

RESSALVA

Atendendo a solicitação da autora, Alcicleide de Souza Freires, o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 14/01/2028.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
CÂMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

ALCICLEIDE DE SOUZA FREIRES

ENTRE RIOS E NÚMEROS: Ensino de Matemática e Ciência Cidadã em Diálogo

Bauru - SP
2026

ALCICLEIDE DE SOUZA FREIRES

ENTRE RIOS E NÚMEROS: Ensino de Matemática e Ciência Cidadã em Diálogo

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, câmpus de Bauru, como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência, área de concentração Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa. Dra. Maria de Lourdes Spazziani.

Bauru – SP
2026

F866e	Freires, Alcicleide de Souza Entre rios e números : ensino de matemática e Ciência Cidadã em diálogo / Alcicleide de Souza Freires. -- Bauru, 2026 151 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru Orientadora: Maria de Lourdes Spazziani 1. Proposta pedagógica contextualizada. 2. Resolução de problemas matemáticos. 3. Educação para a sustentabilidade. I. Título.
-------	---

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE ALCICLEIDE DE SOUZA FREIRES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 13 de janeiro de 2026, às 8h45min, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de ALCICLEIDE DE SOUZA FREIRES, intitulada **Entre Rios e Números: Ensino de Matemática e Ciência Cidadã em Diálogo**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. MARIA DE LOURDES SPAZZIANI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências Humanas e Ciências da Nutrição e Alimentação / UNESP / Câmpus de Botucatu - IBB, Prof. Dr. NARCISO DAS NEVES SOARES (Participação Virtual) do(a) Instituto de Ciências Exatas / Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA, Profa. Dra. NÍJIMA NOVELLO RUMENOS (Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências Humanas e Ciências da Nutrição e Alimentação / UNESP / Câmpus de Botucatu - IBB, Prof. Assoc. NELSON ANTONIO PIROLA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / UNESP / Câmpus de Bauru - FC, Prof. Dr. HARRYSON JÚNIO LESSA GONÇALVES (Participação Virtual) do(a) Departamento de Didática / UNESP / Câmpus de Marília - FFC, Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente
 MARIA DE LOURDES SPAZZIANI
Data: 14/01/2026 17:12:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. MARIA DE LOURDES SPAZZIANI

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALCICLEIDE DE SOUZA FREIRES

ENTRE RIOS E NÚMEROS: Ensino de Matemática e Ciência Cidadã em Diálogo

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Câmpus de Bauru, para obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência.

Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Data da Defesa: 13 de janeiro de 2026

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Maria de Lourdes Spazziani (orientadora)

Departamento de Ciências Humanas e Ciências da Nutrição e Alimentação / UNESP / Câmpus de Botucatu – IBB

Prof. Dr. Narciso Soares das Neves (membro externo titular)

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará/Instituto de Ciências Exatas (Unifesspa)

Prof. Dr. Nelson Antônio Pirola (membro interno titular)

Universidade Estadual Paulista/ Associado do Departamento de Educação - UNESP – Bauru

Prof. Dra. Nijima Novello Rumenos (membro externo titular)

Departamento de Ciências Humanas e Ciências da Nutrição e Alimentação / UNESP / Câmpus de Botucatu – IBB

Prof. Dr. Harryson Júnio Lessa Gonçalves (membro interno titular)

Departamento de Didática / UNESP / Câmpus de Marília – FFC

Prof. Dr. Henrique Silva de Souza (membro externo suplente)

Faculdade de Química, Instituto de Ciências Exatas / Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa)

Prof. Dra. Danielle Rodrigues Monteiro da Costa (membro externo suplente)

Universidade do Estado do Pará/Departamento de Ciências Naturais (UEPA)

Prof. Dra. Ana Carolina Biscalquini Talamoni (membro interno suplente)

Departamento de Ciências Biológicas e Ambientais / UNESP / Câmpus do Litoral Paulista - IBCLP

*À minha mãe, Alcinda Pereira de Souza, cuja força,
coragem e amor incondicional foram e continuam
sendo o alicerce da minha caminhada.
Cada conquista aqui registrada carrega o reflexo da
sua dedicação, da sua fé e do exemplo que me*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela força e pela possibilidade de recomeçar a cada amanhecer.

À minha mãe, Alcinda Pereira de Souza, exemplo de amor, coragem e generosidade, cuja presença constante sustenta todos os passos da minha caminhada.

Ao meu pai, Alcides Cardoso de Souza, por me ensinar o valor da honestidade e do trabalho.

Às minhas irmãs, Alcione Guimarães de Souza e Alciêde Pereira de Souza, pela parceria, cumplicidade e pelo amor que me acompanham em todos os momentos.

Aos meus professores do mestrado, em especial ao professor Emerson Batista Gomes, meu orientador à época, pelos inúmeros “puxões de orelha”, pelas provocações intelectuais e pela confiança no meu potencial. E ao professor Narciso das Neves Soares, por sua generosidade e constante disponibilidade para me orientar nas questões acadêmicas, sempre com paciência, clareza e sensibilidade.

À minha orientadora, professora Maria de Lourdes Spazziani, exemplo de sabedoria, compromisso e humanidade. Uma pessoa extraordinária, de coração e generosidade sem tamanho, que me acolheu com carinho e acreditou em mim em todos os momentos. Sua orientação ultrapassa os limites da academia, pois é também um gesto de afeto e de partilha, um verdadeiro encontro entre mestres e aprendizes.

Aos meus amigos, que fizeram parte dessa trajetória, em especial Ivaí Nogueira e família, pela amizade sincera, pelo carinho e por sempre torcerem por mim.

A todos os integrantes da primeira turma do PPGECEM, onde realizei o mestrado, deixo o meu reconhecimento pela convivência, pelas trocas e pelo aprendizado coletivo.

De forma muito especial, agradeço ao meu amigo Henrique Silva de Souza, companheiro desde os tempos do mestrado. Foi ele quem acreditou em mim antes mesmo que eu acreditasse, quem me incentivou a seguir e quem me inscreveu no doutorado, abrindo caminhos que talvez eu jamais tivesse trilhado sozinha. Sua fé, amizade e presença constante tornaram mais leve o percurso e mais firme a caminhada. Todas as vezes que precisei, ele esteve lá. A você, Migo, o meu mais sincero e eterno, obrigada.

Ao meu filho de coração, Gabriel Freires, pela ternura e pelo orgulho com que acompanha minhas conquistas.

À minha filha, Rita Maria Freires, razão maior de todos os meus esforços, por me inspirar diariamente a ser alguém melhor.

E ao meu esposo, Rizomar Freires, o meu mais profundo agradecimento. Pela paciência, pelo amor incondicional, pela presença silenciosa e firme. Por ter me apoiado em cada etapa, por ter mantido nossa família de pé enquanto eu me dedicava a este sonho. Sem você, nada disso seria possível, obrigada.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade, deixo minha gratidão mais sincera e permanente.

FREIRES, Alcicleide de Souza. **Entre Rios e Números: Ensino de Matemática e Ciência Cidadã em Diálogo**. 2026. 151p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista. Bauru, SP, 2026.

RESUMO

A pesquisa emerge da problematização do distanciamento histórico entre o ensino de matemática escolar e as realidades socioambientais que atravessam os territórios amazônicos. Desenvolvida no município de Marabá, no sudeste do Pará, espaço marcado pela centralidade dos rios Tocantins e Itacaiúnas na organização da vida social, econômica e ambiental, a investigação reconhece esses rios como elementos estruturantes do território e como potencialidades ainda pouco exploradas no ensino de matemática. Nesse contexto, o estudo analisa as possibilidades de integração dos pressupostos da Ciência Cidadã ao ensino de matemática, tomando a Estatística e a análise de dados ambientais como eixos de mediação para a promoção de uma aprendizagem com significado e comprometida com o território. O objetivo consiste em compreender de que maneira os pressupostos da Ciência Cidadã podem contribuir para uma proposta pedagógica de ensino de matemática orientada pela resolução de problemas e contextualizada na realidade dos rios Tocantins e Itacaiúnas. A pesquisa adota abordagem qualitativa e fundamenta-se na análise de conteúdo, a partir de entrevistas realizadas com colaboradoras especialistas nas áreas de Ciência Cidadã e ensino de matemática baseada em resolução de problemas, cujas falas constituíram o corpus analítico do estudo. O processo analítico evidenciou convergências teóricas, epistemológicas e pedagógicas entre esses campos, destacando a Estatística e a análise de dados ambientais como eixos privilegiados de articulação entre matemática, território e investigação científica. Como desdobramento desse percurso, delineou-se uma proposta pedagógica que integra os pressupostos da Ciência Cidadã à resolução de problemas no ensino de matemática, tomando os rios de Marabá como referência territorial, o uso de dados reais como elemento estruturante e a ética no tratamento e na comunicação das informações como dimensão formativa. Conclui-se que essa integração configura um caminho consistente para ressignificar o ensino de matemática, ampliando seu sentido social, fortalecendo a mediação docente e promovendo o protagonismo estudantil, ao reafirmar a escola pública como espaço de leitura crítica da realidade, produção de conhecimento e formação cidadã comprometida com as questões socioambientais.

Palavras-chave: Proposta Pedagógica Contextualizada. Resolução de Problemas Matemáticos. Educação para a Sustentabilidade.

FREIRES, Alcicleide de Souza. **Entre Rios e Números: Ensino de Matemática e Ciência Cidadã em Diálogo**. 2026. 151p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista. Bauru, SP, 2026.

ABSTRACT

The research emerges from the problematization of the historical distance between school mathematics teaching and the socio-environmental realities that shape Amazonian territories. Developed in the municipality of Marabá, in southeastern Pará, a region marked by the centrality of the Tocantins and Itacaiúnas rivers in the organization of social, economic, and environmental life, the investigation recognizes these rivers as structuring elements of the territory and as potentialities still underexplored in mathematics teaching. Within this context, the study analyzes the possibilities of integrating the principles of Citizen Science into mathematics teaching, taking Statistics and environmental data analysis as mediating axes for promoting meaningful learning committed to the territory. The objective is to understand how the principles of Citizen Science can contribute to a pedagogical proposal for mathematics teaching oriented by problem solving and contextualized in the reality of the Tocantins and Itacaiúnas rivers. The research adopts a qualitative approach and is grounded in content analysis, based on interviews conducted with expert collaborators in the fields of Citizen Science and mathematics teaching based on problem solving, whose statements constituted the analytical corpus of the study. The analytical process revealed theoretical, epistemological, and pedagogical convergences between these fields, highlighting Statistics and environmental data analysis as privileged axes for articulating mathematics, territory, and scientific investigation. As a result of this trajectory, a pedagogical proposal was outlined that integrates the principles of Citizen Science with problem solving in mathematics teaching, taking the rivers of Marabá as a territorial reference, the use of real data as a structuring element, and ethics in the treatment and communication of information as a formative dimension. It is concluded that this integration constitutes a consistent pathway to re-signify mathematics teaching, expanding its social meaning, strengthening teacher mediation, and promoting student protagonism, while reaffirming the public school as a space for critical reading of reality, knowledge production, and citizenship education committed to socio-environmental issues.

Keywords: Contextualized Pedagogical Proposal. Mathematical Problem-Solving. Education for Sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	20
2 ENTRE SABERES E PRÁTICAS: O DIÁLOGO ENTRE CIÊNCIA CIDADÃ E MATEMÁTICA	29
2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E SINTROPIA: FUNDAMENTOS PARA A CIÊNCIA CIDADÃ	29
2.2 A CIÊNCIA CIDADÃ NO CONTEXTO EDUCACIONAL	36
2.2.1 Fundamentos conceituais e tipologias.....	36
2.2.2 A Ciência Cidadã, o Currículo e a BNCC: implicações para o ensino de matemática.....	38
2.2.3 Dimensões epistemológicas e pedagógicas da Ciência Cidadã Escolar Colaborativa.....	41
2.2.4 A formação docente e o papel do professor na Ciência Cidadã Escolar Colaborativa	43
2.2.5 A Ciência Cidadã Escolar Colaborativa como eixo de transformação social e ambiental	45
2.2.6 Território e produção de saberes no contexto da Ciência Cidadã	48
2.3 TEORIAS DE APRENDIZAGEM E A INTEGRAÇÃO DA CIÊNCIA CIDADÃ AO ENSINO DE MATEMÁTICA	50
2.3.1 A aprendizagem como processo social e mediado	50
2.3.2 A aprendizagem com significado na perspectiva crítica	53
2.3.3 A integração da Ciência Cidadã ao processo de aprendizagem.....	56
2.4 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO METODOLOGIA NO ENSINO DE MATEMÁTICA	58
2.4.1 Fundamentos da resolução de problemas.....	58
2.4.2 As três concepções e a virada metodológica	61
2.4.3 O problema gerador e as etapas da metodologia.....	63
2.5 CURRÍCULO DE MATEMÁTICA NO PARÁ: POSSIBILIDADES DE CONTEXTUALIZAÇÃO .	67
2.5.1 Contextualização e estrutura do currículo de matemática do Estado do Pará	67
2.5.2 Dimensões interdisciplinares e formativas do currículo de matemática paraense.....	70
2.5.3 O lugar da estatística como eixo de contextualização e integração da proposta “Entre Rios” .	74
3 TRAMAS METODOLÓGICAS: O CAMINHO ENTRE O DISCURSO E A CONSTRUÇÃO ...	78
3.1 ABORDAGEM E NATUREZA DA PESQUISA	78
3.2 CORPUS E SUJEITOS DA PESQUISA	80
3.3 PROCEDIMENTOS ÉTICOS	83
3.4 ETAPAS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO SEGUNDO BARDIN (2011).....	86
3.4.1 Pré-análise	86
3.4.2 Exploração do material	88

3.4.3 Tratamento dos resultados, inferência e interpretação	89
3.5 PROCEDIMENTOS PARA A CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA PEDAGÓGICA	91
4 VOZES QUE FLUEM: ENTRE A MATEMÁTICA E A CIÊNCIA CIDADÃ.....	93
4.1 EIXO 1 – RELAÇÃO ENTRE CONHECIMENTO CIENTÍFICO E SABERES DO TERRITÓRIO ..	94
4.2 EIXO 2 – ESCOLA COMO ESPAÇO DE INVESTIGAÇÃO E CORRESPONSABILIDADE SOCIAL	103
4.3 EIXO 3 – ÉTICA DOS DADOS E FORMAÇÃO CIDADÃ	109
4.4 EIXO 4 – VISUALIZAÇÃO E COMUNICAÇÃO DOS DADOS COMO LINGUAGEM CIENTÍFICA E EDUCATIVA.....	116
5 PROPOSTA PEDAGÓGICA, ENTRE RIOS	120
5.1 INTRODUÇÃO	120
5.2 EIXO ESTRUTURANTE: RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO METODOLOGIA	122
5.3 PRESSUPOSTOS DA CIÊNCIA CIDADÃ	124
5.4 ESTRUTURA MODULADORA DA PROPOSTA	128
6 CONCLUSÃO	131
REFERÊNCIAS.....	139
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA ESPECIALISTA EM CIÊNCIA CIDADÃ	144
APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA ESPECIALISTA EM ENSINO DE MATEMÁTICA BASEADA EM PROBLEMAS	146
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	148

APRESENTAÇÃO

Minha trajetória acadêmica se constituiu entre desafios e conquistas que nem sempre caminharam juntos, mas que, invariavelmente, me moldaram como professora, pesquisadora e mulher amazônida. Estar hoje em um doutorado não representa apenas um marco pessoal: simboliza a luta de uma família inteira e de um território historicamente excluído dos espaços de produção científica. A educação sempre me acompanhou como perspectiva de futuro, tomada muito cedo como possibilidade real de transformação social.

Nasci no Pará e fui criada em meio às dificuldades econômicas enfrentadas por tantas famílias trabalhadoras deste estado. Sou uma mulher preta, filha de mãe guerreira, que, com coragem e trabalho duro, apontou o caminho da escola como possibilidade de ascensão, e filha de um pai que, por vezes, reproduzia o imaginário de que “filho de pobre não sai de casa para estudar”. Cresci em uma realidade marcada pela escassez, mas também pela afetividade e pelo desejo de superar o destino que parecia imposto às meninas como eu.

A conclusão do ensino médio, em 2003, inaugurou um período de grandes escolhas e deslocamentos. Para continuar estudando, precisei deixar a cidade onde cresci e me mudar para Castanhal, onde iniciei um cursinho preparatório com o apoio incondicional da minha mãe. Foi ela quem sustentou sozinha esse sonho, vendendo comida típicas paraense, organizando a vida para que eu pudesse viver o que, para muitos, era improvável: disputar e conquistar uma vaga na universidade.

Em 2005, fui aprovada em Licenciatura em Matemática na Universidade Federal do Pará (UFPA), tornando-me a primeira pessoa da família, tanto por parte de mãe quanto de pai, a ingressar no ensino superior. Essa conquista foi celebrada com orgulho e surpresa por todos, pois quebrava uma lógica histórica de negação de direitos e oportunidades às nossas gerações. Na graduação, porém, descobri que ingressar não significava necessariamente pertencer: o curso, embora destinado à formação de professores, estava estruturado quase como um bacharelado, valorizando conteúdos abstratos e técnicas matemáticas em detrimento da formação pedagógica.

As exigências acadêmicas, somadas à falta de apoio institucional aos estudantes de origem popular, tornaram o percurso bastante desafiador. As falas que ecoavam nos corredores, “matemática é para poucos”, “quem não aguenta, desiste”, reforçaram um ambiente seletivo e excludente. Ainda assim, na mesma universidade onde ecoavam essas falas excludentes, também

se formaram redes de solidariedade que fortaleceram a permanência e autonomia de estudantes oriundos de contextos populares, reafirmando que a universidade pública precisa ser, de fato, um espaço para todas as trajetórias, especialmente aquelas historicamente afastadas dela. Concluí o curso em 2008, com imensa alegria e o sentimento de ter aberto uma porta que jamais deveria voltar a se fechar.

No início de 2009, retornei à Concórdia do Pará com o diploma nas mãos e o coração cheio de expectativas. Comecei a lecionar em turmas de 6º a 9º ano e, ao pisar em sala pela primeira vez como professora, senti uma mistura de medo e fascínio: medo de não dar conta e fascínio por perceber que ali estava o sentido da minha formação. Ensinar matemática à juventude de escolas públicas do Pará passou a ser minha forma de retribuir as oportunidades que conquistei, mas também de assumir uma luta permanente pela dignidade da educação popular.

Em 2010, fui aprovada em concurso público para professora da zona rural de Marabá, Sudeste do Estado do Pará. Aceitei o desafio e me mudei para uma Vila a 35 km da cidade, onde permaneci por muitos anos. A experiência com a educação do campo transformou a minha forma de compreender os processos educativos: percebi como a escola é, muitas vezes, o único lugar que garante direitos, afeto, pertencimento e esperança aos estudantes. Ali, o trabalho docente exige escuta, presença e respeito às culturas locais, dimensões que, infelizmente, nunca fizeram parte do currículo da licenciatura que me formou.

Vivendo e trabalhando no interior, a vida se tornava intensa, porém limitada em acesso à formação continuada. Os trajetos longos, a rotina desgastante e a responsabilidade de garantir o sustento não deixavam muito espaço para a retomada dos estudos. Ainda assim, em 2013, iniciei uma pós-graduação *Lato Sensu* em Metodologia do Ensino de Matemática. Foi meu primeiro movimento de retorno ao mundo acadêmico, após anos concentrada no fazer docente e distante das leituras, da escrita e da pesquisa.

Em 2014, nasceu minha filha Rita Mariah, cuja chegada ressignificou completamente minha vida pessoal e minha prática educativa. Mais tarde, receber o diagnóstico de autismo de uma criança tão desejada e amada me fez olhar para a escola com outros olhos, olhos de mãe que compreende as barreiras cotidianas impostas às crianças que fogem do padrão imposto pela sociedade. A partir daí, ‘inclusão’ deixou de ser apenas um tema para se tornar experiência, urgência e compromisso ético.

Apesar dos desafios logísticos, financeiros e emocionais, compreendi que eu não poderia interromper meu desenvolvimento acadêmico. A docência me preenchia, mas também me inquietava: eu queria compreender melhor os processos de ensinar e aprender matemática, participar de debates maiores e contribuir com pesquisas que fizessem sentido para o contexto amazônico. Foi com esse propósito que, em 2017, decidi tentar o mestrado, um passo que já anunciava um novo ciclo, movido por coragem e pela recusa a aceitar que as condições sociais definissem meus limites.

Ingressar no Mestrado Acadêmico em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (PPGECM/UNIFESSPA), em 2018, foi um acontecimento decisivo na minha vida acadêmica. Ser parte da primeira turma do programa significou participar da institucionalização de um espaço de pesquisa que emerge da e para a Amazônia, legitimando nossos territórios como produtores de ciência e não apenas como objetos de investigação alheia.

A transição para a pesquisa acadêmica, porém, me exigiu uma reconstrução profunda. Eu vinha de uma formação inicial em matemática muito mais voltada às técnicas operatórias e ao rigor formal, com pouco estímulo à escrita e à investigação. Após anos distantes da produção de textos acadêmicos, reencontrar a escrita foi doloroso: pensamentos atropelados, páginas em branco, insegurança quanto ao estilo, angústia diante da necessidade de transformar prática docente em material de estudo analítico. O mestrado me obrigou a reaprender a pensar com palavras.

E não era apenas a escrita: conciliar as demandas da pós-graduação com as responsabilidades familiares exigia de mim um esforço que ultrapassava a dimensão intelectual. Aprendi que fazer ciência na Amazônia significa também negociar tempo, energia, estrutura e saúde mental, sem perder de vista a razão pela qual permanecemos na formação: devolver sentido às escolas e às vidas que nos constituem.

Foi nesse contexto que encontrei orientação e diálogo acadêmico com o professor Emerson Batista Gomes, cuja experiência com o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), uma política pública que fomenta o ingresso qualificado de licenciandos nas escolas da educação básica, possibilitou que eu escolhesse uma temática que se reconhecia em minha história profissional. Estudar o PIBID foi buscar rigor teórico para compreender processos que, como professora, já intuía no cotidiano.

Somado a isso, a convivência com professores e colegas do programa ampliou meu repertório conceitual e metodológico. As disciplinas, os grupos de estudos e os debates acadêmicos me situaram em uma rede de pesquisa fortemente comprometida com a produção de conhecimento sobre o ensino de Ciências e Matemática em diálogo com a realidade educacional brasileira, especialmente no Norte do país. Eu estava, enfim, aprendendo a pensar cientificamente sobre o que vivo e sobre quem eu sou na educação.

Ao mesmo tempo, um movimento silencioso e intenso acontecia dentro de mim: estava reaprendendo a existir como pesquisadora. Houve noites em que o medo de falhar falava mais alto; houve páginas refeitas inúmeras vezes; houve crises e lágrimas. Mas houve, sobretudo, coragem: persistir mesmo quando tudo parecia maior do que eu. Realizar o mestrado foi a prova de que o conhecimento acadêmico também pertence às mulheres pretas da Amazônia, mesmo quando a estrutura universitária insiste em nos dizer o contrário.

A defesa do mestrado representou mais do que a finalização de uma etapa acadêmica. Ela sinalizou novas possibilidades de escrita, pesquisa e reflexão, ampliando o entendimento de que minha formação está profundamente vinculada aos territórios, às pessoas e às realidades que me constituem. Seguir para o doutorado tornou-se, assim, uma escolha coerente com o desejo de aprofundar diálogos e continuar investigando questões que emergem da Amazônia, da escola pública e do compromisso com a educação como direito.

Em 2022, iniciei o Doutorado em Educação para a Ciência na Universidade Estadual Paulista (UNESP/Bauru), sob orientação da professora Maria de Lourdes Spazziani. Diferentemente do mestrado, nesta etapa não tive licença para estudos, permanecendo em atividade docente enquanto desenvolvia a pesquisa. Conciliar trabalho e formação em nível de doutorado impôs uma rotina intensa, atravessada por viagens entre Marabá (PA) e o interior paulista, horários apertados, carga emocional elevada e a necessidade constante de reorganizar a vida em múltiplas frentes. O cansaço acumulado, as demandas profissionais e as exigências acadêmicas coexistiram como parte do mesmo processo formativo, exigindo escolhas difíceis e disciplina permanente. Ainda assim, avançar no doutorado representou um compromisso com a educação pública amazônica e com a continuidade das reflexões que vêm orientando minha atuação docente e investigativa.

Já no início do curso, fui confrontada com a necessidade de reinventar minha identidade como pesquisadora. A escrita acadêmica, que no mestrado já havia sido uma batalha, no doutorado

se tornou ainda mais exigente: os textos precisavam revelar autonomia teórica, consistência argumentativa e coerência epistemológica. A cada disciplina cursada, eu precisava não apenas aprender novos conceitos, mas aprender a usar esses conceitos para pensar. Sofri com bloqueios criativos, crises de ansiedade, esquecimento e lapsos de atenção, e nesse percurso, compreendi meu quadro de TDAH como mais uma condição a ser administrada, e não como impedimento.

A definição da tese não ocorreu de maneira linear. Inicialmente, minha expectativa era aprofundar a pesquisa sobre o PIBID, em continuidade ao estudo desenvolvido no mestrado e pela relação direta com minha experiência profissional na educação básica. Entretanto, ao longo dos primeiros semestres do doutorado, percebi que a escolha do objeto exigiria um olhar que ultrapassasse a dimensão formativa docente e dialogasse com questões mais amplas do território amazônico e de suas urgências socioambientais.

Essa mudança de direção foi maturada especialmente no Grupo de Pesquisa e Estudos em Educação Ambiental, Sustentabilidade e Ambientalização (GEPEASA/UNESP), coordenado pela professora Maria de Lourdes Spazziani. As discussões teóricas e metodológicas desenvolvidas no grupo provocaram um deslocamento fundamental: compreender que a relação com o meio ambiente não se limita ao reconhecimento afetivo do lugar em que se vive, mas implica adotar uma perspectiva de Educação Ambiental Crítica, voltada à justiça social, ao enfrentamento das desigualdades e à defesa dos bens comuns. Foi nesse movimento que minha própria prática docente passou a ser relida de modo mais politizado, reposicionando o ensino de matemática como campo de atuação em problemáticas que atravessam os rios, as comunidades e as políticas que moldam Marabá.

Assim, minha tese, intitulada “Entre rios e números”, emerge do encontro entre minha atuação como professora de matemática e a necessidade de uma educação que forme sujeitos capazes de ler criticamente o mundo em que vivem. A aproximação com a Ciência Cidadã ofereceu o horizonte que faltava: a possibilidade de mobilizar dados reais sobre o território, envolver estudantes em práticas investigativas e promover o engajamento social por meio da matemática. A pesquisa nasce, portanto, do lugar onde moro, das águas que nos cercam e das vidas que dependem delas.

A estrutura da tese traduz o percurso formativo construído ao longo do doutorado. O capítulo 1 apresenta minha trajetória acadêmica e profissional, reconhecendo que quem pesquisa também é constituído pelo que pesquisa. O capítulo 2 reúne os referenciais teóricos que sustentam

o estudo, Educação Ambiental Crítica, Resolução de Problemas e Ciência Cidadã, articulados ao contexto amazônico e às demandas reais da escola pública. No capítulo 3, são descritos os procedimentos metodológicos adotados, com base na Análise de Conteúdo e na colaboração com especialistas; o capítulo 4 organiza os resultados e interpretações em eixos analíticos; e o capítulo 5 apresenta a proposta pedagógica derivada desse processo investigativo.

Essa organização procura evidenciar o diálogo permanente entre experiência, teoria e território. Ao articular o ensino de matemática às questões socioambientais que atravessam Marabá e seus rios, a pesquisa reconhece que a escola é lugar de leitura crítica do mundo e de formação para a responsabilidade coletiva. Nesse sentido, a tese afirma uma concepção de Ciência Cidadã comprometida com o direito de todos participarem da produção de conhecimento e com a defesa dos bens comuns que sustentam a vida amazônica.

Dessa forma, o doutorado não representa um fechamento, mas a continuidade de uma trajetória que insiste em permanecer na universidade e ocupar os espaços de pesquisa como ato político. As lutas enfrentadas ao longo do processo, estruturais, pessoais e institucionais, não diminuíram o percurso; antes, reforçaram a necessidade de que vozes, histórias e saberes da Amazônia componham o campo científico brasileiro. O compromisso que se renova aqui é o de escrever, devolver e transformar, mantendo a escola pública como horizonte e destino de tudo que esta tese pretende oferecer.

1 INTRODUÇÃO

A educação, enquanto prática social e espaço de formação humana, constitui-se como campo privilegiado para o desenvolvimento de sujeitos críticos e éticos, capazes de compreender e intervir nas transformações do mundo. No cenário contemporâneo, marcado por crises ambientais, desigualdades e desafios sociais, torna-se urgente repensar os modos de ensinar e aprender. No ensino de matemática, contudo, ainda prevalecem práticas descontextualizadas, que se distanciam das realidades vividas pelos estudantes. Como adverte Skovsmose (2001), a matemática escolar tradicional tende a reforçar um ensino pautado na técnica e na abstração, produzindo uma aprendizagem que se afasta da vida e das experiências concretas.

A construção desta pesquisa nasce da inquietação diante dessa distância entre a matemática ensinada e o mundo vivido. Inspirada na perspectiva de Paulo Freire (1996), compreendo que educar é um ato político e dialógico, em que ensinar exige escuta, criticidade e compromisso com a transformação da realidade. Assim, pensar o ensino de matemática em diálogo com o território e com as questões sociais e ambientais significa reconhecer que todo conhecimento é também um gesto de leitura do mundo. Essa concepção orienta o percurso desta investigação, que busca articular a matemática escolar à vida concreta dos estudantes, sem renunciar ao rigor conceitual, mas ampliando o sentido social do aprender.

Nesse horizonte, surge a necessidade de metodologias de ensino que favoreçam a contextualização e a participação ativa dos sujeitos na produção do conhecimento. Vygotsky (1998) afirma que a aprendizagem é um processo social mediado pela linguagem e pelas interações humanas, o que implica considerar as experiências prévias dos alunos e os contextos em que vivem. Nessa perspectiva, o ensino de matemática precisa se aproximar das práticas e dos problemas reais, possibilitando que os estudantes compreendam a função social dos conteúdos e reconheçam-se como autores do próprio processo de aprendizagem.

É nesse contexto que a Ciência Cidadã se apresenta como uma abordagem educativa capaz de integrar ciência, cidadania e escola. Entendida como uma prática de envolvimento ativo de cidadãos na produção, coleta e análise de dados científicos (Bonney et al., 2016), a Ciência Cidadã propõe um modo de fazer ciência que valoriza o conhecimento coletivo e o compromisso com o território. Quando trazida para o campo da Educação, especialmente da Educação Matemática, ela

potencializa o protagonismo dos estudantes e amplia as possibilidades de construção de uma aprendizagem crítica, colaborativa e socialmente comprometida.

A Ciência Cidadã se apresenta, portanto, como uma abordagem que amplia o horizonte da educação científica ao reconhecer que a produção de conhecimento não é exclusividade dos cientistas, mas pode envolver cidadãos em diferentes etapas da investigação. Conforme Bonney et al. (2016), trata-se de um movimento que integra ciência e sociedade, convidando os participantes a observar, registrar, analisar e compartilhar dados que contribuam para compreender e transformar o mundo. No contexto educacional, essa perspectiva rompe com a lógica transmissiva do ensino e estimula a participação ativa dos estudantes na construção do saber, articulando a investigação científica à realidade local.

A inserção da Ciência Cidadã na escola possibilita uma aprendizagem que se sustenta em três pilares: o engajamento social, a construção colaborativa do conhecimento e o compromisso ético com o território. Freire (1996) já afirmava que conhecer é um ato coletivo e político, que exige diálogo e responsabilidade. Assim, quando os estudantes são convidados a investigar problemas concretos, como a qualidade da água, o descarte de resíduos ou o impacto ambiental de suas comunidades, aprendem que a ciência pode e deve nascer da vida. Essa abordagem torna o aprendizado mais significativo e desperta o senso de pertencimento e responsabilidade social, aspectos essenciais de uma educação emancipadora.

Os problemas ambientais, conforme compreendidos nesta pesquisa, não são tomados como eventos isolados ou como simples efeitos colaterais da ação humana sobre a natureza, mas como expressões históricas e sociais de modos específicos de produção, uso e apropriação do território. Em Leff (2001), a crise ambiental é entendida como crise civilizatória, resultante de uma racionalidade econômica e científica que fragmenta o conhecimento, subordina a natureza à lógica do mercado e invisibiliza saberes locais e modos alternativos de relação com o ambiente. Nessa perspectiva, os problemas ambientais não se reduzem a questões técnicas ou ecológicas, mas envolvem disputas políticas, epistemológicas e éticas, pois dizem respeito a quem define o uso dos bens naturais, quem se beneficia desses usos e quem suporta seus impactos.

Essa compreensão crítica permite situar os problemas ambientais como fenômenos territorializados, isto é, inscritos em contextos concretos de vida, marcados por desigualdades sociais e por relações assimétricas de poder. Leff (2001) destaca que o ambiente não é apenas um dado natural, mas um campo de significações, práticas e conflitos, no qual se confrontam diferentes

racionalidades, a racionalidade econômica dominante e outras racionalidades ambientais, construídas a partir das experiências e saberes das populações locais. Nesse sentido, discutir problemas ambientais no contexto amazônico implica reconhecer que questões como a degradação dos rios, o uso da terra, o saneamento precário e a gestão dos resíduos não podem ser compreendidas fora das dinâmicas históricas de ocupação do território e das formas como o conhecimento é produzido, legitimado e colocado em circulação.

No contexto amazônico, esses problemas ambientais assumem formas concretas e recorrentes, diretamente relacionadas aos modos históricos de ocupação e uso do território. Entre eles, destacam-se a degradação dos sistemas hídricos, o assoreamento e a contaminação dos rios, a ausência ou precariedade do saneamento básico, o descarte inadequado de resíduos sólidos, a pressão sobre áreas de floresta e a intensificação de conflitos socioambientais associados às atividades econômicas e à expansão urbana. Tais problemas não se manifestam de maneira homogênea, mas incidem de forma desigual sobre populações e territórios específicos, produzindo impactos que atravessam as condições de vida, a saúde coletiva e as formas de relação com o ambiente. À luz de Leff (2001), essas questões evidenciam que a crise ambiental amazônica não pode ser compreendida apenas como degradação ecológica, mas como expressão de uma racionalidade que subordina o território a interesses externos, desconsiderando os saberes locais e as dinâmicas sociais que sustentam a vida na região.

É nesse horizonte que se justifica a escolha do contexto de Marabá (PA) como cenário de construção desta proposta. A pesquisadora, residente na cidade e atuante na educação básica e superior, reconhece na realidade local um território fértil para o desenvolvimento de práticas pedagógicas contextualizadas.

Diante desse conjunto de questões, torna-se necessário situar espacialmente o território no qual esta pesquisa se inscreve. A localização geográfica de Marabá, no sudeste do estado do Pará, bem como sua inserção na dinâmica amazônica, permite compreender as especificidades sociais, ambientais e territoriais que atravessam a proposta desenvolvida. A Figura 1 apresenta a localização do município de Marabá no contexto do estado do Pará, contribuindo para a visualização do espaço no qual emergem os problemas socioambientais, os dados e as experiências que fundamentam esta investigação.

Figura 1: Localização do município de Marabá no estado do Pará



Fonte: Wikimedia Commons (2006).

A localização de Marabá no sudeste do estado do Pará insere o município em uma região marcada por intensas dinâmicas socioambientais e por processos históricos de ocupação associados aos grandes rios amazônicos. Essa posição territorial condiciona modos de vida, atividades econômicas e formas de relação com o ambiente natural, configurando um contexto no qual se inscrevem problemas públicos, práticas sociais e experiências educativas que atravessam a problemática investigada neste estudo.

Banhada pelos rios Tocantins e Itacaiúnas, Marabá concentra desafios ambientais e sociais que incidem diretamente sobre a vida das comunidades ribeirinhas e, em especial, sobre a colônia de pescadores. Questões como a poluição das águas, a alteração dos regimes dos rios e a redução da biodiversidade não se apresentam apenas como problemas ambientais, mas como fenômenos que afetam o trabalho, a subsistência e a organização social dessas populações. Tais desafios configuram temas geradores potentes para o ensino de matemática orientado pela resolução de problemas e fundamentado nos pressupostos da Ciência Cidadã, ao possibilitarem a investigação de dados reais ancorados no território vivido.

A delimitação do território da pesquisa exige, para além da localização do município no estado do Pará, a consideração de sua organização espacial interna. Marabá apresenta uma configuração urbana singular, constituída por diferentes núcleos de ocupação, articulados pela presença dos rios e por dinâmicas socioeconômicas marcadas por desigualdades. A Figura 2

apresenta a distribuição espacial desses núcleos urbanos no município, permitindo identificar a fragmentação do tecido urbano e a relação entre áreas ocupadas e os principais cursos d'água. Essa visualização contribui para situar o território no qual se desenvolve a pesquisa, oferecendo um referencial espacial para a compreensão do contexto local que atravessa as práticas sociais, os desafios socioambientais e as experiências educativas discutidas ao longo do trabalho.

Figura 2 – Confluência dos rios Tocantins e Itacaiúnas no município de Marabá (PA)



Fonte: Sérgio Barros/Secom PMM (2022).

A confluência dos rios Tocantins e Itacaiúnas configura um marco geográfico e simbólico do município de Marabá, estruturando o território e organizando relações históricas entre a população e o ambiente natural. Essa configuração hidrográfica constitui o cenário no qual se inscrevem as dinâmicas socioambientais que atravessam a realidade local.

Ao aproximar a investigação científica do cotidiano da escola, a Ciência Cidadã permite que o ensino de matemática se torne uma prática de leitura e transformação da realidade. Nesse sentido, investigar dados sobre os rios de Marabá, compreender padrões ambientais e discutir alternativas de sustentabilidade tornam-se oportunidades para que os estudantes mobilizem conteúdos matemáticos de forma crítica e situada. Assim, a proposta defendida neste trabalho se

ancora na compreensão de que a matemática, quando ensinada a partir de problemas reais e em diálogo com o território, pode tornar-se instrumento de emancipação e de construção cidadã.

No campo da Educação Matemática, a resolução de problemas consolida-se como uma metodologia que transforma o modo de ensinar e aprender. Longe de ser uma técnica mecânica, trata-se de um processo de investigação que instiga o estudante a pensar, formular hipóteses, buscar estratégias e refletir sobre suas próprias soluções. Polya (1995) sistematiza a resolução de problemas como eixo central do pensamento matemático, compreendendo-a como caminho para o desenvolvimento da autonomia intelectual. Onuchic (1999) e Allevato (2014) ampliam essa concepção ao afirmar que, ao resolver problemas, o estudante deixa de ser mero receptor de fórmulas e passa a ser sujeito do conhecimento, construindo significados e compreendendo a matemática como uma linguagem para interpretar o mundo.

A integração entre Ciência Cidadã e resolução de problemas representa, assim, uma síntese potente entre teoria e prática, ciência e vida. Ao propor que os alunos enfrentem problemas reais do território, como mensurar variações na quantidade de pescado, estimar o impacto da poluição nos rios ou organizar dados sobre as condições ambientais, o ensino de matemática deixa de ser um exercício abstrato e passa a ter função social. Skovsmose (2001) ressalta que a matemática pode ser um instrumento de leitura crítica da realidade, especialmente quando associada à investigação e à ação transformadora. Essa perspectiva se alinha à defesa freiriana de uma educação que desperte a consciência e a autonomia dos sujeitos (FREIRE, 1996).

Nesse sentido, a matemática torna-se parte de um movimento maior de formação cidadã e ambiental. Loureiro (2012) observa que uma educação crítica para a sustentabilidade precisa articular saberes científicos, éticos e sociais, favorecendo o desenvolvimento de uma consciência ecológica comprometida com o bem comum. Assim, quando os estudantes de Marabá analisam dados sobre seus próprios rios, eles não apenas aprendem estatística, aprendem também a ler o mundo, compreendendo os impactos das ações humanas e o papel da ciência na transformação social. D'Ambrosio (2001), reforça que valorizar os saberes locais e culturais é essencial para construir uma educação que reconheça a pluralidade de modos de pensar e de viver.

A estatística integra a matemática como um de seus campos constitutivos, desenvolvendo-se historicamente em articulação com a probabilidade e orientando-se pela análise da variabilidade, da regularidade e da incerteza presentes nos fenômenos naturais e sociais. Seu campo de investigação organiza-se em torno da produção, da representação e da interpretação de dados,

mobilizando modelos, medidas e procedimentos inferenciais que permitem identificar padrões, comparar situações e sustentar conclusões fundamentadas. Trata-se de um domínio matemático com epistemologia própria, no qual a validação do conhecimento não se dá exclusivamente por demonstrações formais, mas pela coerência interna das análises, pela qualidade dos dados produzidos e pela consistência dos argumentos construídos a partir deles. Como destaca Lopes (2008), compreender estatística implica lidar com situações de incerteza, interpretar informações quantitativas em diferentes contextos e desenvolver formas específicas de raciocínio matemático orientadas pela análise de dados.

No campo educacional, a estatística assume um papel formativo singular ao exigir do estudante não apenas a aplicação de procedimentos, mas a construção de argumentos sustentados em evidências. A aprendizagem estatística envolve interpretar dados em contextos diversos, analisar variações, comparar conjuntos de informações e justificar conclusões, articulando linguagem matemática, leitura crítica de dados e tomada de decisão. Nessa perspectiva, a estatística não se reduz a um conjunto instrumental de técnicas, mas se configura como um campo de conhecimento que favorece o desenvolvimento do pensamento analítico e da argumentação fundamentada. Conforme aponta Lopes (2008), o ensino de estatística deve possibilitar ao estudante compreender os processos de investigação, organização e análise de dados, reconhecendo a especificidade desse campo no interior da matemática e sua relevância para a formação crítica em contextos sociais diversos

Nesse contexto, a investigação se orienta pela seguinte questão norteadora: quais e como os pressupostos da Ciência Cidadã podem ser integrados ao ensino de Estatística e à análise de dados ambientais no contexto dos rios Tocantins e Itacaiúnas, de modo a promover uma aprendizagem com significado e comprometida com o território?

O objetivo geral deste estudo consiste em compreender de que maneira os pressupostos da Ciência Cidadã podem contribuir para uma proposta pedagógica de ensino de matemática orientada pela resolução de problemas e contextualizada na realidade dos rios Tocantins e Itacaiúnas, considerando a necessidade de aproximar o conhecimento matemático das questões socioambientais do território.

A fim de alcançar esse propósito, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- i) identificar os pressupostos da Ciência Cidadã aplicáveis ao ensino de matemática;
- ii) analisar como a resolução de problemas pode ser integrada a esses pressupostos no ensino de

Estatística;

iii) construir uma proposta pedagógica contextualizada, fundamentada nas contribuições de especialistas e na utilização de dados reais dos rios Tocantins e Itacaiúnas, que valorize o protagonismo estudantil e a ética no tratamento das informações.

Importa esclarecer que esta investigação se desenvolve no âmbito da compreensão e da análise das possibilidades de integração dos pressupostos da Ciência Cidadã ao ensino de matemática, orientado pela resolução de problemas, não contemplando a aplicação empírica da proposta pedagógica no contexto escolar. A proposta apresentada neste estudo emerge como uma sistematização teórico-analítica, construída a partir das contribuições de especialistas e da articulação entre referenciais conceituais, assumindo caráter propositivo e reflexivo.

A tese defendida neste trabalho é a de que a integração de pressupostos da Ciência Cidadã à resolução de problemas enquanto metodologia de ensino da matemática constitui um caminho fecundo para promover uma aprendizagem com significado, crítica e socialmente comprometida, ao articular conhecimento científico, saberes locais e responsabilidade cidadã. Essa perspectiva reafirma o papel da escola pública como espaço de produção de conhecimento e transformação social, em que o ensino de matemática deixa de ser mera técnica e se torna prática emancipadora e ética.

Metodologicamente, a pesquisa adota uma abordagem qualitativa, fundamentada na análise de conteúdo (BARDIN, 2011), tendo como instrumentos entrevistas semiestruturadas com dois grupos de especialistas: os vinculados à Ciência Cidadã e os à Educação Matemática baseada em resolução de problemas. As falas das colaboradoras, identificadas como Castanheira, Rio Guamá e Rio Araguaia, constituíram o núcleo interpretativo para a construção da proposta. Essa escolha metodológica permitiu compreender tanto as dimensões teóricas quanto às práticas da integração entre esses dois campos, revelando convergências, tensões e possibilidades pedagógicas.

A relevância desta pesquisa reside na possibilidade de articular o ensino de matemática a um compromisso ético e social com o território, especialmente em uma região marcada pela riqueza natural e pelos desafios ambientais que atravessam o cotidiano escolar. A aproximação entre os conteúdos matemáticos e as questões locais permite que os estudantes compreendam o conhecimento científico como instrumento de leitura e transformação do mundo. Essa perspectiva, sustentada por Freire (1996), defende que a educação precisa partir da realidade concreta dos

6 CONCLUSÃO

No desenvolvimento desta pesquisa, o problema que orientou o percurso investigativo foi compreender quais e como os pressupostos da Ciência Cidadã podem ser integrados ao ensino de Estatística e à análise de dados ambientais no contexto dos rios Tocantins e Itacaiúnas, de modo a promover uma aprendizagem com significado e comprometida com o território. Ao longo da tese, evidenciou-se que essa integração não ocorre de forma pontual ou acessória, mas exige uma reorganização do ensino de matemática, na qual o território, os dados ambientais e as práticas investigativas assumem centralidade.

Essa reorganização implica deslocar a Estatística de uma abordagem centrada em exercícios descontextualizados para um trabalho em que os dados sejam compreendidos como expressão de processos reais e situados, produzidos sob condições concretas, interpretáveis e discutíveis. Assim, a aprendizagem estatística passa a envolver não apenas procedimentos de cálculo e representação, mas a construção de critérios de leitura, de análise e de validação das informações, de modo que o estudante compreenda o que está sendo medido, por que está sendo medido, o que os resultados indicam e quais limites esses resultados carregam. Nesse movimento, a matemática torna-se parte do esforço de compreender o território e seus problemas, e não apenas um conteúdo paralelo a eles.

Em consonância com esse problema, o objetivo geral consistiu em compreender de que maneira os pressupostos da Ciência Cidadã podem contribuir para a construção de uma proposta pedagógica de ensino de matemática orientada pela resolução de problemas e contextualizada na realidade dos rios Tocantins e Itacaiúnas. O percurso analítico desenvolvido, fundamentado teoricamente e sustentado pelo diálogo com especialistas, demonstrou que tal contribuição se concretiza quando a produção, análise e comunicação de dados ambientais são assumidas como práticas formativas, articulando conhecimento estatístico, participação social e vínculo com o território.

Isso significa reconhecer que o trabalho com dados, na escola, não se reduz à coleta ou à organização de informações, mas inclui decisões, escolhas e responsabilidades, desde a formulação das perguntas investigativas até a devolutiva social dos resultados. A resolução de problemas, nesse contexto, opera como estrutura metodológica que permite transformar situações do território em questões investigáveis e matematicamente tratáveis, sustentando um percurso em que os estudantes formulam hipóteses, definem procedimentos, confrontam registros, interpretam evidências e

aprendem a comunicar conclusões de modo compreensível e ético. Desse modo, a Ciência Cidadã não aparece como complemento temático, mas como princípio organizador de uma prática pedagógica que reforça autoria, rigor interpretativo e compromisso com a realidade local.

A sustentação dessa articulação encontra-se na Educação Ambiental Crítica, ao reconhecer que as questões que atravessam os rios Tocantins e Itacaiúnas expressam relações históricas de desigualdade, exploração e vulnerabilidade socioambiental. Em diálogo com essa base, a vertente sintrópica assumida na tese amplia o horizonte formativo ao enfatizar que a leitura crítica da realidade precisa ser acompanhada da reconstrução das relações entre sujeitos, território e conhecimento. Não se trata apenas de compreender as causas estruturais dos problemas, mas de reorganizar as práticas educativas para fortalecer vínculos de cooperação, interdependência e corresponsabilidade. Assim, o ensino de Estatística, quando situado nesse horizonte, não se restringe à problematização das estruturas que produzem degradação, mas incorpora a dimensão da recomposição dos vínculos como princípio educativo, orientando a aprendizagem para a construção de relações mais éticas, colaborativas e territorialmente implicadas.

Os resultados da pesquisa indicam que a integração entre Ciência Cidadã, resolução de problemas e ensino de Estatística constitui um caminho consistente para aproximar o conhecimento matemático das questões socioambientais do território. Ao tratar os fenômenos associados aos rios como objetos de investigação matemática, evidenciou-se que a Estatística pode funcionar como linguagem de leitura crítica da realidade, articulando experiência vivida, interpretação de dados e posicionamento diante dos desafios locais. Essa articulação mostra-se particularmente fecunda para o ensino da matemática, pois desloca o conteúdo de um lugar meramente procedimental para um campo de produção de sentido, no qual os conceitos estatísticos passam a responder a perguntas concretas e situadas. Ao trabalhar com dados reais, produzidos no contexto vivido pelos estudantes, a aprendizagem deixa de se restringir à memorização de técnicas e passa a envolver compreensão, argumentação e tomada de decisão, configurando-se como aprendizagem com significado. Nesse movimento, o ensino de Estatística fortalece não apenas habilidades cognitivas, mas também a capacidade de interpretar o mundo e agir de forma responsável diante dele.

É nesse contexto teórico e analítico que foi construída a proposta pedagógica apresentada nesta tese. Elaborada a partir da sistematização das análises desenvolvidas e do diálogo com as colaboradoras, ela não surge como aplicação mecânica de referenciais, mas como síntese articulada entre fundamentos teóricos, escuta qualificada e leitura do território. A proposta responde

diretamente ao objetivo geral ao estruturar, em forma de percurso metodológico, a integração entre os pressupostos da Ciência Cidadã e a resolução de problemas como eixo organizador do ensino de Estatística. Essa estruturação não se limita à reorganização de etapas didáticas, mas redefine o próprio sentido do ensinar matemática, ao deslocar o foco do conteúdo isolado para a investigação situada e socialmente implicada.

Ao mobilizar dados ambientais reais dos rios Tocantins e Itacaiúnas, a proposta organiza práticas investigativas escolares que conectam coleta, sistematização, análise e comunicação de informações, conferindo unidade ao processo formativo. Nesse movimento, o conteúdo estatístico deixa de ser apresentado como técnica abstrata e passa a constituir-se como instrumento de interpretação da realidade vivida. A aprendizagem, portanto, constrói-se no entrelaçamento entre experiência concreta, problematização coletiva e elaboração conceitual, promovendo aprendizagens com significado e fortalecendo o compromisso dos estudantes com o território em que vivem. Mais do que ensinar a calcular médias ou construir gráficos, a proposta ensina a ler contextos, interpretar evidências e assumir posicionamentos fundamentados diante das questões socioambientais que atravessam a vida local.

A matemática, nesse horizonte, desloca-se de uma posição de neutralidade para assumir-se como linguagem de participação social. Quando associada à investigação e à corresponsabilidade, deixa de operar apenas como instrumento técnico e passa a constituir-se como meio de leitura crítica e reconstrução coletiva. Esse deslocamento implica reconhecer que os conceitos estatísticos não são apenas ferramentas de cálculo, mas dispositivos de interpretação do mundo, capazes de revelar relações, tensionar evidências e sustentar posicionamentos fundamentados. A aprendizagem estatística, nesse contexto, articula a problematização das desigualdades socioambientais à reorganização das relações entre escola, comunidade e território, integrando crítica e regeneração no interior do processo formativo. Ao produzir, analisar e comunicar dados sobre a realidade vivida, o estudante não apenas aprende conteúdos, mas compreende a função social do conhecimento matemático, consolidando uma aprendizagem com significado, ancorada na experiência, na reflexão e na responsabilidade coletiva.

Ao longo do trabalho, tornou-se evidente que integrar a Ciência Cidadã ao ensino de matemática redefine o lugar da escola no processo de produção de conhecimento. Essa compreensão desloca o papel da instituição escolar, atribuindo-lhe a responsabilidade de produzir saberes situados, vinculados às questões concretas do território e às experiências vividas pelos

estudantes. Não se trata apenas de aproximá-los da ciência enquanto corpo teórico, mas de criar condições estruturais e pedagógicas para que se tornem sujeitos dela, protagonistas de processos investigativos sobre a realidade que habitam e capazes de interpretar criticamente os fenômenos que os atravessam. Nesse movimento, o conhecimento matemático deixa de ser percebido como linguagem abstrata e distante, passando a adquirir densidade ética, política e territorial. A matemática passa a operar como ferramenta de compreensão das relações sociais e ambientais, sustentando análises, decisões e posicionamentos fundamentados. Ao assumir esse lugar, a escola reafirma sua função pública, formando sujeitos que compreendem que produzir conhecimento é também assumir responsabilidade sobre seus efeitos no coletivo.

Embora os resultados indiquem a consistência e a viabilidade da proposta, reconheço, contudo, que esta pesquisa não teve como objetivo aplicar a proposta pedagógica em contexto escolar real. A intenção foi concebê-la a partir de sólida fundamentação teórico-metodológica e do diálogo com especialistas. Ainda assim, o percurso empreendido indicou caminhos concretos de implementação e abriu possibilidades para investigações futuras que aprofundem a articulação entre Ciência Cidadã, Educação Ambiental e ensino de matemática em diferentes territórios.

O percurso de construção desta tese não ocorreu de maneira linear, nem tranquila. Embora o texto final possa sugerir um encadeamento coerente entre escolhas teóricas e metodológicas, o processo real foi marcado por rupturas, retornos, silêncios e recomeços. Houve momentos em que avançar significava, paradoxalmente, reconhecer que era preciso voltar, reler, reescrever e, muitas vezes, abandonar páginas inteiras que haviam exigido semanas de trabalho.

Inicialmente, minha expectativa era aprofundar a pesquisa sobre o PIBID, em continuidade ao estudo desenvolvido no mestrado e à minha experiência na educação básica. No entanto, ao longo dos primeiros semestres do doutorado, essa escolha começou a se mostrar insuficiente, não apenas do ponto de vista teórico, mas também do ponto de vista existencial e formativo. Definir o objeto da pesquisa exigiu um deslocamento que não foi simples, nem imediato. Exigiu tempo, maturação e, sobretudo, enfrentar a sensação recorrente de não estar conseguindo avançar.

Esse processo foi atravessado por condições concretas de produção que impactaram profundamente a escrita. Desenvolver uma tese em um programa de pós-graduação situado no Sudeste do país, residindo e trabalhando no estado do Pará, região Norte do Brasil, implicou lidar com distâncias geográficas, institucionais e simbólicas. A escrita acadêmica precisou coexistir com

a docência em tempo integral, sem afastamento formal, o que afetou diretamente o ritmo de leitura, a continuidade do pensamento e a possibilidade de imersão intelectual prolongada.

Os desafios mais intensos enfrentados ao longo da pesquisa não foram apenas de ordem logística, mas sobretudo intelectuais e formativos. Houve períodos prolongados de dificuldade de concentração, em que a leitura não avançava, os textos pareciam opacos e a escrita se tornava quase inviável, produzindo a sensação de distanciamento entre o que se desejava dizer e aquilo que efetivamente conseguia ser formulado. Escrever implicou enfrentar bloqueios, inseguranças e sentimentos de inadequação, com momentos de exaustão, pausas forçadas e retomadas lentas. A tese foi construída nesse movimento de insistência, entre interrupções e recomeços, sustentada por um esforço contínuo de permanecer no processo mesmo diante das dificuldades.

Foi nesse contexto de atravessamentos pessoais, intelectuais e profissionais que a participação no Grupo de Pesquisa e Estudos em Educação Ambiental, Sustentabilidade e Ambientalização (GEPEASA/UNESP), coordenado pela professora Maria de Lourdes Spazziani, assumiu papel fundamental. As discussões teóricas e metodológicas desenvolvidas no grupo não apenas orientaram o percurso da pesquisa, mas também funcionaram como espaço de sustentação formativa, permitindo ressignificar dificuldades, reorganizar o pensamento e retomar a escrita com maior clareza e sentido.

Esse movimento possibilitou compreender que a Educação Ambiental Crítica não se restringe a uma dimensão temática, mas implica um posicionamento político e ético diante do mundo. Ao mesmo tempo, o contato com a vertente sintrópica ampliou essa compreensão ao evidenciar que tal posicionamento precisa traduzir-se em práticas educativas orientadas para a reorganização das relações entre sujeitos, território e conhecimento. A partir desse duplo horizonte formativo, minha prática docente passou a ser relida de forma mais crítica e situada, reposicionando o ensino de matemática como espaço legítimo de problematização das desigualdades, das questões socioambientais e das relações entre território, conhecimento e poder, mas também como campo de fortalecimento de vínculos e de responsabilidade compartilhada.

É desse percurso, marcado por esforço, interrupções, amadurecimento lento e resistência, que emerge a tese “Entre rios e números”. Uma pesquisa que não nasce da linearidade, mas da insistência. Não da facilidade, mas da permanência. Ela se constitui no entrelaçamento entre a matemática, o território e a Ciência Cidadã, mas também nas condições reais, humanas e materiais em que foi possível escrevê-la. Apresentar esta tese é, portanto, apresentar não apenas um produto

acadêmico, mas o resultado de um processo formativo atravessado por desafios profundos, que moldaram o próprio modo de pensar, pesquisar e ensinar.

O maior aprendizado, percebo agora, foi entender que toda pesquisa é uma travessia. A escrita desta tese me ensinou a lidar com lacunas, a valorizar pausas e a reconhecer que o conhecimento não habita portos finais, mas deslocamentos contínuos. A proposta construída é fruto de um movimento coletivo, de trocas e escutas que reafirmam que ninguém faz ciência sozinha.

A integração entre matemática e Ciência Cidadã revelou que ensinar é também partilhar mundos e construir vínculos significativos entre sujeitos e território. Ao defender um ensino que articula investigação, solidariedade e compromisso com a realidade local, reafirmo a convicção de que a escola pode fortalecer as relações entre conhecimento, ética e vida social. Assim como os rios de Marabá, o conhecimento adquire sentido quando percorre caminhos compartilhados e quando se coloca a serviço da coletividade, contribuindo para ampliar a compreensão e a responsabilidade diante do mundo vivido.

O caráter inacabado desta pesquisa constitui-se como uma de suas principais potências. A proposta pedagógica aqui delineada não se apresenta como um modelo fechado ou prescritivo, mas como uma construção teórico-metodológica aberta, passível de reelaboração, adaptação e aprofundamento em diferentes contextos educacionais. Ao assumir esse caráter, a pesquisa reconhece que o conhecimento se constrói em movimento, em diálogo permanente com a realidade e com os sujeitos que dela participam.

As reflexões desenvolvidas ao longo da tese indicam que a integração entre Ciência Cidadã, resolução de problemas e ensino de Estatística pode ser ampliada para outros contextos territoriais, respeitando as especificidades locais e as dinâmicas socioculturais próprias de cada região. Embora a proposta tenha sido construída a partir da realidade dos rios Tocantins e Itacaiúnas, seus princípios teóricos permitem pensar desdobramentos em outros territórios marcados por questões socioambientais, fortalecendo uma educação matemática situada e comprometida com o mundo vivido.

Um primeiro desdobramento possível refere-se à aplicação da proposta em contextos escolares reais, tanto na educação básica quanto na formação de professores. A implementação da proposta pode contribuir para aprofundar a compreensão sobre os modos como estudantes e docentes se apropriam das práticas investigativas, constroem leituras matemáticas da realidade e desenvolvem atitudes de corresponsabilidade em relação ao território. Esses processos, quando

observados em contexto, podem oferecer novos elementos para o refinamento da proposta pedagógica apresentada.

No campo da formação docente, a pesquisa aponta perspectivas relevantes para o desenvolvimento de ações formativas que articulem matemática, Ciência Cidadã e Educação Ambiental Crítica. A proposta pode subsidiar cursos de formação inicial e continuada, favorecendo a reflexão sobre o papel social da matemática e ampliando as possibilidades de trabalho pedagógico com dados reais, problemas contextualizados e práticas colaborativas de investigação.

Outro desdobramento importante diz respeito à ampliação das discussões teóricas sobre a articulação entre Educação Matemática Crítica e Ciência Cidadã. A tese contribui para esse diálogo ao evidenciar que a matemática pode assumir papel ativo na leitura crítica da realidade socioambiental, abrindo espaço para investigações futuras que aprofundem essa relação em diferentes níveis de ensino e áreas do conhecimento.

As análises realizadas também indicam a necessidade de aprofundar estudos sobre o uso da Estatística e da análise de dados ambientais como instrumentos de participação social e tomada de decisão. Pesquisas futuras podem explorar de forma mais detalhada como os estudantes interpretam dados, constroem argumentos e posicionamentos críticos, ampliando a compreensão sobre os processos de aprendizagem envolvidos em práticas investigativas contextualizadas.

A pesquisa aponta ainda para a possibilidade de articulação entre a proposta pedagógica desenvolvida e projetos de extensão universitária, fortalecendo o diálogo entre universidade, escola e comunidade. Tais projetos podem contribuir para consolidar práticas educativas comprometidas com o território, ampliando o alcance social da pesquisa e fortalecendo o vínculo entre produção acadêmica e demandas locais.

Do ponto de vista metodológico, a investigação abre caminhos para novos estudos que explorem diferentes estratégias de análise qualitativa em pesquisas que articulam Educação Matemática e Ciência Cidadã. A utilização da análise de conteúdo, associada ao diálogo com especialistas, mostrou-se fecunda para a construção da proposta e pode ser aprofundada em investigações futuras que busquem compreender outros aspectos do processo educativo.

A tese também aponta para a necessidade de aprofundar reflexões sobre o papel da escola como espaço de produção de conhecimento científico. Ao reconhecer os estudantes como sujeitos capazes de investigar, registrar e analisar dados sobre o próprio território, a pesquisa contribui para

tensionar concepções tradicionais de ciência e educação, abrindo espaço para estudos que explorem os impactos formativos dessa perspectiva no longo prazo.

As contribuições deste trabalho indicam, ainda, a importância de fortalecer pesquisas que articulem educação, território e justiça socioambiental. Em contextos marcados por desigualdades e vulnerabilidades ambientais, como o amazônico, a educação pode desempenhar papel fundamental na formação de sujeitos críticos e comprometidos com a defesa da vida e dos bens comuns.

Ao projetar perspectivas futuras, esta pesquisa reafirma que o conhecimento produzido não se esgota na proposta apresentada, mas se constitui como ponto de partida para novos diálogos, investigações e práticas. O percurso desenvolvido evidencia que integrar matemática, Ciência Cidadã e território é um desafio complexo, que exige continuidade, aprofundamento e abertura para o novo.

Assim, as perspectivas que se colocam após a defesa desta tese não se restringem à aplicação da proposta pedagógica, mas envolvem o compromisso com a ampliação das discussões teóricas, com a formação de professores, com o desenvolvimento de práticas educativas investigativas e com a consolidação de uma educação matemática comprometida com a vida, o território e a participação social.

Dessa forma, esta pesquisa se encerra como texto acadêmico, mas permanece aberta como processo formativo, ético e político. Ensinar matemática em diálogo com a Ciência Cidadã é afirmar que o conhecimento se constrói com e para as pessoas, em práticas investigativas que articulam território, participação e compromisso social. Tal como os rios que inspiraram sua construção, este trabalho se encerra no papel, mas segue em movimento, encontrando novos cursos, novos encontros e outras águas nas quais o conhecimento continua a ser produzido em diálogo com o mundo.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. do A.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.
- ALLEVATO, N. S. G. Resolução de problemas: uma perspectiva metodológica para o ensino de matemática. In: ONUCHIC, L. de L. R. et al. (org.). **Ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através da Resolução de Problemas**. Campinas: Editora da Unicamp, 2014. p. 75–94.
- BALLARD, H. L.; MILLER-RUSHING, A. J.; POCHE, L. D. **Contributions of citizen science to environmental education**. *Environmental Education Research*, v. 23, n. 1, p. 1–17, 2017.
- BARBOSA, S. F. **Currículo interdisciplinar na Amazônia brasileira**: análise do Documento Curricular do Estado do Pará à luz da Teoria da Complexidade. *Revista UFG*, v. 23, 2023.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- BONNEY, R. et al. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. **BioScience**, v. 59, n. 11, p. 977–984, 2009.
- BOSCH, M.; GASCÓN, J. Application of the anthropological theory of the didactic to the study of university mathematics. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 11, p. 1–38, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- CAPRA, F. **As conexões ocultas**. São Paulo: Cultrix, 2003.
- CARVALHO DOMINGUES, Bruno Rodrigo; DA COSTA CASTILHO, José Artur; SILVA COSTA, Tayara; BEZERRA BARROS, Flávio. **Identidade cultural e currículo escolar em uma comunidade de várzea da Amazônia Paraense**. *Revista Terceiro Incluído*, v. 6, n. 1, p. 115–128, 2017.
- CARVALHO, I. C. de M. Educação ambiental crítica: nomes e endereços da educação. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 13–24.
- CARVALHO, I. C. de M. **Educação ambiental**: a formação do sujeito ecológico. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- CASTRO, J. S. de. **Práticas de ciência cidadã no ensino de ciências**: interfaces entre currículo e engajamento social. 2023. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.
- CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.
- D’AMBROSIO, U. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- DANTE, L. R. **Didática da resolução de problemas de matemática**. São Paulo: Ática, 1998.
- DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2011.
- ESTEBAN, M. T. **Avaliação**: uma prática em busca de novos sentidos. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.
- FANTAPPIÈ, L. Principi unitari della teoria dei campi e della meccanica. **Accademia d’Italia, Memorie**, 1941.
- FERNANDES, C. Avaliação formativa: práticas e concepções. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 15, n. 2, p. 7–30, 2002.

- FIORENTINI, Dario. **Investigações em educação matemática**. Campinas: Autores Associados, 2013.
- FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sérgio. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2006.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
- FREIRE, P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: UNESP, 2000.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.
- GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra**. São Paulo: Peirópolis, 2000.
- GHELLER-COSTA, C. et al. Educação ambiental sintrópica e ciência cidadã: da teoria à prática. In: SPAZZIANI, M. de L. et al. (org.). **Educação ambiental sintrópica: ensaios para o futuro**. São Paulo: Cultura Acadêmica; Livraria da Física, 2022. p. 233–252.
- GOODSON, I. F. **Curriculum: theory and history**. 2. ed. London: Routledge, 1995.
- GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação**. 6. ed. Campinas: Papirus, 2012.
- HAESBAERT, Rogério. **O mito da desterritorialização: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.
- HOFFMANN, Jussara. **Avaliar para promover: as setas do caminho**. 17. ed. Porto Alegre: Mediação, 2013.
- IRWIN, A. **Citizen science: a study of people, expertise and sustainable development**. London: Routledge, 1995.
- JASANOFF, S. Technologies of humility: citizen participation in governing science. **Minerva**, v. 41, n. 3, p. 223–244, 2003.
- KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.
- KILPATRICK, Jeremy. *Reflection and recursion*. In: SILVER, Edward A. (org.). *Teaching and learning mathematical problem solving: multiple research perspectives*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1985. p. 1–29.
- LATOUR, B. **Políticas da natureza: como fazer ciência na democracia**. São Paulo: Editora UNESP, 2004.
- LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.
- LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte, 1978.
- LOPES, Celi Espasandin. **Educação estatística no ensino básico**. Campinas: Autores Associados, 2008.
- LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental crítica: contribuições e desafios**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2012.
- LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental e crise civilizatória: o desafio da sustentabilidade**. São Paulo: Cortez, 2019.
- LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental e movimentos sociais: a prática educativa transformadora**. São Paulo: Cortez, 2004.
- LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental: diálogo de saberes e cidadania**. São Paulo: Cortez, 2007.

- LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Educação ambiental crítica**. São Paulo: Cortez, 2012.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MIGUEL, Antonio; MENDES, Iran Abreu. **Educação matemática e cultura**. São Paulo: Livraria da Física, 2010.
- MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2012.
- MORAN, José. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. São Paulo: PAPIRUS, 2018.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 5. ed. São Paulo: Cortez; UNESCO, 2002.
- NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. **An agenda for action: recommendations for school mathematics of the 1980s**. Reston: NCTM, 1980.
- NÓVOA, A. (org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.
- NÓVOA, A. **Professores: imagens do futuro presente**. Lisboa: Educa, 2013.
- OLIVEIRA, Ecília Braga de. **O professor do campo e a precarização do trabalho docente em tempos de pandemia**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação (REASE), v. 6, n. 12, 2020.
- OLIVEIRA, Lorena Maria Mourão de. **Educação do campo e currículo na Amazônia Paraense: o enfoque dado à diversidade sócio-territorial nas diretrizes curriculares da SEDUC/PA**. Dissertação (Mestrado em Educação) – UFPA, Belém, 2008.
- OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1997.
- OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento - um processo sócio-histórico**. 6. ed. São Paulo: Scipione, 1997.
- ONUICHIC, L. de L. R. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V. (org.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. p. 199–218.
- ONUICHIC, L. de L. R. Resolução de problemas na Educação Matemática: fundamentos e perspectivas. In: ONUICHIC, L. de L. R.; ALLEVATO, N. S. G. (org.). **Ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através da Resolução de Problemas**. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.
- ONUICHIC, L. R. **A metodologia da resolução de problemas no ensino de matemática**. Campinas: PAPIRUS, 2014.
- ONUICHIC, L. R. **Resolução de problemas: teoria e prática na formação de professores**. Campinas: Autores Associados, 1999.
- PARÁ. Secretaria de Estado de Educação. **Documento Curricular do Estado do Pará: Etapa Ensino Médio**. Belém: SEDUC, 2021.
- PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- PIMENTA, S. G. **Formação de professores: identidade e saberes da docência**. São Paulo: Cortez, 1999.
- PIMENTA, S. G. **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 2005.
- POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Tradução de Heitor Lisboa de Araújo. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

- PÓLYA, George. *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. Princeton: Princeton University Press, 1945.
- PONTE, J. P. da. Tecnologias de informação e comunicação na educação matemática. In: FIORENTINI, D. (org.). **Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 111–138.
- PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A ecologia política na América Latina: reapropriação social da natureza e reinvenção dos territórios**. Buenos Aires: CLACSO, 2006
- PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. 6. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.
- PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE CIÊNCIA CIDADÃ NA ESCOLA – PICCE. **Ciência cidadã na escola: integração entre universidade e educação básica**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2021. Disponível em: <https://www.picce.ufpr.br/>. Acesso em: 18 ago. 2025.
- REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 1995.
- RUMENOS, N. N. ET AL. Ciência cidadã no Brasil: caracterização da produção acadêmica. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 21, p. 14592-14608, 2023.
- SACRISTÁN, J. G. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- SANTOS, B. de S. **A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- SANTOS, B. de S. **O fim do império cognitivo: a afirmação das epistemologias do Sul**. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.
- SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2006.
- SANTOS, Milton. **O espaço do cidadão**. 7. ed. São Paulo: Edusp, 2007.
- SCHOENFELD, A. H. **Mathematical problem solving**. Orlando: Academic Press, 1985.
- SCHÖN, Donald A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2018.
- SHIRK, J. L. et al. Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. **Ecology and Society**, v. 17, n. 2, art. 29, 2012.
- SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas: Papirus, 2001.
- SMOLKA, A. L. B. **A criança na fase inicial da escrita: a alfabetização como processo discursivo**. Campinas: Autores Associados, 1993.
- SOUZA, Keline do Socorro Rodrigues de; ALVES, João Paulo da Conceição; FERREIRA, José Mateus Rocha da Costa. **A reforma curricular do ensino médio na Amazônia Paraense: mediações e retrocessos na política curricular do Estado do Pará**. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, v. 13, n. 2, p. 1–20, 2024.
- SOUZA, R.; COSTA, M. **Ciência cidadã e práticas educativas participativas**. Recife: EDUPE, 2020.
- SPAZZIANI, M. de L. et al. (org.). **Educação ambiental sintrópica: ensaios para o futuro**. São Paulo: Cultura Acadêmica; Livraria da Física, 2022a.
- SPAZZIANI, M. de L. et al. **EDUCAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: perspectivas críticas e a vertente sintrópica para a regeneração planetária**. In: SPAZZIANI, M. de L. et al. (org.). **Educação ambiental sintrópica: ensaios para o futuro**. São Paulo: Cultura Acadêmica; Livraria da Física, 2022 b. p.31-60.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.
- VALENTE, Wagner Rodrigues. **Saberes elementares matemáticos e formação de professores.** São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- VANNINI, A. ; DI CORPO, U. Sintropia, Vida e Atratores. In:SPAZZIANI, M. de L. et al. (org.). **Educação ambiental sintrópica:** ensaios para o futuro. São Paulo: Cultura Acadêmica; Livraria da Física, 2022 b. p.87 a 110.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2013.
- WERTSCH, J. V. **Mind as action.** New York: Oxford University Press, 1998.
- ZEICHNER, K. M. **Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college- and university-based teacher education.** Journal of Teacher Education, v. 61, n. 1–2, p. 89–99, 2010.
- ZEICHNER, K. M. Traditions of practice in U.S. teacher education. **Teaching & Teacher Education**, v. 9, n. 1, p. 1–13, 1993.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA ESPECIALISTA EM CIÊNCIA CIDADÃ

1 Apresentação Inicial

- Agradecimento pela disponibilidade em participar da pesquisa.
- Breve apresentação da pesquisadora e da pesquisa, destacando o objetivo principal: construir uma proposta pedagógica que integre os pressupostos da Ciência Cidadã ao ensino de matemática no contexto de Marabá, com foco em estatística e probabilidade.
- Explicação sobre a confidencialidade dos dados e o uso das informações apenas para fins acadêmicos.
- Solicitação formal de consentimento para a gravação da entrevista.

2 Levantamento do Perfil do Colaborador

- Qual é a sua formação acadêmica e como você começou a se envolver com a Ciência Cidadã?
- Pode descrever projetos ou iniciativas em Ciência Cidadã que você já participou ou liderou?
- Em quais áreas do conhecimento você tem aplicado os pressupostos da Ciência Cidadã?
- Você já participou de projetos de Ciência Cidadã voltados para contextos educacionais ou escolares? Se sim, poderia descrevê-los?

3 Compreensão e Aplicabilidade da Ciência Cidadã

- Na sua visão, quais são os principais pressupostos da Ciência Cidadã e como eles se conectam com práticas educacionais?
- Quais características da Ciência Cidadã você considera essenciais para serem integradas ao ensino de matemática?
- Como você enxerga a capacidade da Ciência Cidadã de transformar a relação dos alunos com o conhecimento científico?
- Em que medida a Ciência Cidadã pode contribuir para promover uma aprendizagem com significado e contextualizada?

4 Integração com o Ensino de Matemática

- Quais aspectos da Ciência Cidadã poderiam ser relacionados ao ensino de estatística e probabilidade no Ensino Médio?
- Você considera possível trabalhar a coleta e análise de dados reais, como os relacionados à qualidade da água ou sustentabilidade da pesca, dentro de um contexto escolar? Que desafios você visualiza nesse processo?
- Na sua opinião, como professores podem usar os princípios da Ciência Cidadã para engajar os alunos em projetos educacionais que envolvam matemática e questões ambientais locais?
- Você tem exemplos ou sugestões de estratégias para integrar a Ciência Cidadã ao ensino de matemática?

5 Desafios e Potenciais

- Quais barreiras ou dificuldades você acredita que podem surgir ao tentar integrar a Ciência Cidadã ao ensino de matemática em contextos como o de Marabá?
- Que impactos positivos você acredita que a integração da Ciência Cidadã ao ensino de matemática pode gerar para os alunos, professores e comunidade escolar?

6 Reflexões Finais

- Que recomendações ou orientações você daria para garantir o sucesso de uma proposta pedagógica que relacione a Ciência Cidadã e o ensino de matemática?
- Há algo que você gostaria de acrescentar sobre o tema ou que não foi abordado, mas considera relevante?

7 Encerramento

- Agradecimento pela participação e pela disposição em compartilhar conhecimentos e experiências.
- Reafirmação sobre a confidencialidade das informações e o envio de resultados preliminares da pesquisa, caso desejado.

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA PARA ESPECIALISTA EM ENSINO DE MATEMÁTICA BASEADA EM PROBLEMAS

1 Apresentação Inicial

- Agradeço a sua disponibilidade em participar desta pesquisa.
- Meu nome é [seu nome], e esta pesquisa tem como objetivo construir uma proposta pedagógica que integre os pressupostos da Ciência Cidadã ao ensino de matemática, com foco em estatística e probabilidade.
- Gostaria de garantir que todas as informações fornecidas serão mantidas em sigilo e utilizadas apenas para fins acadêmicos. Posso gravar esta entrevista para melhor análise dos dados?

2 Levantamento do Perfil do Colaborador

- Qual é a sua formação acadêmica e como você começou a trabalhar com metodologias baseadas em resolução de problemas no ensino de matemática?
- Quais experiências você considera mais relevantes em sua trajetória profissional no uso dessa abordagem?
- Em sua atuação, quais têm sido os principais contextos de aplicação da resolução de problemas? Você já trabalhou com algum projeto envolvendo temas sociais ou ambientais?

3 Compreensão e Aplicabilidade da Metodologia de Resolução de Problemas

- Na sua visão, quais são os principais aspectos que tornam a metodologia de resolução de problemas eficaz no ensino de matemática?
- De que forma essa metodologia pode promover uma aprendizagem com significado, especialmente quando conectada a problemas reais do cotidiano?
- Quais habilidades cognitivas e metacognitivas os alunos desenvolvem ao trabalhar com a resolução de problemas?

4 Conexão com a Proposta Pedagógica

- Como você enxerga a possibilidade de integrar a resolução de problemas com conteúdo específicos de estatística e probabilidade no ensino médio?
- Pensando no contexto de Marabá, como atividades baseadas em resolução de problemas poderiam abordar questões como a análise de dados sobre pesca ou a qualidade da água?

- Você poderia sugerir exemplos práticos ou estratégias que possam ser aplicadas para tornar essa integração mais significativa para os alunos?

5 Desafios e Oportunidades na Implementação

- Quais desafios os professores enfrentam ao implementar a resolução de problemas como metodologia de ensino?
- Que estratégias ou recursos você recomendaria para ajudar os professores a superar essas dificuldades?
- Em sua experiência, como os alunos geralmente reagem a atividades baseadas em resolução de problemas?

6 Perspectivas sobre a Integração com a Ciência Cidadã

- Na sua visão, quais são os principais pressupostos da Ciência Cidadã e como eles se conectam com práticas educacionais?
- Como você enxerga a integração dos pressupostos da Ciência Cidadã ao ensino de matemática baseado em problemas?
- Que benefícios essa integração pode trazer para os alunos, tanto em termos de aprendizagem quanto de formação cidadã?
- Quais impactos positivos essa abordagem pode ter no contexto da comunidade escolar e nos desafios locais?

7 Reflexões Finais

- Há algo que não foi abordado durante esta entrevista, mas que você considera importante para a construção da proposta pedagógica?
- Você tem sugestões ou recomendações adicionais que gostaria de compartilhar?

8 Encerramento

- Agradeço muito pela sua participação e pelas contribuições valiosas para esta pesquisa.
- Gostaria de garantir que as informações serão tratadas com total confidencialidade. Caso deseje, posso compartilhar os resultados preliminares com você no futuro.

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da Pesquisa: *Entre Rios e Números: Ensino de Matemática e Ciência Cidadã em Diálogo*

Pesquisadora: Alcicleide de Souza Freires

Instituição: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Contato: 94 992068169 / alcicleide.souza@unesp.br

Orientadora: Maria de Lourdes Spazziani

Apresentação

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa intitulada *Entre Rios e Números: Ensino de Matemática e Ciência Cidadã em Diálogo*. Este projeto de doutorado visa desenvolver uma proposta pedagógica inovadora que promova a integração dos pressupostos da Ciência Cidadã ao ensino de matemática, criando oportunidades para uma aprendizagem conectada ao contexto socioambiental local. A pesquisa foca em explorar como a matemática, especialmente os conteúdos de estatística e probabilidade, pode ser utilizada para analisar problemas reais, como a qualidade da água e a sustentabilidade da pesca nos rios Tocantins e Itacaiúnas, em Marabá, Pará. Essa proposta busca estimular nos estudantes uma formação cidadã engajada e responsável, contribuindo para tornar o ensino de matemática mais relevante, significativo e transformador.

Justificativa e Importância da Pesquisa

A matemática, muitas vezes vista pelos alunos como uma disciplina abstrata e distante de suas realidades, pode adquirir novos significados quando associada a contextos práticos. A integração da Ciência Cidadã ao ensino de matemática torna possível contextualizar e dar maior significado a essa área do conhecimento, permitindo que os estudantes apliquem conceitos matemáticos em situações reais, como a análise de dados sobre a sustentabilidade da pesca ou a qualidade da água dos rios. Essa abordagem busca criar um ambiente de ensino mais engajador,

onde os alunos aprendam matemática enquanto colaboram em projetos científicos relevantes para suas comunidades. Além de contribuir para a melhoria do ensino de matemática, a pesquisa tem como objetivo fomentar uma formação cidadã mais crítica e participativa. Sua participação é fundamental para a construção dessa proposta, cujos resultados poderão subsidiar práticas pedagógicas inovadoras e orientar políticas educacionais mais inclusivas e contextualizadas.

Objetivos da Pesquisa

Os principais objetivos desta pesquisa são:

- Identificar os pressupostos da Ciência Cidadã que podem ser aplicados ao ensino de matemática.
- Desenvolver uma proposta pedagógica que articule esses pressupostos aos conteúdos de estatística e análise de dados.
- Consultar especialistas em Ciência Cidadã e ensino de matemática baseado em problemas para elaborar a proposta educativa no ensino de matemática.

Procedimentos

Caso aceite participar da pesquisa, você será convidado(a) a participar das seguintes atividades:

- **Entrevistas semiestruturadas:** Você poderá compartilhar suas experiências, percepções e conhecimentos relacionados à Ciência Cidadã e ao ensino de matemática baseado em problemas.
- **Coleta de informações:** As entrevistas serão realizadas em datas e horários previamente combinados, com duração aproximada de 60 minutos. Elas poderão ser gravadas para garantir a precisão dos dados coletados, mediante sua autorização.

Riscos e Benefícios

Como possíveis riscos provenientes da participação na pesquisa, destaca-se o desconforto ao refletir sobre suas práticas pedagógicas ou ao participar de entrevistas e atividades práticas. Contudo, todo o processo será conduzido com sensibilidade e respeito às suas opiniões e

experiências. Para minimizar esse risco, as identidades dos participantes serão preservadas, sendo utilizados pseudônimos em todas as publicações e apresentações acadêmicas.

Os benefícios desta pesquisa incluem:

- A oportunidade de refletir sobre suas práticas e experiências, o que pode contribuir para o desenvolvimento profissional e pessoal.
- A contribuição para o aprimoramento do ensino de matemática, através da construção de uma proposta pedagógica inovadora.
- Os resultados da pesquisa poderão influenciar o desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais engajadoras e significativas, beneficiando tanto professores quanto alunos.

Confidencialidade e Privacidade

Todas as informações fornecidas serão tratadas com a mais estrita confidencialidade. Seu nome ou qualquer informação que possa identificá-lo(a) não será divulgado(a) em nenhum momento da pesquisa ou em publicações futuras. Os dados coletados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e de pesquisa, e as gravações das entrevistas serão armazenadas em um local seguro, sendo acessadas apenas pela pesquisadora responsável.

Além disso, você poderá solicitar, a qualquer momento, a exclusão de suas informações da pesquisa, caso decida não continuar participando. Os dados serão anonimizados antes de qualquer análise, garantindo que sua identidade seja preservada.

Direito de Recusa e Retirada

A participação nesta pesquisa é voluntária. Você tem total liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer prejuízo ou necessidade de justificativa. Caso decida se retirar, todas as suas informações serão excluídas do estudo.

Esclarecimentos e Dúvidas

A pesquisa está sendo orientada pela Prof^a. Dr^a Maria de Lourdes Spazziani, a qual poderá ser consultada sempre que se julgar necessário através do telefone (14) 99692-1363 ou e-mail maria.spazziani@unesp.br. Se você tiver qualquer dúvida sobre a pesquisa, seus direitos como participante, ou desejar mais informações, poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável, Alcicleide de Souza Freires, por meio do e-mail alcicleide.souza@unesp.br ou telefone 94 992068169. Você também poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da UNESP de Bauru possui escritório no Campus de Bauru da UNESP (Av. Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Vargem Limpa, CEP 17033-360, Bauru, SP), e pode ser contatado através do telefone (14) 3103-9400, e do e-mail: cepesquisa@fc.unesp.br. A página desse Comitê na web pode ser acessada em: <https://www.fc.unesp.br/#!/pesquisa/comite-de-etica/>.

Declaração de Consentimento

Ao assinar este documento, você declara que compreende plenamente o propósito da pesquisa, os procedimentos que serão adotados, bem como seus direitos como participante. Eu, [nome do participante], declaro que fui devidamente informado(a) sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios desta pesquisa e concordo em participar voluntariamente.

Assinatura do Participante: _____

Data: _____

Assinatura da Pesquisadora: _____

Data: _____

Importância do TCLE

Este termo visa garantir que os participantes estejam cientes de todos os aspectos da pesquisa, respeitando os princípios éticos e legais estabelecidos pelas normas do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme as resoluções do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466/12 e 510/16. Ele protege os direitos dos participantes e garante que todos estejam totalmente informados antes de concordarem em participar.