocês percebem a Geometria nesse animal?*". Um dos estudantes gritou "*em tudo*"; aos poucos, os demais começaram a revelar a presença da Geometria no animal. "*As escamas*", destacou um deles. "*Os olhos da cobra são esferas e até a posição dela também é geométrica*", complementaram os demais.

Todas essas relações estabelecidas demonstraram que os estudantes foram capazes de perceber Geometria no réptil. É interessante como cada uma das três turmas partiram para a resolução da questão deflagradora por meio de caminhos diferentes. Enquanto a turma do 1ºA observava os globos oculares da cobra e os reconhecia como esferas, abriu-se um espaço fértil para comparações e problematizações matemáticas acerca das formas geométricas. A partir das observações dos estudantes, emergiram questionamentos como: "Será que o olho da cobra é exatamente uma esfera?" ou "Ele não parece um pouco mais achatado?", o que conduziu à discussão sobre a diferença entre esfera e elipsoide. Nesse momento, tornou-se evidente a importância de compreender a forma como a Matemática constrói suas definições de maneira rigorosa.

Por outro lado, enquanto a turma do 1ºB direcionou sua atenção para as escamas da cobra, percebendo-as como estruturas tridimensionais, a turma do 1ºC destacou que o movimento da cobra também poderia ser compreendido como um fenômeno geométrico. Nesse contexto, a geometria deixou de estar restrita aos cadernos quadriculados de matemática e passou a ser compreendida como uma ferramenta para interpretar movimentos, trajetórias e transformações no espaço. A compreensão de que o bote da cobra pode ser analisado como um fenômeno geométrico reforça essa visão integrada da matemática como linguagem para descrever o mundo.

As reflexões mais densas, porém, começaram quando o estudante Matheus e alguns de seus colegas perceberam que a cobra-dragão apresentava uma diferença na estrutura de suas escamas em comparação às outras cobras: "*Professor, a cobra-dragão possui escamas em 3D*". Nesse momento, professor e estudantes passaram a refletir sobre o que significa ser bidimensional e tridimensional, ao mesmo tempo que validaram a observação feita, aprofundando a discussão por meio da abstração matemática e construindo, em conjunto, uma conceituação que incluía figuras geométricas mais conhecidas.

De repente, Matheus fez outra afirmação interessante: "*Professor, nesse caso, Geometria Plana é o estudo do impossível!*". Curioso com a afirmação inesperada, o professor perguntou: "*Por que você acha isso, Matheus?*". Ele respondeu que tudo que existe no universo é tridimensional; portanto, mesmo a folha mais fina ou a escama da cobra coral têm uma espessura, por menor que seja. Assim, para ele, era impossível existir algo que possua duas ou uma dimensão. Perante a conjectura, bastante interessante, elaborada por acaso, o professor problematizou a situação, possibilitando novas conjecturas e a compreensão da importância da Geometria Plana como campo de estudo e conhecimento abstrato.

O enfrentamento do problema em grupo foi fundamental para mobilizar o surgimento de conjecturas ao longo de toda a sequência de aulas, quase como uma provocação, uma construção da curiosidade.

À medida que as reflexões avançavam, sempre que necessário, tanto individualmente quanto em grupo, foram promovidos momentos de pesquisa para validar essas conjecturas e, principalmente, momentos de formalização com rigor matemático, por meio de cálculos destinados a determinar, por exemplo, o comprimento das espécies ou das escamas desses animais. O professor se manteve atento e preparado para garantir que os conceitos geométricos fossem utilizados de forma coerente e os conhecimentos científicos não fossem distorcidos. Houve preocupação constante em validar

tanto os elementos da Geometria quanto os fundamentos da Biologia que estiveram em voga, assegurando que a construção coletiva de saberes não ocorresse em detrimento da precisão conceitual.

Nesse sentido, todas as atividades com contexto em Biologia foram acompanhadas por momentos de abstração matemática, inclusive na tentativa de validar as conjecturas elaboradas pelos estudantes e de formalizar conhecimentos que, até então, lhes eram distantes. Por exemplo, o cálculo do volume de esferas foi mobilizado como ferramenta para a análise do tamanho e das variações nas formas corporais de répteis, incluindo os globos oculares das cobras e, nas tartarugas, possibilitando a compreensão de adaptações morfológicas associadas ao habitat e aos modos de locomoção. A partir da observação de diferentes configurações de cascos e de corpos aproximados de formas esféricas ou elipsoidais, os estudantes passam a explorar relações geométricas.

O cálculo do volume é formalizado, sendo seu entendimento fundamental para a construção da noção de causa e consequência. Tal abordagem pode ser explorada, por exemplo, na análise da flutuabilidade de crocodilianos. De modo complementar, o estudo do perímetro e da área de figuras planas é mobilizado na investigação do formato das escamas, possibilitando estabelecer relações entre essas configurações geométricas e funções como proteção, locomoção e regulação térmica.

Ressaltamos isso para que se tenha em mente que a abordagem transdisciplinar não dispensa o rigor, princípio estabelecido no próprio manifesto de Nicolescu (1999, p. 18), afirmando que "a metodologia transdisciplinar não é uma metodologia rígida, mas ela exige três atitudes: rigor, abertura e tolerância". Por outro lado, a metodologia de resolução de problemas em perspectiva transdisciplinar não se furta à abertura para as articulações entre conceito e técnica, pois o problema, independentemente de sua área disciplinar, não constitui um caso isolado, mas está imerso em um contexto mais amplo, uma característica intrínseca à complexidade. Nas palavras de Onuchic (1999, p. 204),

> a verdadeira força da resolução de problemas requer um amplo repertório de conhecimento, não se restringindo às particularidades técnicas e aos conceitos, mas estendendo-se às relações entre eles e aos princípios fundamentais que os unifica. O problema não pode ser tratado como um caso isolado.

Na continuidade, ao propor o problema: "Quais são as diferenças geométricas entre répteis e anfíbios em termos de suas características corporais?", não foram necessárias muitas explicações; os estudantes rapidamente perceberam que a geometria das escamas era uma das principais características para distinguir répteis de anfíbios. À medida que o professor apresentou espécies de lagartos, salamandras, sapos e iguanas, eles construíram conjecturas para tentar justificar por que havia diferenças geométricas entre as classes de animais. As conjecturas avançaram e, a cada nova reflexão, abriu-se a oportunidade de sistematizar, contextualizar e abstrair conceitos geométricos, como bidimensionalidade, tridimensionalidade, comprimento, área e volume.

Nessa etapa da sequência didática, foi possível verificar, a partir das próprias conjecturas, que répteis e anfíbios pertencem a classes distintas de animais, com algumas diferenças importantes. Assim como os anfíbios, os répteis são animais de sangue frio, ou seja, ectotérmicos, o que significa que sua temperatura corporal varia de acordo com a temperatura do ambiente. Todavia, como parte das espécies de répteis costuma habitar regiões semiáridas[4], eles apresentam escamas e pele seca,

4 A curiosidade manifestada pelos estudantes possibilitou a ampliação das reflexões para além das duas disciplinas centrais desta sequência, várias vezes. Destacamos que, a partir de questionamentos, foi possível incluir uma discussão sobre os processos de formação dos desertos, o papel da Floresta Amazônica na regulação climática global, especialmente no contexto da desertificação, bem como sobre a baixa ocorrência de espécies de anfíbios em ambientes desérticos.

sem glândulas mucosas. Já os anfíbios, geralmente encontrados em ambientes úmidos, possuem pele lisa e sem escamas, característica diretamente ligada ao seu hábitat.

Na sequência, com a intenção de aprofundar as diferenças entre répteis e anfíbios dentro do contexto geométrico, foram exibidas novas imagens deflagradoras, a exemplo da representação de ovos de anfíbios e répteis (Figuras 3 e 4).

Figura 3 - Exemplo de ovos de anfíbios.



Fonte: https://encurtador.com.br/Jxm90

Figura 4 - Exemplo de ovos de répteis.



Fonte: https://encurtador.com.br/NH4y6

O professor revelou que tanto os répteis quanto os anfíbios são animais ovíparos, ou seja, botam ovos. A partir da observação atenta, os estudantes rapidamente identificaram diferenças geométricas no formato dos ovos: ovos de répteis possuem casca protetora, característica que os torna

adaptados a ambientes mais secos, enquanto os ovos de anfíbios não apresentam essa camada protetora, sendo necessário que permaneçam em ambientes úmidos para seu desenvolvimento.

Alguns estudantes destacaram que os formatos geométricos também variavam entre as classes, sendo os ovos de répteis predominantemente ovais, enquanto os de anfíbios se aproximavam de uma forma esférica, momento que foi fundamental para abstração geométrica e estudo sobre as diferenças conceituais e cálculo do volume de elipsoides e esferas.

Outras reflexões significativas emergiram das indagações dos estudantes, como a diferenciação entre tartarugas aquáticas e terrestres, especialmente em relação à aerodinâmica dos cascos. Na conjectura formulada pela turma e problematizada pelo professor, as tartarugas terrestres apresentam cascos mais elevados e robustos como estratégia de proteção contra predadores e obstáculos do ambiente. Em contraste, as tartarugas marinhas demandam cascos com maior aerodinâmica, apresentando, portanto, formato menos esférico e mais elipsoidal, o que favorece a locomoção eficiente em meios aquáticos.

A conjectura dos estudantes foi validada e ampliada - validada porque, não sabendo sobre sua veracidade, o professor subsidiou a discussão com a pesquisa de Kaliontzopoulou (2011), intitulada, em tradução livre, *Morfometria geométrica em herpetologia: ferramentas modernas para aprimorar o estudo da variação morfológica em anfíbios e répteis*, desenvolvida pelo Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos da Universidade do Porto, em Portugal; ampliada porque os estudantes conseguiram perceber que existem diferenças geométricas inclusive em tartarugas marítimas e de água-doce:

> [...] as tartarugas de água doce do gênero *Pseudemys* que habitam regimes de água de fluxo rápido apresentam uma carapaça significativamente mais aerodinâmica, enquanto aquelas que habitam regimes de fluxo lento são mais abobadadas (Kaliontzopoulou, 2011, p. 16).

Durante a análise das espécies de répteis, momento em que a discussão deixou de se concentrar nas diferenças entre répteis e anfíbios e passou a focalizar as próprias espécies de répteis, os estudantes manifestaram a necessidade de aprender a nomear as figuras geométricas planas, a fim de possibilitar a identificação e a classificação das espécies, como no caso dos lagartos. Essa necessidade tornou-se evidente na fala da estudante Thalita, que comentou: “Professor, fica difícil diferenciar os lagartos sem saber o nome dessas formas que a gente vê neles”.

O interesse da turma em relacionar conhecimentos matemáticos e biológicos para entender fenômenos ou construir conjecturas mostrou o quanto esse tipo de abordagem é potente. A curiosidade permitiu que as conjecturas surgissem na tentativa de resolver os problemas propostos pelo professor. Vale destacar também a postura do professor, que, sem receio de parecer despreparado, recorreu a pesquisas científicas para garantir o rigor necessário nas discussões.

Tendo tudo isso em vista, é importante que se faça compreender que a criatividade emerge como um elemento central na maneira pela qual os estudantes se relacionam com os conteúdos, ao formularem conjecturas, explorarem diferentes estratégias e estabelecerem novas articulações entre conhecimentos de Biologia e Geometria. Nessa perspectiva, a criatividade se expressa na capacidade de construir contextos significativos ao longo das atividades, de desenvolver estratégias resolutivas não convencionais e de elaborar às mais diferentes conjecturas.

Ao final da sequência, sem pormenores, o professor apresentou um encarte amplamente conhecido que trata da identificação de cobras venenosas com base em características geométricas de seus corpos, que foi utilizado unicamente como um exercício de visualização geométrica, sem pretensão de servir como orientação prática ou científica. O intuito foi fortalecer a percepção geométrica e possibilitar que a curiosidade permanecesse ativa ao final das atividades previstas. Tanto é, que o professor informou que o avanço das pesquisas no campo da biologia, em específico sobre serpentes peçonhentas, continua e novos catálogos poderão ser produzidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudantes demonstraram interesse pela abordagem transdisciplinar, o que transformou as aulas sobre répteis em um espaço propício para a emersão da curiosidade e a exploração de conceitos além do escopo inicialmente previsto. Em várias ocasiões, recorreram a vídeos para aprofundar a compreensão sobre temas como a reprodução das cobras ou o processo de metamorfose dos anfíbios. Essa dinâmica pode ser entendida como uma construção de curiosidade, evidenciada, por exemplo, pela investigação do formato elipsoidal dos ovos de répteis e esférico dos ovos de anfíbios, utilizando os próprios celulares para pesquisar possíveis causas dessas características distintivas.

O processo de construção da curiosidade geralmente ocorre em grupo, muitas vezes sem precisar recorrer a pesquisas prévias. Neste caso, os estudantes especularam e formularam conjecturas sobre os motivos por trás de um problema geométrico; por exemplo, ao se deparar com o formato peculiar dos cascos de tartarugas, começaram a criar conjecturas sobre as possíveis razões para essa característica. Embora nem sempre estivessem corretas quando feitas individualmente, ao refinar suas hipóteses por meio da lógica em grupo, conseguiram chegar a conclusões mais precisas e compará-las com estudos já realizados, com a ajuda do professor.

Conclusões que nem mesmo foram percebidas pelo professor emergiram desse processo, porém o aspecto mais significativo foi a exploração empírica das conjecturas. Os estudantes, mediante essa investigação prática, alcançaram compreensões como o fato de a tartaruga marinha não conseguir retrair-se no casco, uma vez que essa adaptação não teria propósito em seu hábitat, o que não acontece com as tartarugas terrestres.

A preparação das aulas mostrou-se fundamental. O ato de conceber e desenvolver estratégias que acolhessem os diversos caminhos dos estudantes revelou-se, definitivamente, essencial para a construção de uma prática transdisciplinar que considerasse o problema e as possíveis construções nascentes. Vale ressaltar que, mesmo com preparo minucioso, as reflexões e questionamentos dos estudantes podem seguir direções completamente inesperadas para o professor. São esses desvios imprevistos que moldam a construção da curiosidade, como momentos em que o próprio professor se vê imerso na busca por um conhecimento ainda não dominado.

Ao analisar o desenvolvimento da sequência didática, percebemos que os estudantes se envolveram em várias atividades matemáticas relevantes, trabalhando com abstrações relacionadas ao cálculo de volume de esferas, explorando a relação entre formas tridimensionais e bidimensionais, além do cálculo de áreas e perímetros e da identificação de figuras planas. Após o desenvolvimento da sequência, em um exercício analítico-reflexivo, verificamos que, apesar do estabelecimento de conexões pertinentes à Biologia e do rigor na exploração dos conceitos geométricos, a abordagem pode ser ainda mais rica ao estabelecer novas relações com aprofundamento teórico matemático, fortalecendo a proposta transdisciplinar já desenvolvida.

Reiteramos que, para desenvolver uma prática baseada na resolução de problemas em perspectiva complexa e transdisciplinar, não basta conhecer a transdisciplinaridade. É necessária também uma atitude pedagógica transdisciplinar, incorporando seus traços essenciais: rigor, abertura e tolerância, numa postura que reconheça que o entrelaçamento das disciplinas pode levar a um envolvimento transdisciplinar. Tal atitude pedagógica, nesta pesquisa, propiciou a religação do que é uno e a disciplinarização separou, criando um todo integrado em que um campo de conhecimento provê o outro de sentido, e vice-versa. Répteis, anfíbios e Geometria foram religados em um contexto geométrico que agregou a intenção do professor e o interesse dos estudantes.

De modo conclusivo, os núcleos de significação "integração de saberes", "construção de conjecturas", "criatividade" e "contexto geométrico" coadunam com a perspectiva teórica anteriormente construída quanto à abertura da prática pedagógica para a promoção de articulações entre ideias matemáticas e fora dela, entre conceitos matemáticos e abordagens didáticas flexíveis, entre conteúdo curricular e integração de saberes, entre contexto matemático e construção de conjecturas, entre estratégias cognitivas e criatividade. Tendo isso em vista, defendemos que a integração de conhecimentos por meio de uma prática baseada na resolução de problemas à luz da perspectiva complexa e transdisciplinar promove a aprendizagem conceitual dos conteúdos curriculares na educação básica e favorece a construção e análise de conjecturas que subsidiam um pensar científico, assim como a curiosidade, o senso crítico e a autonomia dos estudantes.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, W. M. J.; OZELLA, S. Núcleos de significação como instrumento para a apreensão da constituição dos sentidos. **Psicologia, Ciência e Profissão**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 222-245, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pcp/a/QtcRbxZmsy7mDrqtSjKTYHp/?format=pdf. Acesso em: julho 2025.

CAMPELO, C. S. A.; PROENÇA, M. C. Conhecimento especializado no ensino de função exponencial via resolução de problemas no contexto do PIBID. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 276-297, 2025. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/66754. Acesso em: julho de 2025.

CRESWELL, J. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

GUÉRIOS, E.; MEDEIROS JUNIOR, R. J. Resolução de problema e Matemática no Ensino Fundamental: uma perspectiva didática. *In*: BRANDT, C. F.; MORETTI, M. T. (Org.). **Ensinar e aprender Matemática**: possibilidades para a prática educativa. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016. p. 209-231.Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://static.scielo.org/scielobooks/dj9m9/pdf/brandt-9788577982158.pdf. Acesso em: julho 2025

KALIONTZOPOULOU, A. Geometric morphometric sinherpetology: modern tools for enhancing the study of morphological variation in amphibians and reptiles. **Amphibia-Reptilia**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 1-23, 2011.

MORAES, M. C. **Paradigma educacional sistêmico**: por uma nova ecologia de aprendizagem humana. Rio de Janeiro: Wak, 2021.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.

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.

ONUCHIC, L. R. Ensino-aprendizagem de Matemática através de resolução de problemas. *In*: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa em educação matemática**: concepções e perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999. p. 199-218.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 95, dez. 2011. Disponível em: https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/5739. Acesso em: julho de 2025.

POLYA, G. **How to solve it?** 2. ed. New York: Double Anchor Book, 1945.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

PUCHKIN, V. N. **Heurística**: a ciência do pensamento criador. Rio de Janeiro: Zahar, 1969.

ROSAS, Y. Creación de problemas matemáticos en la escuela primaria: propuesta desde el enfoque histórico-cultural. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, [s.l.], n. 52, e2024007, 2024. Disponível em: https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/734. Acesso em: julho 2025.

SILVER, E. A. Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. **ZDM: The International Journal on Mathematics Education**, [s.l.], v. 29, n. 3, p. 75-80, 1994. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11858-997-0003-x. Acesso em: julho 2025.

SOUTO, F. C. F.; GUÉRIOS, E. Resolução de problemas contextualizados: análise de uma ação didática para o ensino de Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v. 17, e020023, 2020. Disponível em: https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/198/211. Acesso em: julho 2025.

SOUTO, F. C. F.; GUÉRIOS, E. Enseñanza de las Matemáticas en los primeros años de la escuela primaria a través de problemas matemáticos contextualizados. **Revista Paradigma**, Maracay, v. XLIII, p. 380-403, 2022. Disponível em: https://revistaparadigma.com.br/index.php/paradigma/article/view/1231. Acesso em: julho 2025.

VALERO, P. Consideraciones sobre el contexto y la educación matemática para la democracia. **Quadrante**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 33-40, 2002. Disponível em: https://quadrante.apm.pt/article/view/22744. Acesso em: julho 2025.

VIEIRA, G.; POSSAMAI, J. P.; ALLEVATO, N. S. G. Proposição de problemas e pensamento criativo na aula de Matemática. **Zetetiké**, Campinas, v. 31, e023021, 2023. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8671869. Acesso em: julho 2025.