

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**DIVANETE MARIA BITDINGER DE OLIVEIRA**

**A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE FUNÇÕES EM UM CURSO DE  
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DE UMA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA:  
CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE E DA ABORDAGEM CTS PARA A  
APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA**

**CURITIBA**

**2023**

**DIVANETE MARIA BITDINGER DE OLIVEIRA**

**A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE FUNÇÕES EM UM CURSO DE  
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DE UMA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA:  
CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE E DA ABORDAGEM CTS PARA A  
APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA**

**The organization of teaching functions in a graduate course in mathematics at  
a technological university: contributions of the activity theory and the STS  
approach to learning to teach**

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática/ Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Flávia Dias de Souza.

**CURITIBA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Campus Curitiba**



DIVANETE MARIA BITDINGER DE OLIVEIRA

**A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE FUNÇÕES EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DE  
UMA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA: CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE E DA  
ABORDAGEM CTS PARA A APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA**

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutor Em Ensino De Ciências E Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Aprendizagem E Mediações.

Data de aprovação: 24 de Novembro de 2023

Dra. Flavia Dias De Souza, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Anemari Roesler Luersen Vieira Lopes, Doutorado - Universidade Federal de Santa Maria (Ufsm)

Dra. Maria Lucia Panossian, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Noemi Sutil, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Tania Teresinha Bruns Zimer, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 26/11/2023.

Dedico este trabalho ao meu esposo Itacir, aos meus filhos Isabel e Artur, pelos momentos de ausência e pelo incentivo, também dedico aos meus pais Silvio e Cleonir, por acreditarem em mim.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas oportunidades e por possibilitar o aproveitamento delas.

Agradeço à minha orientadora Profa. Dra. Flávia Dias de Souza, pelos ensinamentos, paciência, amor e sabedoria que me guiou, pela inspiração e incentivo nos meus primeiros passos como pesquisadora. Sempre levarei comigo um pouco de você, buscando alcançar a sua perfeição como pessoa, professora e pesquisadora!

Aos meus colegas de estudo e pesquisa, em especial à Claudiovane Parralego de Aguiar e à Mariana Laís Batista, pelo companheirismo e pelas conquistas que foram divididas.

Ao grupo da OPM e ao GeForProf/GETHC, pelo auxílio no pensar das minhas SDAs, especialmente à Profa. Dra. Maria Lucia Panossian, pelas correções e sugestões.

Aos professores e à Secretaria do Curso do PPGFCET.

À minha banca, Profa. Dra. Anemari Roesler Luersen Vieira Lopes, Profa. Dra. Maria Lucia Panossian, Profa. Dra. Noemi Sutil e Profa. Dra. Tania Teresinha Bruns Zimer, pelas valiosas contribuições na qualificação e defesa.

Aos meus colegas de profissão, em especial aos professores (aos quais chamo de amigos), Janecler Aparecida Amorin Colombo, Marieli Musial Tumelero, Gilson Tumelero e Fredy Maglorio Sobrado Suárez, que me auxiliaram no início desta caminhada, sempre me inspirando, animando e encorajando.

À professora Edineia Zarpelon, pela disponibilização da turma na qual fiz a pesquisa e aos licenciandos que se dispuseram a participar.

À minha família, em especial ao meu esposo Itacir Lima de Oliveira e aos meus filhos Isabel Bitdinger de Oliveira e Artur Emanuel Bitdinger de Oliveira, pela paciência, apoio e compreensão.

Aos meus pais Silvio Bitdinger e Cleonir Maria Augustin Bitdinger pelo contínuo apoio e aprendizado.

Enfim, a todos os que contribuíram de alguma forma para a realização desta pesquisa. Não há palavras suficientes para expressar minha gratidão! Muito obrigada! Esse sonho só foi possível com o apoio de vocês!

Cada geração começa, portanto, a sua vida num mundo de objetos e de fenômenos criado pelas gerações precedentes. Ela apropria-se das riquezas deste mundo participando no trabalho, na produção e nas diversas formas de atividade social e desenvolvendo assim as aptidões especificamente humanas que se cristalizaram, encarnaram nesse mundo. (LEONTIEV, 1978, p. 3).

## RESUMO

OLIVEIRA, Divanete Maria Bitdinger de. **A organização do ensino de funções em um curso de licenciatura em matemática de uma universidade tecnológica:** contribuições da Teoria da Atividade e da abordagem CTS para a aprendizagem da docência. 2023. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2023.

A pesquisa teve como objetivo investigar o ensino do conceito de função em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções”, em um curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, na direção da aprendizagem da docência de futuros professores de matemática em um curso de licenciatura. Pautada no objetivo proposto, adotou-se a seguinte problemática de pesquisa: como a organização do ensino de um conceito em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” pode favorecer a aprendizagem da docência de professores de matemática em um curso de licenciatura, no contexto de uma universidade tecnológica? Para responder a problemática, a pesquisa adota pressupostos teóricos da Teoria Histórico-Cultural, de Vygotsky, da Teoria da Atividade, partindo do conceito de atividade desenvolvido por Leontiev e do conceito de Atividade Orientadora de Ensino (AOE), desenvolvido por Moura. Para o desenvolvimento da pesquisa de campo, utilizou-se da elaboração de Situações Desencadeadoras de Aprendizagem (SDAs), pautadas nos elementos da AOE. Por se tratar de um curso de licenciatura em uma universidade tecnológica, tomando como referência as políticas institucionais, recorre-se também a abordagem CTS nas situações de ensino, que objetiva levar os estudantes a desenvolverem a alfabetização científica e tecnológica e a agirem na sociedade de forma a aprimorá-la. As situações desencadeadoras foram elaboradas para o ensino de funções, no âmbito da disciplina “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” e considerando a proposição de temática sobre a produção de tabaco orgânico e convencional, pertinente ao contexto dos sujeitos envolvidos. A aplicação se deu com estudantes do primeiro período de uma turma de Licenciatura em Matemática da UTFPR - Campus Pato Branco, com a participação de 14 estudantes, no decorrer de 8 encontros. Os instrumentos utilizados na captação dos dados foram: diário de bordo das observações, registros escritos pelos participantes, gravações das intervenções e roda de conversa com a turma. A análise dos dados se deu a partir do conceito de isolado, desenvolvido por Caraça, com a construção de episódios, que por sua vez são constituídos de cenas selecionadas entre os dados coletados na realidade. No processo de análise foram organizados dois isolados: indícios da apropriação conceitual de função e a aprendizagem da docência e a abordagem CTS em uma universidade tecnológica. Os dados de análise nos permitem evidenciar que essa forma de organizar o ensino de um conceito pode auxiliar os estudantes a compreenderem a essência desse conceito, levando-os a estarem em atividade, pode contribuir para que atuem na sociedade de forma crítica, com condições de tomar decisões científicas e tecnológicas, além de colaborar para um ensino de matemática vinculado com a realidade, em que os estudantes refletem sobre os conteúdos de ensino e participam de forma mais colaborativa. Ademais, se for abordada na formação inicial de professores, pode contribuir na aprendizagem da docência com experiências enquanto estudantes na abordagem CTS e no conceito

de Atividade Orientadora de Ensino, a fim de que possam utilizar-se desses referenciais em sua atividade de ensino.

Palavras-chave: formação inicial de professores; atividade orientadora de ensino; CTS; funções; educação matemática.

(X) Autorizo a disponibilização do seguinte correio eletrônico para contato: [divanetem@utfpr.edu.br](mailto:divanetem@utfpr.edu.br)

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Divanete Maria Bitdinger de. **The organization of teaching functions in a graduate course in mathematics at a technological university:** contributions of the activity theory and the STS approach to learning to teach. 2023. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2023. Título original: A organização do ensino de funções em um curso de licenciatura em matemática de uma universidade tecnológica: contribuições da Teoria da Atividade e da abordagem CTS para a aprendizagem da docência.

The research had as its objective to scope the teaching of the function concept in a discipline of “Elementary Mathematics Fundamentals: Numbers and Functions”, within the Mathematics Teaching Graduation Course in the Pato Branco Campus of the Federal Technological University of Paraná, on the direction of the learning process in teaching by future Mathematics teachers in Graduation courses. Based upon the proposed objective, the research problem adopted was: How does the organization of the teaching process of a concept in a discipline of “Elementary Mathematics Fundamentals: Numbers and Functions” can favor the learning of the teaching activity in the ambit of a technological university? To answer this question, the research takes on the theoretical presuppositions of Vygotsky’s Cultural-Historic Theory and the Activity Theory, beginning from the activity concept developed by Leontiev and the concept of Teach-Orienting Activity (AOE, translated) brought by Moura. For the development of the camp research, it was utilized the elaboration of Learn-Prompting Activities (SDAs, translated), founded on the AOE principles. Because it is a Graduation Course in a technological university, taking institutional policies as the parameter, a CTS approach was recurred to in the teaching situations, in order for the students to develop a scientific and technological alphabetization and to act within society to improve it. The situations that prompt learning were elaborated to the teaching of functions in the context of the discipline of “Elementary Mathematics Fundamentals: Numbers and Functions” and considering the thematic proposition about the production of conventional organic tobacco, which is related to the students’ background. It was applied to a first period class in the Mathematics Teaching Graduation Course of UTFPR – Pato Branco Campus, with the participation of 14 students in 8 meetings. The instruments used to collect data were: observation logbooks, writings from the participants, the recording of the interventions and talks with the class. The analysis of the data was done by using Caraça’s concept of “Isolated”, with the construction of episodes that consist of selected scenes within the data collected in reality. In the analysis process, two “Isolated” were determined: “Indications of the appropriation of the function concept” and “The teacher formation and the CTS approach in a technological university”. The data analysis evidences that this form of organizing the teaching of a concept can help students comprehend the essence of the concept itself, leading them to activity, can contribute for them to act in society in a critic manner, with the condition to make scientific and technological choices, and also collaborate for a Mathematics teaching linked to reality, where students reflect on the subjects and participate in a more collaborative way. Moreover, if employed in the initial formation of teacher, it can contribute to the formation of teachers with experiences as students in the CTS approach and the concept of teach-orienting activity, so that they can utilize these references in their teaching activity.

Keywords: initial teacher training; teaching guiding activity; STS; functions; mathematics education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Os nove aspectos da abordagem CTS.....	78
Quadro 2 - Competências específicas que constam na BNCC do Ensino Médio.....	92
Quadro 3 - Habilidades relacionadas ao eixo de números e funções.....	92
Quadro 4 - Cronograma da intervenção.....	102
Quadro 5 - Isolados.....	105
Quadro 6 - Episódio A.....	110
Quadro 7 - Episódio B.....	119
Quadro 8 - Episódio C.....	127
Quadro 9 - Episódio D.....	132
Figura 1 - Tabela para um hectare feita pela estudante 3, integrante do grupo 3..	112
Figura 2 - Tabela para qualquer quantidade de hectares feita pelos estudantes integrantes do Grupo 1.....	112
Figura 3 - Gráficos das funções lucro do tabaco orgânico (em verde), lucro do tabaco tradicional (em vermelho) e diferença dos lucros (em azul), feitos no GeoGebra.....	114

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da safra 2015/2016 .....	95
Tabela 2 - Relações estabelecidas a partir da Tabela 1, para x hectares de terra.....	121

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOE	Atividade Orientadora de Ensino
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BNC- Formação	Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CEFET-PR	Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
C&T	Ciência e Tecnologia
CNE/CES	Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior
CNE/CP	Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
COGEP	Conselho de Graduação e Educação Profissional da UTFPR
FORLIC	Fórum de Licenciaturas da UTFPR
FUNESP	Fundação de Ensino Superior de Pato Branco
GeForProf	Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Professores
GETHC	Grupo de Estudos da Teoria Histórico-Cultural
HV	História Virtual
PROFMAT	Mestrado Profissional em Rede Nacional de Matemática
OPM	Oficina Pedagógica de Matemática
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PHC	Psicologia Histórico-Cultural
PLACTS	Pensamento Latino Americano em CTS
PNE	Plano Nacional de Educação
PPGFCET	Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica
PR	Paraná
SISU	Sistema de Seleção Unificada
SDAs	Situações Desencadeadoras de Aprendizagem
TA	Teoria da Atividade de Leontiev
TCUISV	Termo de Consentimento de Uso de Imagem e Som de voz
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>A APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA COMO ATIVIDADE .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1</b>	<b>Do conceito de atividade à atividade pedagógica .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2</b>	<b>Atividade Orientadora de Ensino (AOE) e as Situações Desencadeadoras de Aprendizagem (SDAs) .....</b>	<b>37</b>
<b>3</b>	<b>O MOVIMENTO HISTÓRICO E LÓGICO E O ENSINO DE CONCEITOS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1</b>	<b>Conhecimento como produto cultural.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2</b>	<b>O movimento histórico e lógico dos conceitos .....</b>	<b>54</b>
<b>3.3</b>	<b>O movimento histórico e lógico do conceito de função .....</b>	<b>64</b>
<b>4</b>	<b>CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM CTS PARA A APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA EM MATEMÁTICA.....</b>	<b>72</b>
<b>4.1</b>	<b>O movimento CTS .....</b>	<b>72</b>
<b>4.2</b>	<b>A abordagem CTS na área educacional .....</b>	<b>75</b>
<b>4.3</b>	<b>A abordagem CTS na formação de professores de matemática.....</b>	<b>81</b>
<b>5</b>	<b>O MOVIMENTO DA PESQUISA .....</b>	<b>87</b>
<b>5.1</b>	<b>O método histórico-dialético na pesquisa .....</b>	<b>88</b>
<b>5.2</b>	<b>Dos sujeitos da pesquisa à elaboração das SDAs .....</b>	<b>91</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Produto Educacional .....</b>	<b>98</b>
<b>5.3</b>	<b>O experimento formativo no processo de acompanhamento do fenômeno.....</b>	<b>99</b>
<b>5.4</b>	<b>O processo de análise.....</b>	<b>103</b>
<b>6</b>	<b>ANÁLISE DE DADOS: O MOVIMENTO DA APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....</b>	<b>108</b>
<b>6.1</b>	<b>Isolado 1: indícios da apropriação conceitual de função pelos futuros professores .....</b>	<b>110</b>
<b>6.1.1</b>	<b>Episódio A: reconhecimento de alguns nexos conceituais na direção da essência do conceito.....</b>	<b>110</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Episódio B: movimentos de apropriação da forma generalizada de uma função .....</b>	<b>118</b>
<b>6.2</b>	<b>Isolado 2: a aprendizagem da docência e a abordagem CTS em uma universidade tecnológica .....</b>	<b>125</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Episódio C: o recurso ao GeoGebra como tecnologia na representação de funções para desencadear a reflexão crítica sobre o tema .....</b>	<b>126</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Episódio D: sentido de estudar função .....</b>	<b>131</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>138</b>

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>144</b>
<b>APÊNDICE A - Roteiro de questões para a roda de conversa.....</b>	<b>155</b>
<b>APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Consentimento de Uso de Imagem, Som e Voz (TCUISV).....</b>	<b>157</b>
<b>ANEXO A - Plano de ensino da disciplina “Fundamentos da Matemática Elementar: Números e Funções” .....</b>	<b>161</b>

## 1 INTRODUÇÃO

*“E para atingir esse cume elevado, acessível a todo o homem, como homem, e não apenas a uma classe ou grupo, não há sacrifício que não mereça fazer-se, não há cansaço que deva evitar-se. A pureza que se respira no alto compensa bem da fadiga da ladeira” (CARAÇA, 1978, p. 51).*

Início o presente texto com essas inspiradoras palavras de Caraça (1978) que tanto me impulsionaram e fizeram pensar durante meu doutoramento e sobre as quais eu poderia escrever toda minha tese. Quando iniciei a carreira como professora de matemática sempre busquei caminhos para melhorar a aprendizagem dos estudantes, buscando romper compreensões equivocadas acerca da disciplina vista por muitos como a pior de todas, a mais difícil, a que mais reprova, a que nivela destacando os melhores; a que se deve ter o dom, ou ainda, que os “bons” em matemática nasceram assim ou herdaram o conhecimento de seus pais, ou seja, que esse “dom” é genético.

Com os anos de experiência docente e os estudos decorrentes do doutorado, lendo autores como Leontiev, Caraça, entre outros, fui buscando caminhos na direção em que a matemática pode ser apropriada por todos, é para todos e pode ser ensinada de diversas formas, a fim de se chegar a qualquer pessoa, na medida de suas possibilidades e das condições que lhe são oferecidas. Desta forma, fui compreendendo também que não nascemos aptos a aprender matemática ou outra atividade qualquer, mas podemos desenvolver caminhos para aprender e, para tanto, é preciso buscar formas adequadas. Nas palavras de Caraça (1978) mencionadas na abertura desse texto introdutório, não há dificuldades que não devamos superar nessa busca, na busca pelo conhecimento, que deve ser acessível a todos, sem distinções, afinal, o resultado dessa conquista compensa.

Formei-me em Licenciatura em Matemática em 2008, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, campus Pato Branco e iniciei o mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia, nesse mesmo ano, na Universidade Federal do Paraná, em Curitiba. Busquei então alcançar meu objetivo tão sonhado: ser professora do ensino superior, sonho esse adquirido pelo contato com professores inspiradores durante minha graduação, nos quais sempre me espelho na busca por melhorar. Em 2010 finalizei o mestrado e comecei a ministrar aulas em faculdades particulares e em 2014 iniciei como docente permanente na UTFPR. Inicialmente ministrava aulas de matemática em cursos de engenharia e posteriormente tive

também o privilégio de ministrar aulas no curso de Licenciatura em Matemática, trabalhando com a formação inicial de professores, especialmente nas disciplinas de “Fundamentos da Matemática Elementar: Números e Funções”, “Políticas Públicas, Gestão Escolar e a História do Ensino da Matemática”, “Seminário para Resolução de Problemas”, “Cálculo II”, “Cálculo III”, “Equações Diferenciais”, “Tópicos de Matemática” e “Cálculo Numérico”.

Meu objetivo inicial era cursar o doutorado na mesma área do mestrado, porém ao iniciar meus trabalhos com a formação de professores, o ensino de matemática se tornou meu interesse de estudo e senti a necessidade de me aprofundar. Foi dessa forma que decidi direcionar meus estudos a um doutorado em ensino de matemática e iniciei meu doutoramento em 2020 no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Curitiba, passando a cursar as disciplinas do curso, estudando especialmente os conceitos de movimento histórico e lógico (KOPNIN, 1978 e SOUSA, 2009), a Teoria da Atividade (TA) de Leontiev (1988), a Atividade Orientadora de Ensino (AOE) de Moura (1997) e a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) (AIKENHEAD, 1997; ABBRECHT e MACIEL, 2020).

Nesse cenário, minha pesquisa foi se desenhando voltada à formação inicial de professores, tendo como objeto o ensino de Funções em um curso de Licenciatura em Matemática, no qual atuo em disciplinas de formação em conteúdo específico da matemática, com a seguinte problemática de pesquisa: como a organização do ensino de um conceito<sup>1</sup> em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” pode favorecer a aprendizagem da docência de professores de matemática em um curso de licenciatura, no contexto de uma universidade tecnológica?

A escolha pelo curso e pela referida disciplina se deu por conta de uma necessidade da pesquisadora, de aprofundar-se na formação inicial de professores e de encontrar caminhos para organizar o ensino a fim de que o futuro professor possa

---

<sup>1</sup> Utiliza-se a palavra conceito conforme a perspectiva de Vigotski, de que “É o reflexo objetivo das coisas em seus aspectos essenciais e diversos; se forma como resultado da elaboração racional das representações, como resultado de ter descoberto os nexos e as relações desse objeto com outros, incluindo em si, portanto, um amplo processo de pensamento e conhecimento que, dir-se-ia, está concentrado nele” (VIGOTSKI, 1996, p. 81).

se apropriar do conceito de função, que é “[...] considerado um dos mais importantes em toda a matemática, constituindo a base da análise matemática, a teoria que se tornou central no desenvolvimento da matemática desde então” (PONTE, 1992, p. 2).

A pesquisa objetivou investigar o ensino do conceito de função em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” que favoreça a aprendizagem da docência de futuros professores de matemática em um curso de licenciatura, defendendo-se a tese de que ao organizar a disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” utilizando-se dos pressupostos da Teoria da Atividade, do conceito de Atividade Orientadora de Ensino, de situações desencadeadoras de aprendizagem e da abordagem CTS, a aprendizagem da docência pode ser favorecida, levando-se em conta a identidade de uma universidade tecnológica e a formação docente que favoreça a apropriação<sup>2</sup> de conceitos a serem ensinados.

Dá-se ênfase no fato da universidade ser tecnológica com o intuito de ressaltar a importância da utilização e compreensão mais profunda do uso das tecnologias que são necessárias não somente nesta universidade, mas em todo o ensino. Outrossim, acredita-se que por se tratar de um curso de uma universidade tecnológica, cuja missão é “Desenvolver a educação tecnológica de excelência, construir e compartilhar o conhecimento voltado à solução dos reais desafios da sociedade” (UTFPR, 2021b, n.p.), tem-se um compromisso maior com a compreensão e uso das tecnologias para além da instrumentalização para o uso de ferramentas.

Contudo, apesar desta pesquisa estar voltada para uma universidade tecnológica, pode ser considerada em outros contextos institucionais, pois os recursos da tecnologia não se limitam a uma instituição, a um curso ou a uma disciplina, mas podem auxiliar na compreensão mais profunda de um conceito. É imprescindível que os estudantes aprendam a utilizar-se das diferentes tecnologias e isso pode contribuir para a criação de um ambiente investigativo, auxiliar nos processos indutivos e na visualização de conceitos, além de permitir a comparação, a verificação, a suposição e a contestação de hipóteses, de forma a favorecer o aprendizado (FONTES, 2009).

Deste modo, a utilização da abordagem CTS na elaboração das situações de

---

<sup>2</sup> Neste estudo, entende-se que “Se apropriar de um conceito significa [...] compreender o significado que historicamente os indivíduos atribuíram a ele, o que pode ser realizado em atividade, sobre os objetos, instrumentos e fenômenos em si, e pela ação e comunicação desenvolvida por meio deles” (PANOSSIAN; SOUSA; MOURA, 2017, p. 128).

ensino se apresenta como um caminho, em consonância com as políticas de ensino da instituição em que a pesquisa foi desenvolvida, de que haja integração com a abordagem CTS, conforme consta na Resolução COGEP/UTFPR nº 122, de 29 de novembro de 2021, mencionada ainda nesse capítulo. Para Amorin (2020, p. 197), a

[...] articulação entre o campo CTS e a Psicologia Histórico-Cultural é benéfica para o primeiro, pois o enfoque<sup>3</sup> CTS ganha uma base sólida e coerente, que lhe permite desenvolver de modo consistente a análise da dimensão social, política e econômica de temas relacionados à educação e ao ensino de ciências e tecnologia.

As discussões dos valores da abordagem CTS nas situações de ensino elaboradas no processo de pesquisa visam contribuir na formação de cidadãos críticos e comprometidos com a sociedade, tendo em vista o desenvolvimento de preceitos relacionados com as necessidades humanas, o que permite o estabelecimento de relações entre o referencial teórico adotado (a THC, a TA e o conceito de AOE) e a abordagem CTS.

Destarte, esta pesquisa busca contribuir na formação de estudantes para atuarem na sociedade de forma crítica, com capacidade de tomar decisões científicas e tecnológicas e, como se dá em um curso de licenciatura, contribuir na formação de professores com experiências enquanto estudantes que desenvolvam novas compreensões sobre a matemática e seu ensino. Esses objetivos corroboram com o perfil do egresso do curso em estudo, em que se prevê o seguinte:

- Reflexão analítica e crítica sobre a linguagem matemática como fenômeno psicológico, educacional, social, histórico, cultural, político e ideológico.
- Visão crítica das perspectivas teóricas adotadas nas investigações matemáticas que fundamentam sua formação profissional.
- Exercício profissional atualizado, de acordo com a dinâmica do mercado de trabalho.
- Percepção de diferentes contextos interculturais em que a ação educacional se efetiva.
- Compreensão crítica e utilização de novas ideias e tecnologias para Resolução de problemas.
- Percepção da prática docente de Matemática como processo dinâmico, carregado de incertezas e conflitos, um espaço de criação e reflexão, no qual novos conhecimentos são gerados e modificados continuamente.
- Domínio do uso da língua portuguesa, de formar a expressar-se com clareza, precisão e objetividade.

---

<sup>3</sup> Alguns autores como Santos e Schnetzler (2003) trazem como abordagem CTS, enquanto outros autores (AMORIN, 2020; PINHEIRO, 2005; SILVA, 2012) abordam como enfoque CTS ou educação CTS (AMORIN, 2020; BRASIL, 2002). Nesta pesquisa optou-se por trazer abordagem CTS.

- Desenvolvimento de estratégias de ensino que favoreçam a criatividade, a autonomia e a flexibilidade do pensamento matemático dos educandos, buscando trabalhar com mais ênfase nos conceitos do que nas técnicas.
- Visão de que o conhecimento matemático pode e deve ser acessível a todos, e consciência de seu papel na superação dos preconceitos, traduzidos pela angústia, inércia, que, muitas vezes, ainda estão presentes no ensino-aprendizagem da disciplina. (UTFPR, 2017, p. 21).

Isto posto, entendemos que utilizar-se dos pressupostos da TA, do conceito de AOE, das SDAs e da abordagem CTS, pode auxiliar a alcançar o que é almejado pelo curso, já que a proposta na organização da disciplina busca promover a compreensão conceitual dos futuros professores, a fim de investigar que possibilidades de organização de ensino podem favorecer a compreensão conceitual dos conhecimentos que terão que ensinar, reconhecendo a dimensão tecnológica nesse processo de formação, por ser uma licenciatura em uma universidade tecnológica. Acredita-se, portanto, que esse modo de organização do ensino pode ser apropriado como um modo geral de pensar a organização do ensino de conceitos matemáticos na aprendizagem da docência.

A fim de aprofundar os estudos, como parte dos créditos previstos no doutorado, realizei o estágio I incorporado ao processo de pesquisa como pressuposto formativo do doutorado profissional na Oficina Pedagógica de Matemática (OPM)<sup>4</sup>. A OPM é um projeto de extensão vinculado ao Departamento Acadêmico de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em funcionamento desde o ano de 2015, que envolve a participação de professores da universidade, professores da educação básica, estudantes da licenciatura, do mestrado e do doutorado, tendo como objetivo promover a articulação entre teoria e prática (práxis) por meio do estudo sobre a organização do ensino de Matemática, considerando os pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, da Teoria da Atividade e da Atividade Orientadora de Ensino.

Durante o estágio, pude acompanhar e auxiliar no desenvolvimento de SDAs, o que me auxiliou no desenho da pesquisa de campo, a experienciar o movimento para a elaboração de uma SDA e das dificuldades enfrentadas pelos docentes ao pensar práticas diferenciadas. Especialmente a perceber o quão necessário é a reflexão do professor, tanto individualmente como num coletivo, referente às suas práticas e a busca por relacionar seus conhecimentos do conteúdo — no caso seus

---

<sup>4</sup> Mais informações sobre a OPM podem ser encontradas no site <https://sites.google.com/view/opm-2019/> e no facebook da OPM: <https://www.facebook.com/OPMUTFPR/>.

conhecimentos matemáticos — com o como ensinar tal conteúdo, buscando compreender como cada conceito chegou à forma assumida num movimento de inquietações e busca de satisfação de necessidades humanas.

O próximo passo foi a elaboração das SDAs para a pesquisa de campo, um trabalho árduo e fruto de muita pesquisa e estudo. As SDAs foram elaboradas levando em conta o movimento histórico e lógico do conceito de função, visando “[...] mostrar que o desenvolvimento da Matemática é fruto da experiência humana ao longo da história e não apenas um conjunto de regras e técnicas” (BRASIL, 2018, p. 522) e buscando levar o estudante a sentir necessidade de utilizar-se das funções para resolver as situações desencadeadoras.

Ademais, a abordagem CTS nas SDAs se deu considerando a realidade dos estudantes do curso que são, em sua maioria, do estado do Paraná, uma região fortemente agrícola, corroborando com documentos, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, que enfatizam a necessidade de aplicar a realidade dos estudantes em sala de aula. Para a BNCC do Ensino Médio, na área de matemática, “[...] é preciso levar em conta as vivências cotidianas dos estudantes [...], envolvidos, em diferentes graus dados por suas condições socioeconômicas, pelos avanços tecnológicos, pelas exigências do mercado de trabalho, pela potencialidade das mídias sociais, entre outros” (BRASIL, 2018, p. 518), sendo que o foco do ensino de matemática é “[...] uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade” (BRASIL, 2018, p. 518). Além disso, ao utilizar-se da abordagem CTS, entende-se estar de acordo com outro ponto importante destacado por Brasil (2018, p. 524) em que se estabelece: contribuir com “[...] a formação de cidadãos críticos e reflexivos [... e com a] formação científica geral dos estudantes”.

Após a elaboração das SDAs, tive a oportunidade de apresentá-las no grupo de estudos e pesquisas em formação de professores/grupo de estudos da Teoria Histórico-Cultural (GeForProf/GETHC<sup>5</sup>) que faço parte, contando com a colaboração de mestrandos e doutorandos e com a participação dos integrantes da OPM e do PIBID (programa institucional de bolsa de iniciação à docência). Assim, com as contribuições dos colegas pude melhorá-las e ampliar o planejamento das ações para

---

<sup>5</sup> Mais informações sobre o grupo de estudos GeForProf/GETHC podem ser encontradas no artigo <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/14565>.

que, em abril de 2022, fosse dinamizada a pesquisa de campo. A pesquisa se deu na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Pato Branco, onde atuo como docente permanente, porém por estar afastada temporariamente para o doutorado, foi aplicada em uma turma conduzida por outra professora, que aceitou gentilmente que a pesquisa acontecesse em sua classe.

Antes de especificar como foi realizada a pesquisa e quais foram os sujeitos, apresenta-se um breve relato do desenvolvimento histórico da universidade e do campus no qual a pesquisa foi desenvolvida, a fim de levar o leitor a conhecer melhor esta instituição e compreender a importância das escolhas mencionadas. A Universidade Tecnológica teve início em 1909, no Brasil, como Escola de Aprendizes Artífices, voltada para “[...] garotos de camadas menos favorecidas da sociedade, chamados de “desprovidos da sorte”. Pela manhã, esses meninos recebiam conhecimentos elementares (primário) e, à tarde, aprendiam ofícios nas áreas de alfaiataria, sapataria, marcenaria e serralheria” (UTFPR, 2017, p. 8). Em 1937, a escola começou a ofertar o ensino de 1º grau e, em 1943 iniciaram-se os cursos técnicos. Em 1978, tornou-se Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR) com cursos de graduação plena e, a partir daí, também com Programas de Pós-Graduação. Em 2005, o CEFET tornou-se uma Universidade Tecnológica, “[...] a primeira especializada do Brasil” (UTFPR, 2017, p. 9) e a única Universidade Tecnológica que há no Brasil, hoje sendo composta por 13 campus em todo o Paraná.

O campus de Pato Branco, no qual a pesquisa foi feita, iniciou suas atividades em 1993 como Fundação de Ensino Superior de Pato Branco – FUNESP, oferecendo dois cursos técnicos e, em 1994 ofertando cursos superiores. Hoje conta com cursos de Licenciatura em Matemática e em Letras Português/Inglês, além de cursos de Engenharia, cursos técnicos e de Pós-Graduação *Sticto Sensu*.

O curso de Licenciatura em Matemática do campus teve início ainda na FUNESP, em 1994, no curso de Licenciatura em Ciências, que oferecia habilitação em matemática. Em 1996 o curso passou a se chamar Licenciatura em Matemática e atualmente é o único da região Sudoeste do Paraná que é ofertado por instituição pública. Funciona no turno noturno em regime semestral com 8 semestres e oferta anualmente 44 vagas, com ingresso apenas no primeiro semestre de cada ano letivo. Com o ingresso dos estudantes a partir do Sistema de Seleção Unificada (SISU)<sup>6</sup> até

---

<sup>6</sup> A partir do segundo semestre de 2023, o ingresso nos cursos da UTFPR será por meio de vestibular e pelo SISU, assim a adesão ao SISU passa a ser reduzida.

2022, há estudantes ingressantes de todo o país, porém a maioria deles são do Estado do Paraná. O campus conta também com o mestrado profissional em rede nacional de Matemática (PROFMAT), aberto em 2012.

A pesquisa de campo foi realizada no primeiro semestre de 2022 com 14 acadêmicos do primeiro período deste curso de Licenciatura em Matemática da UTFPR – Campus Pato Branco – PR, regularmente matriculados na disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções”, uma disciplina do primeiro período com uma carga horária total de 60 horas/aula, sendo quatro aulas semanais. Foi ancorada pelos pressupostos do método histórico dialético com a intervenção da pesquisadora e a proposição de SDAs voltadas ao ensino do conceito de função.

Os estudantes participaram da pesquisa no decorrer de oito encontros. O modo de realização foi presencial e a intervenção se deu durante as aulas da disciplina. A pesquisadora apresentou aos participantes como seria feita a investigação e, após o consentimento firmado voluntariamente pelo Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e Termo de Consentimento de Uso de Imagem e Som de voz (TCUISV) (constantemente no Apêndice B) eles integraram a pesquisa. Os dados obtidos pela pesquisa foram mantidos apenas para a pesquisadora, sendo dela a responsabilidade de manter o sigilo desses dados, sob pena previstas na lei nº 466/2012. Os instrumentos de produção de dados foram: diário de bordo das observações, registros escritos pelos participantes, gravações das intervenções e roda de conversa com a turma.

Pelo fato desta pesquisa ter por objetivo investigar o ensino do conceito de função em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” que favoreça a aprendizagem da docência de futuros professores de matemática em um curso de licenciatura, a pesquisa tem relevância acadêmica e social, ao relacionar a THC e a abordagem CTS, buscando proporcionar uma alfabetização científica e tecnológica, propiciando um papel relevante na formação crítica dos futuros professores. Esse objetivo vem ao encontro da Resolução COGEP/UTFPR nº 122, de 29 de novembro de 2021, que dispõe sobre a Política Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná para a Formação Inicial e Continuada de Professores para a Educação Básica, na qual reconhece-se a necessidade de uma dimensão tecnológica nos cursos de licenciatura da UTFPR.

Essa Resolução foi resultado de uma reformulação para estar de acordo com

a Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019 — que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) — e com as metas do Plano Nacional de Educação PNE 2014/2024.

Segundo o que consta na Resolução COGEP/UTFPR nº 122, de 29 de novembro de 2021, um dos anseios levantados no I FORLIC (Fórum de Licenciaturas da UTFPR) era “[...] a promoção de relações da docência com o avanço científico e tecnológico e inovações metodológicas e, ainda, integração com a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)” (UTFPR, 2021a, p. 2). No II FORLIC foi apresentada “[...] a proposta inicial de elaboração de um documento de política institucional para as licenciaturas” (UTFPR, 2021a, p. 3), na qual um dos três grandes eixos norteadores eram “[...] as tecnologias na formação docente e no contexto da UTFPR” (UTFPR, 2021a, p. 3). O documento também menciona que esses eixos “[...] tomam como referência princípios anunciados nas diretrizes para formação inicial e continuada de professores e vão ao encontro dos anseios institucionais para a formação docente” (UTFPR, 2021a, p. 3).

Também, segundo o documento:

Consta do Plano de Desenvolvimento Institucional da UTFPR (2017, p. 14) a missão de “desenvolver a educação tecnológica de excelência por meio do ensino, pesquisa e extensão, interagindo de forma ética, sustentável, produtiva e inovadora com a comunidade para o avanço do conhecimento e da sociedade”, tendo como visão “ser modelo educacional de desenvolvimento social e referência na área tecnológica”, pautando-se nos seguintes valores:

“Ética: gerar e manter a credibilidade junto à sociedade.

Desenvolvimento humano: formar o cidadão integrado no contexto social.

Integração social: realizar ações interativas com a sociedade para o desenvolvimento social e tecnológico.

Inovação: efetuar a mudança por meio da postura empreendedora.

Qualidade e Excelência: promover a melhoria contínua dos serviços oferecidos para a satisfação da sociedade.

Sustentabilidade: assegurar que todas as ações se observem sustentáveis nas dimensões social, ambiental e econômica”. (UTFPR, 2021a, p. 5).

Pautando-se nestes valores, recorreremos à abordagem CTS na pesquisa, visando contribuir para a formação de estudantes com potencial crítico para intervir na sociedade. O documento trata também da dimensão pedagógica e da dimensão tecnológica, que mencionam serem considerados os aspectos de referência para a construção dos projetos pedagógicos dos cursos de licenciaturas na UTFPR. Quanto

à dimensão tecnológica, UTFPR (2021a, p. 6) traz que:

O reconhecimento da necessidade de uma dimensão tecnológica nos cursos de licenciatura da UTFPR justifica-se pelo fato de que a consolidação da identidade desses cursos reside também na especificidade de uma universidade tecnológica, em que se considera a tecnologia como algo inerente à sociedade e que os aspectos humanos são parte integrante do problema e da solução de todo desenvolvimento tecnológico. Essa dimensão engloba uma formação geral, entendida como uma vertente geral da tecnologia, com seus pressupostos filosóficos e sociológicos, e uma formação específica, entendida como uma vertente específica da tecnologia, que transite pelo campo da tecnologia aplicada às áreas de conhecimento das licenciaturas, incluindo tecnologias próprias das áreas, recursos tecnológicos e aplicações no campo da educação e na formação de professores, que envolvam pressupostos de alfabetização científica e tecnológica e relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Ademais, reconhece a “[...] tecnologia para além da criação de produtos ou projetos, com o entendimento de sua intencionalidade e na compreensão e uso da tecnologia no processo de formação de professores e, conseqüentemente, de formação humana” (UTFPR, 2021a, p. 6).

Por se tratar da formação inicial de professores na licenciatura e, considerando o objetivo da pesquisa, a pesquisadora precisou buscar entender como a aprendizagem da docência pode ser favorecida, trazendo o referencial teórico que discute aspectos sobre a formação de professores em atividade e o ensino de conceitos a fim de ajudar a explicar e apropriar-se da essência<sup>7</sup> dos conceitos, com o intuito de compreender como se dá essa organização de ensino de conhecimento específico, ou seja, como o sujeito se forma nessa perspectiva. Esses aspectos são discutidos na fundamentação teórica, que subsidia a tese, no decorrer do capítulo dois.

A aprendizagem da docência na formação inicial de professores tem sido alvo de inúmeras pesquisas no campo educacional. Em particular, figuram as pesquisas voltadas à formação inicial de professores de matemática, alvo da presente pesquisa, no que tange à formação do futuro professor em conteúdos de ensino de matemática, que serão objeto de sua atividade pedagógica.

A grande questão de muitas pesquisas é: o que o professor precisa para ensinar? Como deve ser sua formação? Estas são questões que já vem sendo debatidas há muito tempo, como em Shulman (2014, p. 203) que há quase duas

---

<sup>7</sup> Para Longarezi e Franco (2016, p. 544), a essência é entendida por ser aquilo “[...] que o qualifica ser o que é”, sua gênese.

décadas atrás chamava a atenção para o fato de que no passado entendia-se que o ensino requeria apenas “[...] habilidades básicas, conhecimento de conteúdo e habilidades pedagógicas gerais”. Porém, o autor propõe um conjunto de categorias de base de conhecimento que envolvem a formação do professor, no qual segundo ele, formar professores envolve no mínimo conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico geral, conhecimento do currículo, conhecimento pedagógico do conteúdo, conhecimento dos estudantes, conhecimento de contextos educacionais e dos fins, propósitos e valores da educação e de sua base histórica e filosófica. O autor ainda menciona que “[...] o ensino necessariamente começa com o professor entendendo o que deve ser aprendido e como deve ser ensinado” (SHULMAN, 2014, p. 205).

Moreira e David (2005) também debatem sobre a formação matemática do professor, mencionando que esse processo de formação pode ser pensado “[...] a partir do reconhecimento de uma tensão — e não identidade — entre educação matemática escolar e ensino da Matemática Acadêmica elementar” (MOREIRA e DAVID, 2005, p. 45), em que o professor, a partir da prática profissional, estrutura seus saberes docentes. Porém os autores questionam se a prática ensina tudo, apresentando a “[...] tese de que a prática docente escolar não pode ser considerada uma instância capaz de induzir a produção de todos os saberes associados à ação pedagógica do professor” (MOREIRA e DAVID, 2005, p. 43).

Dessa forma, trazem a importância do estudo da prática, no qual “[...] a experiência deve abandonar o seu caráter privado e passar para o domínio público para ser examinada, analisada, criticada” (MOREIRA e DAVID, 2005, p. 41). O professor reflete sua prática se distanciando dela e analisando-a individualmente e de forma compartilhada (CLIMENT *et al.*, 2014).

Climent *et al.* (2014) também apresentam resultados de pesquisas em que os professores com maior conhecimento do conteúdo apresentaram melhores resultados na sua prática profissional e os professores mais experientes possuíam uma compreensão mais profunda da matemática elementar, conectavam diferentes conteúdos entre si e vinculavam os princípios básicos da disciplina com outros conteúdos.

Considerando os estudos mencionados por esses autores, entende-se que há a necessidade de um conhecimento mais profundo dos conceitos e acredita-se que o movimento histórico e lógico do conceito permite fazer essas conexões, de forma que haja a apropriação conceitual. Ademais, considerando as categorias enunciadas por

Shulman (2014) e a importância da prática profissional e da reflexão da prática (CLIMENT *et al.*, 2014), a presente pesquisa compreende que a organização do ensino de uma disciplina de conteúdo matemático em um curso de licenciatura não envolve somente promover o domínio do conhecimento do conteúdo, mas especialmente do modo como esse conhecimento pode ser apropriado por sujeitos em processo de aprendizagem, compreendendo-o como um produto histórico da humanidade, entendimento que pode ser favorecido na perspectiva do conceito de AOE.

Ademais, como afirma Jardinetti (1997), muitos professores e futuros professores buscam uma metodologia para ensinar matemática, presumindo que o ensino será melhor, que essas metodologias são eficientes por si só, são mágicas ou salvadoras, porém, em muitos casos essas metodologias, por decorrerem de uma reflexão acrítica, não auxiliam no processo de aprendizagem dos conceitos pelo estudante. A intervenção do professor é essencial para que haja o desenvolvimento em potencial, ademais este é um dos aspectos centrais em que se diferencia o conceito de AOE, como um conjunto de elementos que norteiam muito além da metodologia, fundando-se em promover a aprendizagem conceitual que gera desenvolvimento humano.

Com a finalidade de trazer essas compreensões de forma mais aprofundada, a presente tese está assim organizada: o capítulo introdutório, no qual figura a trajetória da pesquisadora e uma breve apresentação de como se deu a pesquisa, do problema da pesquisa e do seu objetivo.

Em seguida, o capítulo dois aborda a aprendizagem da docência como atividade, no qual expõe-se uma forma de organizar a atividade de ensino, segundo o conceito de atividade de Leontiev, enfatizando a relevância das atividades de ensino propostas pelos professores gerarem necessidades nos estudantes, a fim de constituir atividades de estudos e ressaltando a importância do trabalho coletivo para o desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Apresenta-se também nesse capítulo, os pressupostos da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria da Atividade, principiando pelo conceito de atividade desenvolvido por Leontiev e a atividade de ensino e a atividade de aprendizagem<sup>8</sup> como mutuamente complementares, em que

---

<sup>8</sup> O termo atividade de aprendizagem é trazido aqui, no entendimento de Moura *et al.* (2010), como sinônimo de atividade de estudo, “[...] com o sentido de uma aprendizagem que decorre de uma

a AOE, que é pautada nos elementos do conceito de atividade de Leontiev e sustentada pelos pressupostos da THC, é trazida como um modo de organização do ensino na direção do desenvolvimento do pensamento teórico<sup>9</sup> dos estudantes, por ser uma unidade de formação do professor e do estudante. Apresentam-se, também, os elementos que fundamentam o conceito de AOE e as SDAs, que são aspecto essencial da AOE, em que a necessidade da solução desse problema é o que possibilita a AOE tornar-se atividade de aprendizagem para o estudante.

O capítulo três apresenta o movimento histórico e lógico do conceito como uma perspectiva para o ensino de matemática, que pode auxiliar no desenvolvimento do pensamento teórico e o ensino de conceitos na formação inicial de professores. Por conseguinte, apresenta-se o conhecimento como produto cultural, de forma que a atividade pedagógica possibilite reconstruir os traços essenciais das atividades que foram sendo construídas historicamente, objetivando que os estudantes se desenvolvam plenamente a partir dos conhecimentos que já foram adquiridos pela humanidade, enfatizando-se que a unidade lógico-histórica no ensino da Matemática pode ser um modo de desenvolver os conhecimentos matemáticos considerando o seu processo de produção. O capítulo aborda também um breve histórico do movimento do conceito de função, com o propósito de mostrar sua evolução à medida que o homem se apropria dele e o utiliza, além dos nexos conceituais empregados na pesquisa.

No capítulo quatro é apresentada a abordagem CTS, que pode contribuir para a aprendizagem da docência em matemática e para a formação de cidadãos críticos, aptos a intervir na sociedade e a buscar transformações da realidade em que estão inseridos. O capítulo inicia com a discussão do que é o movimento CTS, suas vertentes e objetivos, apresentando em seguida contribuições da abordagem CTS no ensino de matemática, especificamente na formação inicial de professores de matemática, procurando articular essa abordagem com os pressupostos teóricos em discussão nos capítulos anteriores.

---

atividade de ensino escolar, intencional, sistematizada e organizada, que objetiva a formação do pensamento teórico” (MOURA *et al.*, 2010, p. 211).

<sup>9</sup> No capítulo três serão abordadas as diferenças entre conhecimento empírico e teórico, conforme a compreensão de Rubtsov (1996, p. 129), de que: “O conhecimento empírico é elaborado quando se compara os objetos às suas representações, [...] e] o saber teórico repousa numa análise do papel e da função de uma certa relação entre as coisas no interior de um sistema”. Dessa forma, o conhecimento teórico é buscado por permitir ao sujeito tomar consciência da essência de um objeto, conhecer seu movimento histórico e lógico (PANOSSIAN; MORETTI; SOUZA, 2017).

O capítulo cinco contém a metodologia, na qual apresenta-se brevemente a Teoria Histórico-Cultural e o método histórico-dialético, tratando sobre a elaboração das SDAs e o movimento do fenômeno investigado, desde seu acompanhamento até a captação e análise dos dados. Também se apresenta o produto educacional intitulado “Produção convencional e orgânica e a saúde do agricultor: situações desencadeadoras para o ensino de funções”, que foi elaborado a partir da aplicação da pesquisa e acompanha esta tese. O produto destina-se aos professores de matemática no Ensino Médio e Superior, para o ensino de funções, sendo um caderno pedagógico que contempla as SDAs elaboradas para a pesquisa, com ilustrações que o professor poderá utilizar nas suas aulas bem como sugestões para sua utilização.

O capítulo seis é destinado ao processo de análise dos dados no qual são apresentados os isolados resultantes desta pesquisa, com seus respectivos episódios e cenas. Neste capítulo são trazidos indícios da apropriação do conceito de função pelos futuros professores, com o reconhecimento de alguns nexos conceituais na direção da essência do conceito e movimentos de apropriação da forma generalizada de uma função. A análise também discorre acerca da aprendizagem da docência e a abordagem CTS em uma universidade tecnológica, recorrendo ao recurso do GeoGebra como tecnologia na representação de funções para desencadear a reflexão crítica sobre o tema, o sentido de estudar função e potencialidades do trabalho com as tecnologias para além de uma dimensão instrumental.

Por fim, o texto apresenta as considerações finais da pesquisadora, em que são discutidas as principais aprendizagens e dificuldades decorrentes do processo de pesquisa e da formação da pesquisadora.

## 2 A APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA COMO ATIVIDADE

*“[...] o homem se constitui pelo trabalho, entendendo este como uma atividade humana adequada a um fim e orientada por objetivos, então o professor constitui-se professor pelo seu trabalho – a atividade de ensino” (MORETTI, 2007, p. 101).*

Aprender a ensinar futuros professores foi o que moveu a pesquisadora em direção ao doutoramento. Nesse movimento colocou-se frente a alguns questionamentos de como organizar a atividade de ensino. O que significa estar em atividade de ensino? Que habilidades o sujeito em atividade de ensino deve ter? Ser criativo, empenhado, organizado e conhecer as metodologias de ensino? Estar focado na aprendizagem dos seus estudantes? O que caracteriza esse sujeito professor? Quando efetivamente está em atividade? Neste capítulo busca-se contemplar estas discussões, recorrendo ao referencial da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria da Atividade, partindo do conceito de atividade desenvolvido por Leontiev.

Tomando como base esse referencial, entende-se que para que a atividade de ensino aconteça pode-se recorrer a métodos e estratégias diferenciadas nas aulas, adotar determinados recursos tecnológicos, muitos deles na moda no cenário educativo, mas se não houver a mobilização dos estudantes a aprenderem, certamente não haverá o desencadeamento da aprendizagem. Nesse sentido, não basta que a aula seja a mais “bonita e atrativa”, mas que possibilite ao estudante se apropriar do conhecimento, a se colocar em movimento de aprendizagem, gerando nele a necessidade de aprender aquele conhecimento.

Moura (1997) afirma que o professor precisa transformar o ensino em atividade significativa para o estudante. Para que isso ocorra:

[...] deve haver o motivo para aprender e para ensinar e que ambos devem convergir num mesmo ponto, de forma que as ações no processo educativo sejam realmente interativas no sentido de resolver um problema: construir conhecimento significativo<sup>10</sup> (MOURA, 1997, p. 40).

---

<sup>10</sup> O termo significativo tratado nessa pesquisa não tem relação com o conceito de Aprendizagem Significativa de Ausubel, mas com o entendimento de Moura (1997), de que transformar o ensino em atividade significativa é “[...] dar a oportunidade para que o aluno tome a ação de aprender como uma necessidade para integrar e ter acesso a novos conhecimentos [...] que a criança ou o aprendiz perceba o conhecimento como uma referência no processo de humanização, cujo passo inicial é a compreensão do conjunto de saberes produzidos como patrimônio da humanidade” (MOURA, 1997, p. 6).

Para que o professor desenvolva ações de ensino que favoreçam a promoção desse conhecimento, ele precisa estar em constante formação, avaliando as ações que realiza, tornando as informações acessíveis aos interessados em aprender, conhecendo o conteúdo em profundidade, o estudante e os problemas que desencadeiam a busca do conhecimento. Na atividade de ensino, o professor precisa estar em constante busca de informações, objetivando favorecer a aprendizagem dos estudantes, afinal é indispensável que o processo de ensino leve o sujeito a aprender. Por isso, a atividade se constitui efetivamente quando há um motivo dirigido a um fim, que é favorecer a aprendizagem.

Assim, surgem outros questionamentos: ao se tratar de ensino e aprendizagem, como favorecer a apropriação do conhecimento dos estudantes em determinada situação ou momento? Para que o estudante se aproprie do conhecimento, quais são as ações do professor na organização do ensino? Como organizar a aula de forma a aproximar o estudante da apropriação dos conhecimentos já produzidos socialmente, que é função da educação escolar? Como fazer com que a aprendizagem dos conteúdos escolares tenha sentido para os estudantes? Eis um grande desafio para a educação escolar.

Moura *et al.* (2010) vêm auxiliando na resposta a esses questionamentos, ao salientarem que “[...] a aprendizagem não ocorre espontaneamente e apenas a partir das condições biológicas do sujeito, mas mediada culturalmente”, ou seja, “[...] as relações intrapsíquicas (atividade individual) constituem-se a partir das relações interpíquicas (atividade coletiva) (MOURA *et al.*, 2010, p. 208). Essa afirmação ressalta a importância do trabalho coletivo no processo educativo, entendendo-se que o ensino e a aprendizagem ficam fragilizados se a escola não for uma comunidade e se o trabalho não for coletivo (MOURA, 1997).

As atividades humanas, segundo Leontiev (1988), na maioria das situações são constituídas por um complexo conjunto de ações. Dessa forma, se as atividades escolares, até mesmo em uma festa junina, são dissociadas de sua construção cultural e de um processo que permita compreender os motivos que levem à atribuição de sentidos, como os estudantes se apropriarão desse conhecimento? Situações escolares destituídas de intencionalidade pedagógica e da educação como produto cultural e social da humanidade podem inclusive fomentar a disseminação de conhecimentos equivocados, como uma festa junina transformada em festa de cowboy.

Para o autor, quando se tem a preocupação de colocar em ação os diferentes conhecimentos abordados na sala de aula objetivando a apropriação de novos conhecimentos, ocorre o aprofundamento dos conceitos com a interação dos conhecimentos individuais e todos passam a entender que o conhecimento é um bem comum e mais proveitoso quando assumido coletivamente. Sforini (2004) afirma que quando uma criança participa de uma atividade coletiva que traz a ela novas necessidades e exige novos modos de ação é desencadeado seu desenvolvimento psíquico, o que possibilita a ocorrência de um ensino realmente significativo.

Destarte, na sequência apresentam-se os pressupostos da Teoria Histórico-Cultural e da Teoria da Atividade, principiando pelo conceito de atividade desenvolvido por Leontiev, objetivando responder aos questionamentos iniciais, referente ao que possibilita o professor estar em atividade de ensino e gerar nos estudantes a necessidade de aprender, como explicitado no entendimento de Moura (1997).

## **2.1 Do conceito de atividade a atividade pedagógica**

Como já mencionado, a pesquisa fundamenta-se nos pressupostos teóricos da Teoria Histórico-Cultural, de Lev Sememovich Vygotsky e da Teoria da Atividade, partindo do conceito de atividade desenvolvido por Alexei Nikolaievich Leontiev. A Teoria Histórico-Cultural se fundamenta no materialismo histórico e dialético de Marx e Engels e possui, portanto, abordagem dialética (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017).

Leontiev (1988, p. 68) conceitua a atividade como: “Processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar essa atividade, isto é, o motivo”. Pelos pressupostos da Teoria da Atividade, pode-se afirmar que, ao fazer o seu objeto, o sujeito desenvolve também a sua psique, “[...] em atividade, se desenvolvem as funções psicológicas dos sujeitos que a realizam. Funções psicológicas de nova qualidade darão nova qualidade às novas atividades que os sujeitos realizarão” (MOURA; SFORINI; LOPES, 2017, p. 85). Partindo desse entendimento, entende-se que o conceito de atividade pode fundamentar o trabalho do professor na organização do ensino.

Para melhorar o entendimento de quando um processo pode ser chamado de atividade, apresenta-se um exemplo do próprio Leontiev (1988), da história de um estudante que está lendo um livro para se preparar para um exame. Para o autor, é

necessário fazer uma análise psicológica desse processo para dizer se se trata de uma atividade, como a que ele definiu e foi apresentada no parágrafo anterior. Dessa forma, segundo a história do autor:

Admitamos que um colega de nosso estudante lhe diga que o livro que está lendo não é absolutamente necessário para o exame. Poderá então ocorrer o seguinte: o estudante poderá imediatamente pôr o livro de lado, poderá continuar sua leitura ou talvez desistir da leitura com relutância, com pena. Nos dois últimos casos é obvio que aquilo que dirigiu o processo de leitura, isto é, o conteúdo do livro, estimulou por si mesmo o processo, em outras palavras, o conteúdo do livro foi o motivo (LEONTIEV, 1988, p. 68).

Nestes casos, o estudante teve necessidade de conhecer, entender e compreender o que estava no livro. Já no primeiro caso, quando o estudante põe o livro de lado, fica explícito que o motivo de ler o livro era apenas para ser aprovado no exame. Assim, a leitura não era propriamente uma atividade, a atividade era a preparação para o exame. “Aquilo para o qual sua leitura se dirigia não coincidia com aquilo que o induzia a ler” (LEONTIEV, 1988, p. 68) e o autor afirma que, neste caso, quando a leitura é mantida apenas enquanto o estudante acredita que ela seja necessária para passar no exame, a leitura do livro era apenas uma ação, pois o motivo de ler o livro não coincidia com seu objetivo, ou seja, com aquilo para o qual ele se dirige.

O autor também assinala um ponto que ele considera excepcionalmente importante, de que a ação pode ser transformada em uma atividade. Leontiev (1988) alega que as atividades humanas são dirigidas por motivos, eficazes ou compreensíveis e para o autor, os motivos compreensíveis, em certas condições, podem se tornar motivos eficazes, dessa forma, novos motivos surgem e conseqüentemente, novos tipos de atividade.

Por exemplo, um professor subir de nível em sua carreira profissional e ter um bom salário são motivos compreensíveis para o trabalho, mas “estar em atividade” vai além e envolve a existência de motivos eficazes. É importante que o professor tenha um motivo direcionado à aprendizagem dos seus estudantes, que o conduza à necessidade de apropriar-se do conhecimento e saiba como colocá-lo ao alcance dos estudantes, que queira melhorar profissionalmente para estar em atividade e busque promover o desenvolvimento do estudante, mobilizando-o para isso, colocando-o também em atividade. Para Daniels (2003), para que o trabalho seja considerado atividade, é imprescindível que ajude a transformar o sujeito não só individualmente,

mas socialmente também. Se “[...] o principal mobilizador para a atividade de trabalho é o vetor econômico, ela se configura como alienada, sem o intuito de promover o desenvolvimento dos indivíduos” (POZEBON, 2017, p. 89).

Para Cedro, Moraes e Rosa, (2010, p. 429), “[...] as atividades de ensino propostas pelos professores devem gerar necessidades nos estudantes, caso contrário, não constituirão atividades de estudos na perspectiva defendida por Leontiev e Davíдов”. Se o professor utilizar recursos didáticos que gerem nos estudantes a necessidade de conhecer/compreender o conceito, no qual estes, ao buscar soluções, desenvolvam ações de acordo com o motivo que os leva a agirem, o estudante estará em atividade. Conforme Longarezi e Franco (2017), quando o conteúdo do objeto de estudo corresponde à necessidade de conhecimento, faz sentido para o estudante, caso “[...] contrário, o acúmulo de informações recebido de forma pronta e acabada durante o ensino, com todo seu formalismo, pode ser um fardo pesado e rapidamente esquecido” (LONGAREZI e FRANCO, 2017, p. 549).

Dessa forma, para a THC, só é possível que o objeto a ser ensinado seja compreendido como objeto de aprendizagem pelos estudantes se esse objeto se constituir como uma necessidade para eles. Panossian, Moretti e Souza (2017) vêm auxiliando nesse entendimento ao trazer que a interação entre a ontogenia e a filogenia é a principal força que impulsiona todo o desenvolvimento. As autoras entendem que

[...] a relação filogênese-ontogênese como “força motriz” no desenvolvimento cultural do sujeito manifesta-se na atividade de aprendizagem de Matemática em duas dimensões: a primeira, na apropriação mediada das formas de ação gerais; a segunda, no problema de aprendizagem que considera o movimento histórico e lógico do conceito, tendo como essência a necessidade que motivou a sua produção (PANOSSIAN; MORETTI; SOUZA, 2017, p. 138).

Ou seja, é preciso considerar ontologicamente como a formação do conhecimento se dá, para compreender como os sujeitos se apropriam do conhecimento. Dessa forma, quando se ensina um conceito matemático, é fundamental que o professor conheça e enfatize porque surgiu aquele conceito, qual foi a necessidade humana que desencadeou o sujeito a produzi-lo, onde se utiliza, tornando essa atividade significativa para o estudante. É importante que o professor faça articulações entre os tópicos, pergunte-se por exemplo: “por que ensino isso?”, refletindo a partir dessa questão, de forma a permitir que compreenda que aquele conhecimento foi formado por atividades humanas, num determinado momento

histórico essencial ao desenvolvimento da humanidade. Ao se conhecer teoricamente a atividade humana cristalizada naquele objeto de ensino, é possível levar para as atividades pedagógicas a necessidade que motivou tal conceito e no entendimento dessa teoria, o professor em atividade de ensino atua na direção do desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.

Nascimento e Moura (2018) apresentam alguns princípios educativos gerais na THC e argumentam que contribuem para fundamentar a organização da atividade pedagógica ao assumir-se esse referencial teórico:

[...] a concepção de homem como um sujeito histórico e a compreensão da formação social da consciência, mediada pelos signos e instrumentos (...); a proposição de que o desenvolvimento humano está (ou deve estar) orientado às máximas possibilidades de desenvolvimento já alcançadas pela humanidade (...); a compreensão de que as diferentes capacidades humanas são historicamente produzidas e passam a constituir o conjunto da riqueza humano-genética ou o conjunto da experiência social da humanidade. Essas encontram-se materializadas nas diferentes atividades humanas (...); a defesa de que a educação, particularmente a escolar, constitui-se em um processo privilegiado de apropriação da experiência social da humanidade. Para tal, o ensino deve ser organizado de modo que os sujeitos reproduzam as características essenciais e necessárias existentes em tais atividades (NASCIMENTO e MOURA, 2018, p. 55)

Segundo esses princípios, é papel da escola desenvolver nos estudantes seu conhecimento cognitivo, afetivo e moral, com a apropriação da cultura e da ciência acumulados historicamente, o que os tornaria aptos a reorganizar criticamente a cultura. A educação escolar tem o papel de levar aos sujeitos em aprendizagem a apropriação da experiência social da humanidade, afinal, o sujeito ao conhecer o mundo, pode agir nele desenvolvendo para si novas formas de comportamento, de se relacionar no mundo.

Quando um sujeito se apropria de um conceito, ou seja, se apossa daquela atividade que foi historicamente elaborada originando aquele conceito, tem mais liberdade para decidir sobre o que pode fazer. Muitas pessoas, pelo modo em que estão inseridos no mundo social, não reconhecem que tem escolhas e, a escola, que tem a função social de desenvolver as funções psíquicas superiores e da personalidade, com o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes, ainda necessita de muitas modificações para alcançar esse objetivo.

Para tanto, é fundamental que o sujeito em atividade de ensino, o professor, compreenda esses princípios para agir de forma a organizar a atividade pedagógica

levando os estudantes a se apropriarem do objeto de ensino. Porém, para Nascimento e Moura (2018), é necessário atuar na estrutura da atividade pedagógica:

[...] na relação entre a explicação teórica dos objetos de ensino em uma dada área de conhecimento e os modos didáticos possíveis para se reconstruir tais objetos no processo de apropriação dos mesmos pelos educandos. “Ao princípio está a Ação!” (NASCIMENTO e MOURA, 2018, p. 58).

No entendimento desses autores, a atividade pedagógica “[...] refere-se à unidade entre a atividade de ensino e a atividade de aprendizagem” (NASCIMENTO e MOURA, 2018, p. 58) que “[...] tem por finalidade contribuir para que os sujeitos desenvolvam para si as máximas capacidades já alcançadas pelo gênero humano, o que se dá através da reconstituição dos traços essenciais das atividades historicamente produzidas nas diferentes esferas da vida” (NASCIMENTO e MOURA, 2018, p. 59). A atividade de ensino e a atividade de aprendizagem são mutuamente complementares, sendo uma tão importante quanto a outra. Nascimento e Moura (2018, p. 58) enfatizam que “A atividade de ensino e a atividade de aprendizagem referem-se, assim, a dois momentos de uma mesma estrutura, cujo problema central reside em atuar na dinâmica entre a objetivação e a apropriação dos conhecimentos teóricos”. Sendo assim, é fundamental que o professor conheça teoricamente as atividades humanas para reconstituir a estrutura da atividade pedagógica.

Moura *et al.* (2010, p. 216) apresentaram o motivo da atividade de aprendizagem, na qual é primordial que os estudantes adquiram “[...] conceitos teóricos, por meio de ações conscientes que permitam a construção de um modo generalizado de ação” e muitos autores também ressaltam a importância do trabalho coletivo na realização da atividade de aprendizagem. Por exemplo, segundo Rubtsov (1996, p. 134),

[...] as pesquisas dos psicólogos mostraram que a aptidão para a aprendizagem é, na verdade, resultado de uma determinada interiorização, de maneira que a atividade de aprendizagem se apresenta, essencialmente, sob a forma de uma atividade realizada em comum.

Moura *et al.* (2010, p. 212) afirmam que quando a atividade é realizada de forma coletiva, “[...] ancora o desenvolvimento das funções psíquicas superiores ao configurar-se no espaço entre a atividade intersíquica e intrapsíquica dos sujeitos” e Rubtsov (1996) ainda apresenta elementos que são essenciais para que a atividade seja qualificada como coletiva:

- a repartição das ações e das operações iniciais, segundo as condições da transformação comum do modelo construído no momento da atividade;
- a troca de modos de ação, determinada pela necessidade de introduzir diferentes modelos de ação, como meio de transformação comum do modelo;
- a compreensão mútua, permitindo obter uma relação entre, de um lado, a própria ação e seu resultado e, de outro, as ações de um dos participantes em relação a outro;
- a comunicação, assegurando a repartição, a troca e a compreensão mútua;
- o planejamento das ações individuais, levando em conta as ações dos parceiros com vistas a obter um resultado comum;
- a reflexão, permitindo ultrapassar os limites das ações individuais em relação ao esquema geral da atividade (assim, é graças à reflexão que se estabelece uma atitude crítica dos participantes com relação às suas ações, a fim de conseguir transformá-las, em função de seu conteúdo e da forma do trabalho em comum) (RUBTSOV, 1996, p. 136).

Moura *et al.* (2010) complementa ainda com as palavras de Sforni (2004), que quando o estudante participa de uma tarefa coletiva é possível que ocorra um ensino significativo:

[...] pode-se inferir que o desenvolvimento psíquico da criança não é necessariamente desencadeado quando ela é formalmente ensinada ou fica estante quando não é ensinada por um indivíduo em particular, mas quando passa a participar de uma atividade coletiva que lhe traz novas necessidades e exige dela novos modos de ação (SFORNI, 2004, p. 95).

Nesse processo, Moura *et al.* (2010) mencionam que o papel do professor como mediador e organizador do ensino de forma intencional — com a organização do ensino, a definição de ações, de instrumentos, a avaliação do processo de ensino e aprendizagem — é fundamental. “As ações do professor na organização do ensino devem criar, no estudante, a necessidade do conceito, fazendo coincidir os motivos da atividade com o objeto de estudo” (MOURA *et al.*, 2010, p. 216).

Ainda no que concerne à atividade de ensino, Moura, Sforni e Lopes (2017) defendem que a necessidade do professor em atividade de ensino é aprender a ensinar, possibilitando que o estudante aprenda, esse é o motivo, e quando as ações do professor coincidem com o objeto, ou seja, a atividade de ensino, tem-se a atividade, o professor se encontra em atividade.

Ou seja, a atividade de ensino se constitui quando o professor busca organizar o ensino, recorrendo a articulação entre teoria e prática (MOURA *et al.*, 2010). Dessa forma, é “[...] oscilando entre momentos de reflexão teórica e ação prática e complementando-os simultaneamente que o professor vai se constituindo como profissional por meio de seu trabalho docente, ou seja, da práxis pedagógica” (MORETTI, 2007, p. 101). Portanto, se constitui professor pelo seu trabalho, que é a

atividade de ensino, dessa forma, a atividade de ensino não é só para a formação do estudante, mas também para a formação do professor, assim o professor precisa estar em constante formação (MOURA, 1997).

A atividade de ensino envolve a compreensão de um conjunto de questionamentos: “[...] a quem ensinar, para quem ensinar, o que ensinar e como ensinar” (MOURA, 1997, p. 31). Ao tentar responder ao questionamento “o que ensinar” é importante mencionar que não é possível ensinar todos os conhecimentos, Moura *et al.* (2010), ao discutir as ideias de Rubtsov (1996) traz que é preciso “[...] ensinar ao estudante um modo de ação generalizado de acesso, utilização e criação do conhecimento, o que se torna possível ao considerar-se a formação do pensamento teórico”, em que se ressalta ainda mais o papel do professor.

Isso indica que é necessário, a aquisição de certos conteúdos para ser professor e a adoção de uma metodologia de trabalho que permita a formação constante desse professor, de modo que continue a adquirir novas informações sobre os homens, suas necessidades e modo de produzir conhecimento, sobre os conhecimentos científicos, os fenômenos físicos e também sociais (MOURA, 1997, p. 33).

É necessário que o professor aprenda a trabalhar com informações sobre o homem e como o homem cria e resolve seus problemas, a fim de criar situações de ensino utilizando-se desses dados (MOURA, 1997). Para o autor, a primeira ação do educador é tornar a educação significativa e, para tanto, o professor precisa adquirir as habilidades necessárias para tornar o ensino significativo, para que possa criar ou utilizar-se de “[...] atividades que coloquem os sujeitos na perspectiva de aprender algo que os desenvolva tanto do ponto de vista psicológico como o da instrumentalização para resolver problemas onde aquele conteúdo específico se faz necessário” (MOURA, 1997, p. 34), ou seja, oportunizar que os estudantes sintam necessidade de aprender, a fim de fazer parte de uma comunidade, tendo acesso aos seus conhecimentos.

Dessa forma, a formação de professores é de extrema importância e há diversas pesquisas e grupos de pesquisa que discutem a temática em âmbito nacional e internacional. Para Climent *et al.* (2014), há uma relação direta entre maior compreensão da disciplina com melhores resultados na prática profissional de professores. Os autores também mencionam a importância do professor reflexivo (tanto individualmente quanto coletivamente) para o desenvolvimento profissional. Para eles, os ambientes colaborativos que promovem “[...] vínculos entre teoria e

prática, professores e pesquisadores, escola e universidade” (CLIMENT *et al.*, 2014, p. 54, tradução nossa) podem promover formas mais profundas de compreensão, ou seja, “Os professores se desenvolvem por meio de processos que afetam o indivíduo e por meio de suas interações com os outros, em um processo de constante interpretação do conhecimento socialmente construído” (CLIMENT *et al.*, 2014, p. 57, tradução nossa).

Moreira e David (2005) trazem a importância do conhecimento pedagógico do conteúdo, que é construído na prática pedagógica escolar. Dessa forma, eles assinalam que “[...] a prática profissional desempenha um papel fundamental na estruturação dos saberes docentes” (MOREIRA e DAVID, 2005, p. 40), porém só a prática não pode ser considerada capaz de produzir todos os saberes necessários para a docência, concordando com Climent *et al.* (2014) ao apresentar a importância do estudo da prática docente, de forma compartilhada.

Também se pode falar das categorias enunciadas por Shulman (2014) para a formação de professores: o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico geral, o conhecimento do currículo, o conhecimento pedagógico do conteúdo, o conhecimento dos estudantes, o conhecimento de contextos educacionais e dos fins, propósitos e valores da educação e de sua base histórica e filosófica.

Moura (1997), partindo do conceito de atividade, desenvolve o conceito de Atividade Orientadora de Ensino, a ser discutido na continuidade do texto e corrobora com esses autores ao afirmar que é indispensável que o professor conheça não somente o conteúdo que está ensinando, como também os estudantes, o modo como aprendem e a realidade em que estão inseridos, além dos problemas que podem desencadear a busca pelo conhecimento. Para o autor, tanto estudante como professor são “[...] parte do processo educativo em que conhecimentos são compartilhados e construídos” (MOURA, 1997, p. 39).

Deste modo, defende-se nessa pesquisa que, ao utilizar-se da AOE na organização do ensino, todos esses aspectos mencionados nas pesquisas, que são importantes para a formação do professor, são considerados, pois é possível que o professor articule os conhecimentos em direção à apropriação do conceito e que haja esse compartilhamento de conhecimento mencionado por Moura (1997), pelo fato de a AOE utilizar-se do coletivo em sala de aula. Ademais, quando o professor se apropria do movimento histórico e lógico do conceito é possível que haja um

conhecimento mais profundo desse conceito, permitindo que sejam feitas conexões mais elaboradas.

Para isso, Moura (1997, p. 63) menciona que é imprescindível que seja ensinado para os futuros professores “[...] que a história do conceito é relevante por revelar o processo de significação desses objetos”, objetos de ensino. Também é essencial que o processo de análise teórica destes objetos de ensino seja uma ação consciente e permanente de quem pretende organizar o ensino como atividade. Isso “[...] deve começar nos cursos de formação de professores e continuar por toda a vida profissional” (MOURA, 1997, p. 63), afinal os futuros professores precisam entender que o processo de significação desses objetos é revelado pela história do conceito.

Dessa forma, “[...] compreender o conceito de atividade como unidade de análise do desenvolvimento humano e as principais relações que o caracterizam, pode orientar a organização do ensino” (MOURA *et al.*, 2010, p. 217). Assim, no próximo tópico apresenta-se o conceito de Atividade Orientadora de Ensino, desenvolvido por Manoel Oriosvaldo de Moura para o desenvolvimento da atividade pedagógica, no qual Moura (1997, p. 32) enfatiza que

[...] a atividade de ensino que traduz em conteúdos os objetivos de uma comunidade e que considera as diferenças individuais e as particularidades dos problemas deve ter como preocupação básica colocar em ação os vários conhecimentos presentes em sala de aula no processo de construção de novos conhecimentos. A atividade de ensino que respeita os diferentes níveis dos indivíduos e que define um objetivo de formação como problema coletivo é o que chamamos de atividade orientadora de ensino. Ela orienta o conjunto de ações em sala de aula a partir de objetivos, conteúdos e estratégias de ensino negociado e definido por um projeto pedagógico. Contém também elementos que permitem à criança apropriar-se do conhecimento como um problema. E isto significa assumir o ato de aprender como significativo tanto do ponto de vista psicológico quanto de sua utilidade.

Destarte, a AOE é uma base teórico metodológica para o ensino que se fundamenta nos pressupostos da THC e da TA, sugerida por Moura, Sforzi e Araújo (2011) como um modo de organização do ensino na direção do desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.

## **2.2 Atividade Orientadora de Ensino (AOE) e as Situações Desencadeadoras de Aprendizagem (SDAs)**

Pode-se observar que o conceito definido por Moura como Atividade Orientadora de Ensino já indica o que é a AOE, ou seja, carrega a intencionalidade de se apropriar do conceito de atividade para planejar/organizar o ensino. A palavra

atividade vem do entendimento de Leontiev, foi mencionada na seção anterior, enquanto organizadora destaca a intenção de quem ensina (MOURA; SFORNI; LOPES, 2017, p. 84). Moura *et al.* (2010, p. 221) complementam ao trazer que

A atividade é orientadora no sentido em que é construída na inter-relação professor e estudante e está relacionada à reflexão do professor que durante todo o processo sente necessidade de reorganizar suas ações por meio da contínua avaliação que realiza acerca da coincidência ou não entre os resultados atingidos por suas ações e os objetivos propostos.

Dessa forma, pode-se entender que a atividade de ensino, nessa perspectiva, pauta-se na Atividade Orientadora de Ensino, pois

[...] tem um objetivo, instrumentos e modos de ação para sua realização; considera as possibilidades de aprendizagem dos sujeitos que participam da atividade e a complexidade que envolve a formação lógico-histórica dos conceitos que estão sendo constitutivos da atividade (MOURA; SFORNI; LOPES, 2017, p. 87).

Assim, a AOE é uma forma de organizar a atividade de ensino e aprendizagem pautada nos elementos da atividade de Leontiev (motivos, necessidades, ações e operações, entre outros) e sustentada pelos pressupostos da THC, tais como a coletividade, o movimento histórico e lógico, a intencionalidade pedagógica e o papel da mediação no processo educativo (MOURA; SFORNI; ARAÚJO, 2011).

Dentre os elementos que fundamentam o conceito de AOE, Moraes (2008, p. 232) destaca alguns, os quais ressalta-se a importância de cada um para a AOE na sequência:

- a intencionalidade pedagógica;
- a situação desencadeadora de aprendizagem é a materialização da atividade de ensino;
- a essência do conceito;
- a mediação é condição fundamental para o desenvolvimento da atividade;
- a necessidade do trabalho coletivo;
- torna-se uma atividade do sujeito.

A intencionalidade pedagógica refere-se à importância de o professor organizar previamente suas ações, intencionando que o estudante seja sujeito da atividade, descobrindo a essência de um dado conceito (LONGAREZI e FRANCO, 2017). Sendo assim, há a possibilidade de que se aproprie do conhecimento científico e haja a formação do pensamento teórico.

Um outro aspecto que fundamenta o conceito de AOE é a situação desencadeadora de aprendizagem. A AOE possui um aspecto essencial, que é o

problema como parte de uma SDA. “Na Atividade Orientadora de Ensino as necessidades, motivos, objetivos, ações e operações do professor e dos estudantes se mobilizam inicialmente por meio da situação desencadeadora de aprendizagem” (MOURA *et al.*, 2010, p. 222). O que seria a SDA e quais são seus objetivos?

A situação desencadeadora de aprendizagem como materialização da atividade de ensino é um problema que “[...] deve contemplar a necessidade da humanidade que levou a sua construção, sendo que a solução conterà também a forma com que os homens foram se organizando para satisfazer essa necessidade” (MOURA; SFORNI; LOPES, 2017, p. 91). É a necessidade da solução desse problema que possibilita a AOE tornar-se atividade de aprendizagem para o estudante, utilizando o entendimento de Leontiev para atividade. Esse é outro elemento fundamental da AOE e para atingi-lo é indispensável que a SDA contemple a gênese do conceito, a sua essência — que também é um dos aspectos fundamentais da AOE —, trazida com mais ênfase no capítulo três no qual apresenta-se o movimento histórico e lógico, pois é na história do conceito que a essência precisa ser buscada, enfatizando qual foi a necessidade que gerou aquele conceito, os elementos e as relações que o constituem. Dessa forma, a essência da SDA precisa:

[...] ter o potencial para propiciar o aparecimento do motivo da aprendizagem, para desencadear a tensão criativa dos processos de aprendizagem no sujeito que se organiza para se apoderar de um conceito que considera relevante para si (MOURA; SFORNI; LOPES, 2017, p. 91).

Sousa (2018) complementa estas ideias ao afirmar que “[...] os sujeitos, mobilizados a partir da situação desencadeadora, interagem com os outros segundo as suas potencialidades e visam chegar a outro nível de compreensão do conceito em movimento” (SOUSA, 2018, p. 60).

As SDAs podem ser consolidadas mediante diferentes recursos metodológicos, organizados intencionalmente pelo professor, de forma que propicie ao estudante a necessidade de aprender. Entre esses recursos estão o jogo, a situação emergente do cotidiano e a história virtual, mencionadas em Moura *et al.* (2016). O jogo já é muito utilizado nas aulas de matemática com diversos propósitos. Como SDA, requer “[...] colocar a criança diante de uma situação-problema semelhante à vivenciada pelo homem ao lidar com conceitos matemáticos” (MOURA e LANNER de MOURA, 1998a, p. 12-14); a situação emergente do cotidiano, como o próprio nome já especifica, é uma situação que surge a partir do cotidiano do

estudante e que “[...] possibilita à prática educativa oportunidade de colocar a criança diante da necessidade de vivenciar solução de problemas significativos para ela” (MOURA e LANNER de MOURA, 1998a, p. 12-14); e a história virtual, chamada virtual por possuir “[...] todas as condições essenciais do conceito vivenciado historicamente pela humanidade” (MOURA *et al.*, 2010, p. 224), também tem esse papel de colocar o estudante diante de uma situação parecida com a vivenciada pela humanidade, porém “[...] no sentido genérico” (MOURA e LANNER de MOURA, 1998a, p. 12-14), sendo:

[...] compreendida como uma narrativa que proporciona ao aluno envolver-se na solução de um problema como se fosse parte de um coletivo que busca solucioná-lo, tendo como fim a satisfação de uma determinada necessidade à semelhança do que pode ter acontecido em certo momento histórico da humanidade (MOURA *et al.*, 2010, p. 224).

Por exemplo, uma história virtual que coloque o sujeito diante da necessidade de medir área pode ter como problema desencadeador situações semelhantes à que a humanidade tenha se deparado historicamente. Porém, é muito importante que se tenha clareza de que:

[...] não é “o” jogo, “a” situação emergente ou “a” história virtual por si só que constituem as situações desencadeadoras de aprendizagem. Para que estes recursos sejam considerados potenciais para concretizar situações desencadeadoras de aprendizagem precisam colocar o estudante ante uma situação-problema análoga à vivenciada pelo homem ao lidar com conceitos matemáticos. Além disso, a solução dessa situação-problema deve ser realizada coletivamente pelos estudantes e possibilitar a síntese da solução coletiva. É a mediação do professor, a forma como irá orientar a SDA que acarretará ou não alcançar o seu objetivo (SOUZA *et al.*, 2021, p. 8).

Portanto, entende-se que a mediação é condição fundamental para o desenvolvimento da atividade — outro elemento fundamental da AOE —, o que evidencia a importância da formação e do planejamento do professor, de forma a organizar intencionalmente sua aula. Nessa citação também aparece outro elemento fundamental da AOE: a necessidade do trabalho coletivo.

O objeto da AOE é transformar os indivíduos no processo de apropriação dos conhecimentos teóricos, enfatizando assim a coletividade, já que é necessária a interação entre os pares para que ele se forme. Logo, a AOE se efetiva em uma atividade coletiva que objetiva o ensino e a aprendizagem e cuja necessidade é a apropriação da cultura (MOURA *et al.*, 2016). Segundo esses autores, o motivo da AOE é a apropriação do conhecimento historicamente acumulado e Cedro, Moraes e

Rosa (2010) também assinalam nesse sentido ao afirmar que:

De acordo com os pressupostos da AOE, na relação ensino e aprendizagem, a cultura aparece como algo a ser apropriado e interiorizado pelos indivíduos. Segundo Davídov (1988), a interiorização constitui a transformação da atividade coletiva (experiência social) em uma atividade individual (experiência do indivíduo). Essa transformação é possível por meio da comunicação entre as pessoas (CEDRO; MORAES; ROSA, 2010, p. 437).

Aí reside a importância da comunicação entre as pessoas, do coletivo, que pode possibilitar a transformação do indivíduo. Vale enfatizar que essa transformação se constitui em um processo longo de desenvolvimento, não é imediata (MOURA *et al.*, 2010). Libâneo (2004) traz o entendimento de Vygotsky, de que a atividade coletiva dos indivíduos é decisiva na formação das funções mentais superiores, sua premissa básica é o condicionamento histórico-social da formação humana.

Moura (2006) assinala a importância dessa apropriação e interiorização da cultura ao trazer que:

O desenvolvimento das necessidades matemáticas satisfaz não a um motivo puramente do sujeito que consome um determinado produto. Ao compreender um conceito o sujeito se apropria de um conjunto de regras e signos que o capacita para lidar com outros conceitos em uma rede de conhecimento que lhe permite ir para um outro nível de compreensão do conhecimento disponível no seu meio cultural. É um processo que se assemelha a aprendizagem do uso de uma ferramenta (MOURA, 2006, p. 496 e 497).

Moura, Sforzi e Araújo (2011) enfatizam também a importância da ação coletiva entre os professores. Segundo eles, o professor ou futuro professor, ao agir coletivamente na criação e desenvolvimento de atividades de ensino, apropria-se, a seu modo, do que foi produzido, o que possibilita a criação de sentidos que modificam concepções, gerando novas ações que impactam nas realidades simbólicas dos educandos.

Quando há uma necessidade comum, os sujeitos precisam de um motivo mobilizador para realizar a atividade, a atividade carece de um sentido pessoal; quando há um objetivo comum, em que os indivíduos realizam ações coordenadas visando a concretização da satisfação das necessidades coletivas, há uma comunidade de aprendizagem. O desenvolvimento dessa comunidade de aprendizagem é propiciado pela cooperação e coordenação das ações e as ações promovem mudanças. Essas ações desencadeadas e partilhadas podem criar significado de formação do coletivo.

O trabalho de Moretti (2014), apoiado na AOE proposta por Moura, revelou que o espaço de trabalho coletivo provocou alteração na prática docente. Este trabalho que levou em conta a articulação entre a teoria e a prática, no qual os professores desenvolviam uma primeira versão de proposta de ensino para os estudantes, amparada na perspectiva histórico-cultural; apresentavam ao coletivo do qual recebiam sugestões; reelaboravam coletivamente; trabalhavam em sala de aula e voltavam a reelaborar coletivamente após o trabalho ser desenvolvido em sala de aula, mostrou que os professores atribuíram novos sentidos as suas ações gerando novas propostas de ensino e organizações de ações. Moretti (2007, p. 101) menciona que é:

[...] oscilando entre momentos de reflexão teórica e ação prática e complementando-os simultaneamente que o professor vai se constituindo como profissional por meio de seu trabalho docente, ou seja, da práxis pedagógica. Podemos dizer então que: se dentro da perspectiva histórico-cultural, o homem se constitui pelo trabalho, entendendo este como uma atividade humana adequada a um fim e orientada por objetivos, então o professor constitui-se professor pelo seu trabalho – a atividade de ensino.

Quanto à formação dos professores, Moura, Sforini e Lopes, (2017, p. 71) trazem que as “[...] críticas à formação de professores costumam oscilar entre dois polos, ora considerada superficial por ser meramente prática, instrumental, ora ineficaz por ser excessivamente teórica, sem foco na ação docente”. Alegam ainda que “[...] esses dois polos constituem uma unidade, o que só se efetiva quando se concebe o “teórico” como uma sistematização objetiva do real cujo critério de validade reside, justamente, na “prática social”” (MOURA; SFORINI; LOPES, 2017, p. 71).

Assim, reitera-se a grande importância de que o professor também faça parte de uma prática coletiva, na qual os sujeitos desse grupo tenham motivos suficientemente próximos, pois se observa mudanças na qualidade de ser professor quando são realizadas as ações e há um processo de reflexão gerado e explicitado no desenvolvimento delas. Ainda mais, pode haver a mudança qualitativa de cada sujeito e do coletivo na combinação das ações dos mesmos que resulta na formação compartilhada.

Considerando então, todos esses aspectos que fundamentam o conceito da AOE, pode-se concluir que a AOE é baseada no conhecimento produzido sobre os processos humanos de construção de conhecimento e tem como estrutura “[...] a própria gênese do conceito: o problema desencadeador, a busca de ferramentas

intelectuais para solucioná-lo, o surgimento das primeiras soluções e a busca de otimização destas soluções” (MOURA, 1992, p. 68).

Portanto, para o autor, a AOE pode ser entendida como mediadora entre a atividade de ensino do professor e a atividade de aprendizagem do aluno, ademais, os motivos da atividade de ensino (do professor) e da atividade de aprendizagem (do estudante) devem coincidir para que sejam concretizadas: “Não há sentido na atividade de ensino se ela não se concretiza na atividade de aprendizagem, por sua vez, não existe a atividade de aprendizagem intencional se ela não se dá de forma consciente e organizada por meio da atividade de ensino” (MOURA *et al.*, 2010, p. 220-221).

Sendo assim, a AOE constitui a unidade de formação do professor e do estudante, pois, segundo Cedro, Moraes e Rosa (2010), quando o professor organiza o processo de ensinar, qualifica também seus conhecimentos, “[...] e é esse processo que caracteriza a AOE” (MOURA *et al.*, 2010, p. 221). Sousa (2018, p. 65) corrobora com os autores, ao trazer que:

Na AOE, ambos, professor e estudante, são sujeitos em atividade e como sujeitos se constituem indivíduos portadores de conhecimento, valores e afetividade, que estarão presentes no modo como realizarão as ações que têm por objetivo um conhecimento de qualidade nova.

Dessa forma, a AOE pode desencadear a formação do estudante e do professor:

- **A formação do estudante**, que ao ser sujeito na atividade de aprendizagem se apropria do conhecimento teórico, desenvolvendo-se, transformando-se, humanizando-se, no movimento de análise e síntese inerente ao processo de solução do problema de aprendizagem da AOE;
- **A formação do professor**, que tem por objetivo ensinar o aluno e que, entretanto, nas discussões coletivas, no movimento dos motivos de sua atividade, das ações, operações e reflexões que realiza, aprende a ser professor aproximando o sentido pessoal de suas ações da significação da atividade pedagógica como concretizadora de um objetivo social (MOURA *et al.*, 2010, p. 226, grifo dos autores).

Moura, Sforini e Lopes (2017) ainda ressaltam quanto a importância de tanto professor quanto estudante serem sujeitos nesse processo,

[...] não basta colocar a criança em ação. É preciso que o professor e o estudante tornem-se sujeitos da atividade no seu processo de desenvolvimento. Essa atividade deve ser capaz de possibilitar ao professor e ao estudante a reflexão, o caráter voluntário de suas ações, bem como o estabelecimento de um plano interno para realizá-las, características do *pensamento teórico* (MOURA; SFORINI; LOPES, 2017, p. 84).

Reside aí a importância de uma formação com esse intento e, para tanto, é imprescindível que haja planejamento. Para “[...] que o professor da Educação Básica possa reconstruir e (re)criar os conceitos que vai ensinar a partir de leituras da realidade em que vive torna-se necessário planejar atividades que tenham este processo como objetivo” (SOUSA, 2009, p. 88). O professor precisa organizar as ações previamente e com a intenção de que o próprio estudante realize “[...] a descoberta da essência de um dado conceito” (LONGAREZI e FRANCO, 2017, p. 545). Aí está a importância da intencionalidade pedagógica. Cedro, Moraes e Rosa (2010) reforçam essa concepção afirmando que quando o estudante é o sujeito da atividade, existe a possibilidade ativa de apropriação do conhecimento científico e, conseqüentemente, a formação do pensamento teórico.

Para tanto, é indispensável que haja investimento na formação de professores, com a implementação de mais cursos de formação inicial e continuada. Não há progresso algum utilizar-se da melhor metodologia, se é que ela existe, sem saber como mediar. Não são apenas “as SDAs” que irão desencadear a aprendizagem, é juntamente com a mediação do professor, a forma como irá orientar a SDA, que acarretará ou não alcançar o seu objetivo. Nessa lógica, o planejamento do ensino é de grande relevância, afinal, ninguém nasce com o dom de ensinar, se os professores nascessem com o dom de ensinar, não precisariam de cursos de licenciatura para aprenderem a ensinar.

[...] Leontiev afirmava que não existem indivíduos biologicamente predispostos ou não-predispostos à atividade artística ou científica ou outra qualquer, mas sim o contrário, que a apropriação das obras artísticas, científicas etc. é que cria nos indivíduos o talento correspondente àquele campo da atividade humana (DUARTE, 2004, p. 60).

Assim sendo, um professor não nasce apto a ser professor, mas constrói essa aptidão, como bem enuncia Libâneo (2004) ao afirmar que tornar-se professor é uma atividade de aprendizagem, demandando capacidades e habilidades específicas.

A Atividade de Ensino, segundo Moura (1997), exige do professor uma visão sobre o significado do que é ensinar e aprender, considerando-se que a atividade de ensino agrupa os objetivos de ensino, os conteúdos e uma percepção de como efetua-se a aprendizagem. Portanto, é importante que o professor esteja em constante formação, já que as relações humanas são dinâmicas e assim os problemas que

surgem exigem constantemente novas soluções em que a ação educativa é necessária.

Conforme Libâneo (2004), as formas de ensinar precisam ser modificadas quando há mudanças na forma de aprender, dessa forma, “[...] o que se espera da aprendizagem dos alunos também deverá ser esperado de um programa de formação dos próprios professores” (LIBÂNEO, 2004, p. 115). Esse autor traz a expectativa de Davydov, de que a escola de hoje precisa ensinar os estudantes a pensar, a serem hábeis em aprender por si mesmos, mediante um ensino que impulse o desenvolvimento mental, os estudantes precisam aprender a orientar-se independentemente. Nessa perspectiva, acredita-se que essa forma de organizar o ensino, pautada na AOE, no movimento histórico e lógico e na abordagem CTS pode alcançar esse propósito.

É fundamental também que o professor questione sua prática, baseando-se nos conhecimentos teóricos, buscando entender os problemas vivenciados e superando-se ao criar novas soluções. Libâneo (2004), também concorda que a reflexão sobre a prática, a experiência refletida não resolve tudo, pois é imprescindível haver estratégias, procedimentos, modos de fazer e sólido conhecimento teórico para haver melhoria na realização do trabalho e na capacidade reflexiva sobre o que e como mudar. Como consta no texto de Moura, Sforzi, Araújo, (2011, p. 91): “[...] o processo de formação do professor como crítico reflexivo implica reproduzir a vida do professor (desenvolvimento pessoal), produzir a profissão docente (desenvolvimento profissional) e produzir a escola (desenvolvimento organizacional)” e Freire (2005, p. 39) já afirmava que é “[...] pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática”.

Segundo Moura, Sforzi, Araújo, (2011), é necessário primeiramente o fazer para se obter o saber sobre o ensino, além disso, o ensino é um fazer que se aprimora ao fazer, ou seja, o professor está ou precisa estar em constante aprendizagem sobre o ensino. Quando essa aprendizagem é realizada satisfazendo uma necessidade do sujeito, é uma atividade de estudo, sendo que a essência da atividade de estudo é “[...] garantir aos estudantes a apropriação teórica da realidade” (MOURA *et al.*, 2010, p. 209).

Destarte, conforme afirma Libâneo (2004), a atividade profissional dos professores requer apropriação teórico-crítica dos objetos de conhecimento, por intermédio do pensamento teórico, apossar-se de metodologias de ação e formas de

agir e considerar as práticas contextualizadas nas práticas escolares. O professor em atividade de ensino necessita refletir sobre sua prática, embasado em conhecimento teórico; fazer parte de uma prática coletiva; desenvolver o pensamento teórico, reconhecendo o movimento histórico e lógico dos conceitos e estar em constante formação.

Nunez (2009) ainda traz que não são todas as coisas que incidem sobre os estudantes que serão refletidas por eles, pois “[...] o aluno tem uma atitude seletiva diante dos estímulos” (NÚÑEZ, 2009, p. 140). Vê-se e escuta-se melhor aquilo que se quer ver e escutar, assim, nem todas as mensagens dirigidas aos estudantes terão um efeito positivo imediato e é importante despertar interesse pelo objeto de assimilação e estabelecer relações afetivas positivas com o estudante.

Dessa forma, corrobora-se com Moura *et al.* (2016) quando afirmam que a atuação do professor é fundamental como mediador, orientador e organizador do ensino, agindo de forma a levar o estudante a sentir a necessidade do conceito, coincidindo os motivos da atividade com o objeto de estudo. Que segundo a AOE, pode-se:

[...] entender como ações do professor em atividade de ensino elege e estudar os conceitos a serem apropriados pelos estudantes; organizá-los e recriá-los para que possam ser apropriados; organizar o grupo de estudantes, de modo que as ações individuais sejam providas de significado social e de sentido pessoal na divisão de trabalho do coletivo; e refletir sobre a eficiência das ações, se realmente conduziu aos resultados inicialmente idealizados (MOURA *et al.*, 2016, p. 117).

Fávero e Tonieto (2017) já enfatizavam que ninguém pode ensinar aquilo que não sabe, que é a prática que revela o modo como se compreende. Deste modo, ou o professor compreende o conhecimento como aberto e dinâmico ou se limitará a reproduzi-lo de forma estática e fechada. É importante que o professor considere que conteúdos que são óbvios para ele podem não ser óbvios para o estudante, que é necessário haver questionamentos e diferentes abordagens dentro da sala de aula. Para qualquer mudança é preciso estudar profundamente, pesquisar ativamente o que se ensina e como se aprende e, ainda, identificar o que dificulta a aprendizagem.

Portanto, o ensino precisa ser libertador e, visto o exposto anteriormente, conclui-se que a AOE pode auxiliar nessa conquista, pelo fato de ser um conjunto de elementos que norteiam muito além da metodologia, fundando-se em promover a aprendizagem conceitual e se diferenciando de algumas propostas de ensino que, por

decorrerem de uma reflexão acrítica, não auxiliam no processo de apreensão dos conceitos pelo estudante.

Como a AOE é sugerida por Moura, Sforini e Araújo (2011) para trabalhar com a perspectiva do histórico e lógico, a fim de alcançar o pensamento teórico, o próximo capítulo trata do movimento histórico e lógico do conceito, que Nascimento e Moura (2018) assinalam como resposta para os questionamentos anteriores, pois esse movimento pode auxiliar no pensamento teórico e, segundo Moura, Sforini e Lopes (2017), o objeto do professor é o ensino do conteúdo escolar, como conhecimento teórico. Além disso, como já foi mencionado, a atividade pedagógica reside justamente em reconstruir os traços essenciais das atividades que foram sendo construídas historicamente objetivando que os estudantes se desenvolvam plenamente, a partir dos conhecimentos que já foram adquiridos pelo gênero humano.

Para isso, é indispensável que o professor consiga entender qual foi a atividade humana cristalizada naquele determinado conceito, quais foram “[...] as necessidades, os modos de ação e os motivos que deram origem a tal conceito” (NASCIMENTO e MOURA, 2018, p. 61), o que pode ser respondido ao ser feita uma análise no movimento histórico e lógico desse conceito, aspecto em discussão no capítulo seguinte.

### 3 O MOVIMENTO HISTÓRICO E LÓGICO E O ENSINO DE CONCEITOS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

*“[...] os conceitos matemáticos surgem, uma vez que sejam postos problemas de interesse capital, prático ou teórico: - é o número natural, surgindo da necessidade de contagem, o número racional, da medida, o número real, para assegurar a compatibilidade lógica de aquisições diferentes” (CARAÇA, 1951, p. 125).*

Partindo do entendimento que a pesquisa investiga um modo geral de organização do ensino de conhecimento específico, no caso o conceito de função, isso implica a necessidade de apropriar-se da essência desse conceito em seu movimento histórico e lógico. Portanto, neste capítulo apresenta-se o movimento histórico e lógico dos conceitos como uma perspectiva para o ensino de matemática e um breve histórico do movimento do conceito de função, a fim de mostrar sua evolução à medida que o homem se apropria dele e o utiliza.

Apresenta-se também o conhecimento como produto cultural, no qual enfatiza-se que a organização do trabalho docente, norteadas pelo movimento histórico e lógico do conceito, pode acarretar importantes implicações nos processos educativos, permitindo que os sujeitos se apropriem dos objetos de conhecimento produzidos culturalmente (MORETTI, 2014). Nessa direção, entende-se que considerar o movimento histórico e lógico na organização da atividade pedagógica pode constituir caminho para a apropriação conceitual dos conhecimentos escolares. Espera-se mostrar as potencialidades do movimento histórico e lógico como perspectiva didática, especificamente como pode auxiliar no educar com a matemática.

Por conseguinte, afirma-se a importância de que esse processo histórico e lógico da construção do conceito oriente a organização das atividades de ensino com o objetivo de deixar explícito como se dá o desenvolvimento do conhecimento e levar os estudantes à aquisição deste. Acredita-se que ao tomar como referência o movimento histórico e lógico no ensino de matemática, pode romper-se com o ensino tradicional que ignora a história dos conceitos, levando os estudantes a compreenderem como se dá o desenvolvimento do conhecimento e, conseqüentemente, auxiliá-los a compreenderem a essência dos conceitos.

Para tanto, as atividades de ensino propostas pelos professores precisam gerar necessidades nos estudantes, caso contrário, não constituirão atividades de

estudos na perspectiva defendida por Leontiev e Davídov. Outrossim, quando o estudante é o sujeito da atividade, configura-se as condições de apropriação do conhecimento científico e, conseqüentemente, a formação do pensamento teórico.

### 3.1 Conhecimento como produto cultural

Ao pensar a educação escolar e, em particular, o ensino do conhecimento matemático, tomando como ponto de partida os livros didáticos adotados nas escolas, é bem provável que se pense o conhecimento como algo linear, devidamente estruturado em uma sequência programada de conteúdos e tópicos de estudo, muitas vezes estanques e desconexos uns dos outros. Da maneira como muitas vezes é ensinado e apresentado nos livros, é possível que muitos estudantes o concebam desse modo, como ciência pronta e acabada e, por conseguinte, não o compreendam como um conhecimento historicamente produzido. Caraça (1951) já enfatizava que:

A ciência pode ser encarada sob dois aspectos diferentes. Ou se olha para ela tal como vem exposta nos livros de ensino, como coisa criada, e o aspecto é o de um todo harmonioso, onde os capítulos se encadeiam em ordem, sem contradições. Ou se procura acompanhá-la no seu desenvolvimento progressivo, assistir à maneira como foi sendo elaborada, e o aspecto é totalmente diferente – descobrem-se hesitações, dúvidas, contradições, que só um longo trabalho de reflexão e apuramento consegue eliminar, para que logo surjam outras hesitações, outras dúvidas, outras contradições (p. XIII do Prefácio).

Dessa forma, Caraça (1951) entende que a ciência pode ser compreendida sob dois aspectos. No primeiro, tem-se a percepção de que a Ciência é autossuficiente e que a formação dos conceitos e das teorias aparenta obedecer somente às necessidades interiores e, no segundo aspecto, “[...] vê-se toda a influência que o ambiente da vida social exerce sobre a criação da ciência” (CARAÇA, 1951, p. XIII do Prefácio). Ao encarar a ciência dessa forma, o autor assegura que ela se manifesta

[...] como um organismo vivo, impregnado de condição humana, com as suas forças e as suas fraquezas e subordinado às grandes necessidades do homem na sua luta pelo entendimento e pela libertação; aparece-nos, enfim, como um grande capítulo da vida humana social (CARAÇA, 1951, p. XIII do Prefácio).

O presente trabalho situa-se nessa segunda vertente, entendendo que o conhecimento se produz no movimento da atividade humana e advém das necessidades do homem na satisfação das situações que vivencia.

No entanto, em muitos casos, o conhecimento no âmbito escolar chega como algo pronto e acabado e não como socialmente produzido, o que aparenta que a produção do conhecimento é um conjunto de fatos lineares, sem dificuldades e inquietações e isso pode acarretar que o sujeito não desenvolva essa compreensão de como se dá a produção do conhecimento, como produto social e em resposta às necessidades humanas.

Caraça (1951) traz que o ser humano foi impelido a observar a natureza e a estudar seus fenômenos, buscando descobrir suas causas e suas conexões. Destarte, a Ciência foi constituída com os resultados desse estudo, que foram sendo lentamente adquiridos e acumulados. “O objetivo final da Ciência é, portanto, a formação de um *quadro ordenado e explicativo* dos fenômenos naturais – fenômenos do mundo físico e do mundo humano, individual e social” (CARAÇA, 1951, p. 107, grifo do autor). Para o autor, é preciso que este quadro explicativo satisfaça duas exigências: a exigência de compatibilidade e a exigência de acordo com a realidade, ou seja, o conhecimento precisa ser compatível com a realidade e o ser humano precisa também prever fenômenos, afinal “[...] quem sabe prever sabe melhor defender-se e, além disso, pode provocar a repetição, para seu uso, dos fenômenos naturais” (CARAÇA, 1951, p. 108).

Diante disso, a Ciência objetiva interpretar e prever e não descrever a realidade tal como ela é, afinal, em “[...] nenhum momento, o homem de ciência pode dizer que *atingiu a essência última* da realidade, o mais que pode desejar é dar uma descrição, uma *imagem*, que satisfaça às duas exigências fundamentais” (CARAÇA, 1951, p. 108, grifo do autor). Além disso, a legitimidade dos quadros de interpretação e previsão vai durar enquanto estiver de acordo com os resultados da observação e da experimentação, assim, os conceitos não são definitivos, mas construídos historicamente.

Fleck (2010) afirma a respeito dos conceitos científicos, que “[...] é provável que não existam erros completos nem tampouco verdades completas” (FLECK, 2010, p. 61). Traz também que conceitos são frutos de um processo histórico-social do conhecimento, afinal os conhecimentos atuais dependem de como se deu a evolução das ideias antigas, que ao longo do tempo foram se transformando. Fleck (2010) ainda vai além, afirmando que não se consegue deixar o passado para trás, afinal os conceitos são determinados pelos seus ancestrais, sendo herdados incluindo seus erros, portanto, não seria possível dissipar os vínculos históricos, de nenhuma forma. Neste sentido, Fleck

[...] sugere uma epistemologia comparada, com um princípio de pensamento que permite estabelecer relações entre as ideias atuais e as ideias do passado, traçando linhas de conexão sócio-cognoscitivas entre ambas para compreender o estágio presente do conhecimento (PFUETZENREITER, 2002, p. 150).

Dessa forma, as concepções da ciência são produtos que surgiram historicamente e, segundo Fleck (2010), precisa-se recorrer ao seu desenvolvimento histórico para serem entendidas. O autor considera três fatores participantes no processo do conhecimento: o indivíduo, o coletivo e a realidade objetiva, que seria o que se quer conhecer, sendo assim, o conhecimento, por estar vinculado e na dependência de fatores socioculturais e empíricos, exerce influências sobre a realidade social, “[...] é o resultado sócio-histórico de um coletivo” (PFUETZENREITER, 2002, p. 152).

Fleck (2010, p. 81) destaca que “[...] o processo de conhecimento não é o processo individual de uma “consciência em si” teórica, é o resultado de uma atividade social, uma vez que o respectivo estado do saber ultrapassa os limites dados a um indivíduo”. Pfuetzenreiter (2002, p. 152) corrobora com essa compreensão ao afirmar que “[...] um coletivo bem organizado é o portador de um saber que supera em muito a capacidade de qualquer indivíduo”, assim, qualquer descobrimento científico é um sucesso social.

E esse modo de pensar também está de acordo com a forma como Caraça encara a Ciência, enfatizando que não foram exclusivamente algumas pessoas mais dotadas de conhecimentos que auxiliaram em seu desenvolvimento, mas que esse desenrolar histórico é de responsabilidade de muitos. Não são indivíduos sozinhos os responsáveis pelo conhecimento existente, é preciso negar o individualismo, pois há participação de vários sujeitos na construção do conhecimento, a produção do conhecimento é social, resposta das necessidades humanas. Medeiros e Medeiros (2003) apresentam o poema de Brecht (1935) intitulado: “Perguntas de um trabalhador que lê”, para justificar essa negação ao individualismo, ao qual expõe-se um trecho:

[...] O jovem Alexandre conquistou a Índia.  
 Ele sozinho?  
 César bateu os gauleses.  
 Não tinha pelo menos um cozinheiro consigo?  
 Felipe de Espanha chorou quando sua Armada naufragou.  
 Ninguém mais chorou?  
 Frederico II venceu a Guerra dos Sete Anos.  
 Quem venceu além dele?  
 Uma vitória em cada página.  
 Quem cozinhou os banquetes da vitória?

Um grande homem a cada dez anos.  
Quem pagava suas despesas?  
Tantos relatos.  
Tantas perguntas (BRECHT, 1935 apud MEDEIROS e MEDEIROS, 2003, p. 268-269).

Outro fator a ser levado em consideração na produção do conhecimento é que existe um estilo de pensamento dominante e, ao surgir uma nova percepção na medida em que esta persistir por um tempo, poderá ser “[...] transformada, adaptada e moldada para que combine com a ‘realidade’ do estilo de pensamento dominante” (PFUETZENREITER, 2002, p. 154). Ou seja, “Nas ciências exatas, assim como na arte e na vida, não existe outra fidelidade à natureza senão a fidelidade à cultura” (FLECK, 2010, p. 76). Segundo o autor, o ser humano é fiel à cultura, “[...] todos fiéis à doutrina e não à natureza” (FLECK, 2010, p. 76).

Nesse âmbito, tem-se uma explicação do porquê é tão difícil que a mudança seja aceita. “Uma vez formado, um sistema de opinião elaborado e fechado, constituído de muitos detalhes e relações, persiste continuamente diante de tudo que o contradiga” (FLECK, 2010, p. 69), assim, qualquer ideia que não esteja de acordo com esse sistema de opiniões dificilmente será aceita de início. Fleck (2010), mostra a dificuldade das mudanças e também revela o quanto é difícil a ciência ser reconhecida, afirmando que “[...] as opiniões mil vezes repetidas rendiam mais para aqueles autores e lhes eram mais seguras do que a dissecação, esse ‘ofício horrível’” (FLECK, 2010, p. 78).

Outro ponto importante é que “O indivíduo nunca, ou quase nunca, está consciente do estilo de pensamento coletivo que, quase sempre, exerce uma força coercitiva em seu pensamento e contra a qual qualquer contradição é simplesmente impensável” (FLECK, 2010, p. 84). Dessa forma, o “[...] observar é dirigido, por meio de um condicionamento histórico-cultural, sempre levando em consideração um conceito pré-formado” (PFUETZENREITER, 2002, p. 149). Referente a este conceito pré-formado Fleck (2010) inovou ao trazer que não é originado individualmente, mas na coletividade. Além do mais, Pfuetzenreiter (2002, p. 151) afirma que só “[...] é possível compreender o estágio de desenvolvimento da ciência atual, se for observado o que historicamente condicionou e a levou a este estado” e, como já foi mencionado, “[...] Fleck demonstra que as concepções da ciência moderna são também produtos surgidos historicamente e que não podem ser entendidos sem recorrer a seu desenvolvimento histórico” (PFUETZENREITER, 2002, p. 151).

Reside aí a importância de se recorrer ao desenvolvimento histórico. Cedro, Moraes e Rosa (2010) alegam que há um modo de desenvolver os conhecimentos matemáticos considerando o seu processo de produção, que é constituído pela unidade lógico-histórica no ensino da Matemática, no qual esse processo é entendido “[...] como produto da atividade humana diante das necessidades objetivas enfrentadas pelos homens” (CEDRO; MORAES; ROSA, 2010, p. 428). Nesta perspectiva as atividades de ensino propostas pelos professores precisam gerar nos estudantes a necessidade desse conhecimento, pois essa necessidade estimula os estudantes a assimilarem os conhecimentos produzidos.

Moura (2006) também afirma que “[...] o desenvolvimento da necessidade do conhecimento matemático está ligado à capacidade do sujeito de relacionar-se com o conhecimento reflexivamente” (MOURA, 2006, p. 496), ou seja, a capacidade de indagar sobre o que foi produzido e buscar aperfeiçoar. Dessa forma, não basta apenas apresentar aos estudantes as definições e fórmulas para que decorem e utilizem, torna-se necessário que haja a apropriação desse conhecimento, que o estudante sinta necessidade em utilizar aquele instrumento e que reflita sobre ele.

Ademais, para Leontiev (1978), aprende-se a ser humano, a viver em sociedade, sendo a comunicação condição necessária e específica para que haja o desenvolvimento do homem na sociedade. A criança, ao se comunicar com outros homens, aprende a atividade adequada, dessa forma, para Leontiev (1978) esse é um processo de educação. Sem esse processo, o autor afirma que é impossível a transmissão dos resultados do desenvolvimento sócio-histórico da humanidade e também a continuidade do progresso histórico. “O movimento da história só é, portanto, possível com a transmissão, às novas gerações, das aquisições da cultura humana, isto é, com educação” (LEONTIEV, 1978, p. 7).

A história, tratada de forma fidedigna e não-linear, com suas várias etapas que se influenciam mutuamente, pode ser uma ferramenta de grande utilidade para os educadores de matemática que buscam levar esse conhecimento aos seus estudantes. O estudo da história dessa forma, mostrando sua não linearidade, que o que foi construído não é resultado de indivíduos isolados, mas que a gênese do conhecimento é coletiva, leva os estudantes a entenderem como se dá esse processo e que não são apenas alguns poucos que podem fazer algo surpreendente. Dessa forma, como traz D’Ambrosio (1999), os estudantes poderiam entender sua situação

no presente e então ativar sua imaginação e criatividade com propostas que proporcionem ao mundo todo um futuro melhor.

Do exposto até então, evidencia-se a importância da compreensão do desenvolvimento dos conceitos em seu movimento histórico e lógico, que será discutido no tópico a seguir. A unidade entre o histórico, que envolve a produção e a apropriação da humanidade, e o lógico, essência e probabilidade de abstração, pode permitir que o sujeito se aproprie dos objetos de conhecimento produzidos culturalmente. Porém, colocar os estudantes diante dessa necessidade não significa que as mesmas situações históricas que desencadearam tal conhecimento devam ser reproduzidas, ou seja, entende-se que não se pode perder de vista o problema que contenha a essência da necessidade que motivou tal conceito. Assim, segundo Moretti (2014, p. 37), “[...] busca-se, na história a essência do conceito, sua necessidade histórica, os elementos e as relações que o constituem”.

### **3.2 O movimento histórico e lógico dos conceitos**

O movimento histórico e lógico, embasado na Teoria Histórico-Cultural, é unidade necessária para a compreensão de um conceito, permitindo que sua essência seja colocada como necessidade para o estudante no problema de aprendizagem. Segundo Panossian, Moretti e Souza (2017), professores e estudantes necessitam reconhecer o movimento histórico e lógico dos conceitos e desenvolver o pensamento teórico e, para isso, o ensino precisa estar organizado de forma que o estudante realize as atividades adequadas visando a formação desse pensamento.

As autoras propõem a superação da abordagem pedagógica focada apenas no conhecimento empírico, pois este pode ser desenvolvido independentemente da escola. Para elas, é imprescindível que o professor desenvolva seu pensamento teórico sobre a docência e organize o ensino criando condições para que os estudantes se apropriem dos conceitos científicos e desenvolvam também o pensamento teórico. Inclusive, asseguram que a atividade docente necessita da apropriação conceitual dos conteúdos de ensino e da apropriação pedagógica — como organizar o ensino —, pois isso pode provocar a assimilação dos elementos teóricos, já citados.

Cedro, Moraes e Rosa (2010) também criticam a escola tradicional na qual o trabalho com os conhecimentos e habilidades reside na dimensão utilitária e empírica, que é própria da prática cotidiana das pessoas. Para eles, a escola não deveria ficar

somente no empírico, na comparação de coisas semelhantes, nas manifestações externas do objeto estudado, como também em suas relações, pois a abordagem dos conceitos fica superficial apenas com o empírico, sendo “[...] absolutamente insuficiente para assimilar o espírito autêntico da ciência contemporânea e os princípios de uma relação criativa, ativa e de profundo conteúdo face à realidade” (DAVIDOV, apud CEDRO; MORAES; ROSA, 2010, p. 430). Desse modo, para os autores

[...] é imprescindível a substituição do ensino memorístico, mecânico, reprodutivo e superficial, por um ensino que se fundamente nos conhecimentos científicos dessa área do saber e que coloque o estudante como sujeito do seu conhecimento (CEDRO; MORAES; ROSA, 2010, p. 431).

Ademais, é importante que haja uma unidade dialética entre os conhecimentos cotidianos e científicos pois, se os estudantes confrontarem esses saberes constituídos no cotidiano aos de tipo científicos, pode haver a formação e desenvolvimento do pensamento teórico, que possui como características a transformação dos objetos, a generalização teórica e a análise das relações de suas propriedades intrínsecas. Esses confrontos entre o conhecimento cotidiano e o científico podem levar ao desenvolvimento integral do sujeito.

Cedro, Moraes e Rosa (2010, p. 430) enfatizam também que “[...] ao expressarmos a realidade em forma de conceito, apropriamo-nos do pensamento teórico”. Sendo assim, o conhecimento teórico é o objetivo principal da atividade de ensino, pois ao adquirir-se esse conhecimento, estrutura-se a formação do pensamento teórico e conseqüentemente, possibilita-se o desenvolvimento psíquico da criança. Referente às funções psíquicas básicas do ser humano, Longarezi e Franco (2017, p. 543) trazem que

Esses processos podem ser potencializados com um ensino intencional e mediatizado para este fim. Um ensino orientado por ações cognoscitivas, constituídas de forma ativa pelo estudante, possibilita mudanças qualitativas no desenvolvimento integral ao longo de todo o processo. Contrariamente, um ensino organizado somente para reprodução, cópia e memorização de fórmulas, sem compreensão do significado, não favorece novas formações mentais.

Outro autor que vem de acordo com esse entendimento é Libâneo (2004), ao trazer a crítica quanto à organização do ensino estruturada na concepção tradicional de aprendizagem, pois para ele, esta organização possibilita apenas chegar ao pensamento empírico, descritivo e classificatório e “[...] esse tipo de conhecimento

adquirido por métodos transmissivos e de memorização não se converte em ferramenta cognitiva para lidar com a diversidade de fenômenos e situações que ocorrem na vida prática” (LIBÂNEO, 2004, p. 124). Freire (1987) já afirmava que quando os educandos precisam apenas memorizar o conteúdo narrado pelo educador não é possível haver conhecimento, pois os educandos não são chamados a conhecer, não realizam nenhum ato cognoscitivo, já que “[...] o objeto que deveria ser posto como incidência de seu ato cognoscente é posse do educador e não mediatizador da reflexão crítica de ambos” (FREIRE, 1987, p. 69).

Panossian, Moretti e Souza (2017) baseadas nos estudos de Davídov, trazem que o conhecimento teórico possui três elementos: a reflexão, a análise e o plano interior das ações. Ao se tratar de solução de problemas, a reflexão consiste em o sujeito descobrir as razões de suas ações e da correspondência delas com as condições do problema; a análise do conteúdo do problema objetiva descobrir qual é o princípio ou o modo universal para sua resolução, para que seja possível transferi-lo para problemas análogos; e o que assegura a planificação e efetivação mental é o plano interior das ações. Moura *et al.* (2016) afirmam que a formação do pensamento teórico possibilita ensinar um modo de ação generalizado de acesso ao estudante, utilização e criação do conhecimento, já que é impossível ensinar todo o conhecimento produzido pela humanidade.

Moura, Sforini e Araújo (2011, p. 42) tentam clarear esse entendimento de quando o pensamento se torna teórico, trazendo que

As necessidades não precisam ser percebidas “praticamente”, mas podem ser sentidas também “teoricamente”; isto quer dizer que podem ser conservadas na consciência e tornar-se “ideia” (LEONTIEV, 1978), ou seja, o conhecimento produzido deixa de ser empírico e passa a ser também teórico.

Panossian, Moretti e Souza (2017) ainda citam que para a organização de um ensino com o objetivo de desenvolver o pensamento teórico é importante que haja o conhecimento da história do conceito, sua produção e desenvolvimento, pois este enriquece, corrige, completa e desenvolve a teoria, enquanto a teoria é a chave para o estudo da história. Por conhecimento da história, as autoras referem-se à história da Matemática impregnada no conceito, conceito este que advém de uma necessidade humana em determinada época.

Para as autoras, o conhecimento teórico permite ao sujeito tomar consciência da essência de um objeto, conhecer seu movimento histórico e lógico, portanto, o

professor é desafiado a conhecer a essência de uma determinada forma de conhecimento e conseqüentemente propor problemas de aprendizagem que desencadeiem os processos de reflexão e análise nos estudantes, sendo que esses processos podem acarretar a apropriação do objeto de conhecimento. Quando o professor reproduz conscientemente as compreensões teóricas desenvolvidas em uma matéria, é possível explicar as importantes relações estruturais que a caracterizam (LIBÂNEO, 2004).

Kopnin (1978) traz detalhadamente o que seria esse movimento histórico e lógico. Para o autor, o histórico é subentendido como o

[...] processo de mudança do objeto, as etapas de seu surgimento e desenvolvimento. O histórico atua como objeto do pensamento, o reflexo do histórico, como conteúdo. O pensamento visa à reprodução do processo histórico real em toda a sua objetividade, complexidade e contrariedade. O lógico é o meio através do qual o pensamento realiza essa tarefa, mas é o reflexo do histórico em forma teórica, vale dizer, é a reprodução da essência do objeto e da história do seu desenvolvimento no sistema de abstrações. O histórico é primário em relação ao lógico, a lógica reflete os principais períodos da história (KOPNIN, 1978, p. 183).

Ou seja, o pensamento não precisa seguir o movimento do objeto em toda parte pois “[...] o lógico é o histórico libertado das casualidades que o perturbam” (KOPNIN, 1978, p. 184). O lógico reflete a história do próprio objeto e também a história do seu conhecimento, destarte a “[...] *unidade entre o lógico e o histórico é premissa metodológica* indispensável na solução dos problemas da inter-relação do conhecimento e da estrutura do objeto e conhecimento da história e seu desenvolvimento” (KOPNIN, 1978, p. 186, grifo do autor).

O lógico atua como meio de conhecimento do histórico, fornece o princípio para o estudo multilateral deste. Quando se toma por base da explanação da história do objeto o conhecimento da essência, tornam-se então compreensíveis e explicáveis todas as demandas históricas, casualidades e desvios, que, sem obscurecerem a necessidade, encontram seu lugar na manifestação e complementação desta. A história do objeto se manifesta viva, vigorosa no nosso pensamento (KOPNIN, 1978, p. 185).

Para apropriar-se do conceito é indispensável compreender seu processo de produção, como a humanidade produziu aquele conceito (KOPNIN, 1978). Sendo assim, “Apropriar-se de um conceito é, portanto, apropriar-se de uma atividade historicamente elaborada e que deu origem àquele conceito” (NASCIMENTO e MOURA, 2018, p. 56), de modo que o conhecimento do objeto só é possível na unidade dialética entre os aspectos histórico e lógico do objeto de conhecimento.

Panossian, Moretti e Sousa (2017), afirmam que ao compreender o desenvolvimento histórico e lógico de um conceito é possível compreender o significado que ele carrega. Ademais, ao se fazer essa análise do movimento histórico e lógico do conceito é possível que se entenda qual é a atividade humana que foi cristalizada nele, as necessidades, o modo de ação e os motivos que o originaram. Assim, a “[...] unidade entre o lógico e o histórico traz importantes implicações para os processos educativos, uma vez que são estes que permitem aos sujeitos apropriações dos objetos de conhecimento produzidos culturalmente” (MORETTI, 2014, p. 36). Moretti (2014, p. 41) ainda menciona que “[...] apropriar-se de determinado objeto de conhecimento passa por compreendê-lo em seu movimento histórico – sua produção e sua apropriação pela humanidade – e em seu movimento lógico – sua essência e possibilidade de abstração”.

Portanto, é a dialética materialista que determina o início do conhecimento e qual é o caminho de seu movimento. Kopnin (1978, p. 184, grifo do autor) ressalta que para “[...] revelar a essência do objeto, é necessário reproduzir o *processo histórico* real de seu desenvolvimento, mas este é possível somente se conhecermos a essência do objeto”. Ao estudar a história do desenvolvimento do objeto, compreende-se de forma mais profunda a sua essência, sendo necessário retornar novamente à definição da sua essência, para corrigi-la, complementá-la e desenvolver os conceitos que expressam o objeto, ou seja, “[...] a teoria do objeto fornece a chave do estudo de sua história, ao passo que o estudo da história enriquece a teoria, corrigindo-a, complementando-a e desenvolvendo-a” (KOPNIN, 1978, p. 186). Portanto, parece que o pensamento se desenvolve de forma circular, indo sempre da teoria à história e da história à teoria e, devido a este estudo profundo e acurado da história do objeto, não se retomam as definições básicas, mas criam-se novos conceitos.

Uma teoria mais desenvolvida permite abordar a história, de modo diferente, novo, descobrir nesta aspectos e momentos que não poderiam ser descobertos no estudo anterior. Por outro lado, um conhecimento mais rico da história levará a uma teoria mais desenvolvida e, deste modo, à base da inter-relação do lógico e do histórico o nosso conhecimento se aprofunda na essência do objeto e em sua história (KOPNIN, 1978, p. 186).

Sendo assim, o ponto de partida do estudo do objeto são as definições primárias de sua essência, definições abstratas, superficiais, que são indispensáveis para o estudo do processo histórico do desenvolvimento do objeto. Após esse

movimento é necessário recorrer à história do objeto, para atingir um degrau mais elevado do seu conhecimento. Kopnin (1978) ainda reitera que

O estudioso deve começar o estudo do objeto pelo fim, a partir da sua forma mais madura, do estágio de desenvolvimento em que aspectos essenciais estão suficientemente desenvolvidos e não estão disfarçados por casualidades que não têm relação direta com ela (KOPNIN, 1978, p. 184-185).

Sforni (2003) já destacava em sua tese a necessidade de se buscar a essência do conceito, o que é possível “[...] a partir da percepção dos nexos internos das coisas, oportunizada por meios especiais de abstração, análise e generalização” (SFORNI, 2003, p. 56). A autora ainda menciona que o “[...] conhecimento científico tem justamente que passar da descrição dos fenômenos à revelação da essência como nexos internos dos mesmos, através do estudo da constituição e funcionamento dos objetos e fenômenos” (SFORNI, 2003, p. 53). Moretti (2007) também concorda ao mencionar a importância do lógico e do histórico na compreensão de um conceito:

[...] compreender a essência das necessidades que moveram a humanidade na busca de soluções que possibilitaram a construção social dos conceitos é parte do movimento de compreensão do próprio conceito. Assim, o aspecto histórico associa-se ao aspecto lógico no processo de conhecimento de um determinado objeto de estudo e é só nessa unidade dialética que o conhecimento desse objeto é possível (MORETTI, 2007, p. 97).

Para Longarezi e Franco (2016, p. 544), a essência é entendida por ser aquilo “[...] que o qualifica ser o que é”, sua gênese. Moretti (2014), ao interpretar as palavras de Kopnin (1978), destaca que “[...] a essência do conceito é constituída de propriedades, indícios e relações que superam o “sensorialmente perceptível” por meio da abstração autêntica que generaliza não só forma, mas também conteúdo do objeto” (MORETTI, 2014, p. 34). Segundo Kopnin (1978), a teoria de qualquer objeto é também a sua história, ou seja, ao reproduzir a essência de um fenômeno no pensamento, ao mesmo tempo constitui-se a descoberta da sua história, pois os degraus antecedentes do desenvolvimento de um objeto estão originalmente implícitos no degrau supremo do seu desenvolvimento.

Cedro, Moraes e Rosa (2010) assinalam que a essência de um conceito seria seu lado lógico e também, nas palavras dos autores

[...] o encaminhamento teórico-metodológico do ensino de Matemática deve respeitar o aspecto lógico-histórico<sup>11</sup> do conhecimento matemático que contempla, de forma articulada, o lado histórico do conceito, bem como a sua essência, o lógico (CEDRO; MORAES; ROSA, 2010, p. 428).

Davydov (1982, P. 95-6) traz ainda que “A essência de um ou outro objeto ou nexos interno de suas propriedades distingue-se dos fenômenos externamente observáveis e diretamente perceptíveis”. Dessa forma, é preciso que se busque a essência do conhecimento, partindo da compreensão dos nexos internos, que são nexos conceituais.

São esses nexos conceituais, “[...] ou seja, os elos que fundamentam os conceitos [, que] contêm a lógica, a história, as abstrações, as formalizações do pensar humano no processo de constituir-se humano pelo conhecimento” (SOUSA, 2018, p. 50) e, para Angelo (2021, p. 155), “[...] o modo de superação do pensamento de tipo empírico é sempre o mesmo processo de abstração, generalização e mediação pelo nexos conceitual (conceitualização)”. Essa compreensão acerca do entendimento dos nexos conceituais na produção do conhecimento é preservada no desenvolvimento do conceito de Atividade Orientadora de Ensino já discutido no capítulo anterior, no qual um dos elementos assumidos pela AOE refere-se à essência do conceito.

Sousa (2018) apresenta os nexos conceituais como nexos internos e externos, enfatizando suas diferenças e que é no pensamento teórico que se apresentam os nexos internos, sendo que o “[...] pensamento teórico contém os nexos internos, o movimento lógico-histórico do objeto estudado. Por este motivo, pode ser denominado de pensamento teórico dialético” (SOUSA, 2018, p. 49). A autora enfatiza que é somente em movimento que os nexos internos de um objeto se realizam.

Os nexos externos se limitam aos elementos perceptíveis do conceito enquanto os internos compõem o movimento lógico-histórico do conceito. Os nexos externos ficam por conta da linguagem. São formais. Exemplo disso é a classificação dos ângulos em retos, agudos, obtusos (SOUSA, 2018, p. 50).

Corroborando com as palavras da autora, Silva (2018) assinala que, ao contrário dos nexos externos, os nexos internos “[...] estão impregnados de história, por isso, são históricos” (SILVA, 2018, p. 29) e “[...] nos revelam a essência desse conceito” (SILVA, 2018, p. 49). Para Sousa (2018), o ensino de matemática levando

---

<sup>11</sup> Essa é uma outra forma de se referir ao movimento histórico e lógico, que é encontrada em autores como Moretti (2014).

em conta apenas os nexos externos implica em resultados parciais aos estudantes, destarte, são os nexos internos que são buscados nesta pesquisa, por se aproximarem mais da essência do conceito.

Os nexos internos do conceito mobilizam mais o movimento do aluno do que os nexos externos. Os nexos externos não deixam de ser uma linguagem de comunicação do conceito apresentada em seu estado formal, mas que não necessariamente denotam sua história. Dão pouca mobilidade ao sujeito para elaborar o conceito (SOUSA, 2018, p. 51).

Para que haja o entendimento dos nexos internos é necessário que os professores de matemática se desliguem “[...] do treinamento e da fragmentação” (SILVA, 2018, p. 30), deixem de priorizar “[...] o aspecto mecânico dos conceitos, [...incentivar] os estudantes a fazer longas listas de exercícios, bem como, decorar inúmeras fórmulas matemáticas” (SILVA, 2018, p. 30). Nessa direção, utilizar-se do movimento histórico e lógico é uma possibilidade de organizar o ensino buscando os nexos internos e a compreensão do conceito.

Sob essa ótica, acredita-se que ao levar o movimento histórico e lógico para o ensino de matemática, pode-se contribuir para a formação de um ser pensante, criativo, curioso e crítico, que se imagina capaz de fazer algo também, afinal vê que matemática não é só para um pequeno grupo, mas para todos. O ensino de matemática utilizando-se do movimento histórico e lógico também poderá auxiliar a entender que não há fatos isolados, visto que, ao analisar-se um fato de forma isolada, descontextualizada, geralmente pode haver uma falsa impressão do que realmente ocorreu. D’Ambrosio (1999) traz as palavras de Freudenthal (1981) para defender que “[...] a história da matemática deveria ser conhecimento integrado, mais guiado pela história que pela matemática, analisando mais os processos que os produtos” (FREUDENTHAL, 1981, apud D’AMBROSIO, 1999, p. 26). Segundo Moura (2006, p. 489),

[...] os saberes matemáticos assim produzidos têm significados culturais, constituindo-se historicamente em instrumentos simbólicos. E, sendo instrumentos, determinam um modo de uso social, isto é, têm um significado construído no seu processo de criação que encerra um saber específico matemático, cujo uso requer uma aprendizagem.

Assim, o enfoque histórico pode favorecer e destacar os aspectos crítico e lúdico, que são fundamentais na educação matemática (D’AMBROSIO, 1999). Para o autor, o professor precisa fazer uma abordagem histórico-crítica, portanto, é

necessária uma aprendizagem permanente, na qual não basta enumerar nomes, datas e lugares, é necessário um estudo mais aprofundado. O autor destaca que um currículo matemático que conduz à criatividade, curiosidade, crítica e questionamento permanentes pode contribuir para a formação de um cidadão na sua plenitude, que não será “[...] um instrumento do interesse, da vontade e das necessidades das classes dominantes” (D’AMBROSIO, 1999, p. 24).

Fazer uma análise do movimento histórico e lógico do conceito pode auxiliar o professor a responder a questionamentos como: Por que ensino isso? De que forma devo ensinar? Pois pode compreender que aquele conceito foi formado por atividades humanas e que foi essencial naquele momento e considerado como relevante para ser de posse das demais gerações, fazendo parte do currículo escolar. Segundo Sousa (2009), quando o professor considera em suas aulas o aspecto histórico e lógico, o faz por entender que os conceitos matemáticos foram construídos historicamente e que nunca estarão prontos e acabados.

A autora ainda afirma que “[...] todo professor organiza o ensino de Matemática, na sala de aula, a partir da concepção que tem sobre os conteúdos que ensina” (SOUSA, 2018, p. 53). Nessa perspectiva, é necessário mobilizar uma mudança na concepção do professor para que se utilize do movimento histórico e lógico dos conceitos em sua organização. Para tanto, é imprescindível que haja estudo, leituras, planejamento, formação, investigação, que se construam juízos sobre os nexos conceituais. Há a necessidade de cursos de formação inicial contemplando esse movimento, assim como cursos de formação continuada e, além disso, o professor precisa de tempo e incentivo para participar de grupos de estudos de modo a desenvolver o hábito de preparar aulas em grupos e refletir sobre sua prática.

Percebe-se então que o movimento histórico e lógico possui muitas potencialidades como perspectiva didática: “[...] os professores são convidados a refletirem sobre os significados e os porquês dos conceitos que ensinam” (SOUSA, 2009, p. 83); a unidade entre o histórico e o lógico é “[...] premissa necessária para a compreensão do processo de movimento do pensamento, da criação da teoria científica” (SOUSA, 2018, p. 47); pode auxiliar na construção do pensamento teórico, a partir dos nexos internos dos conceitos e leis de movimento interdependente; pode auxiliar na compreensão de que as verdades matemáticas não foram construídas de forma contínua, gradual e harmoniosa; a “[...] compreender o lugar dessa ciência na

atividade produtiva e social dos homens” (SOUSA, 2018, p. 58); pode desenvolver a criatividade e dar uma nova perspectiva sobre o ensino.

Esse movimento pode configurar-se como uma perspectiva didática para o ensino de matemática (SOUSA, 2018) e a autora defende também que é possível apropriar-se da unidade dialética teórica prática e perceber a realidade fluente a que se faz parte quando se tem “[...] acesso aos nexos conceituais (internos e externos) dos conteúdos matemáticos presentes na História da Matemática e em diversas historiografias da Matemática” (SOUSA, 2018, p. 40).

Após estas considerações, pode-se pensar que para o ensino de um conteúdo precisa levar-se em consideração que o mesmo é resultado de uma necessidade histórica, tem uma história e, dessa forma, seu ensino necessita dessa dupla dimensão: histórica e lógica. Segundo Moura, Sforini e Lopes (2017, p. 91), esse

[...] par lógico-histórico é o critério para a sistematização do conhecimento a ser apropriado pelo estudante. O professor é o responsável por tornar esse par visível para os sujeitos-estudantes que fazem parte da atividade. Aqui está a dimensão do domínio do conhecimento científico pelo professor. O processo de significação do conceito tem possibilidade de se realizar se o aluno tiver a dimensão do seu movimento histórico, aqui entendido nas suas duas dimensões: a gênese – condições que permitiram a determinado conhecimento ser produzido – e o desenvolvimento do próprio conhecimento, seu movimento histórico, chegando ao contexto “atual”, das suas formas mais simples às mais desenvolvidas.

Moura, Sforini e Lopes (2017) ainda especificam que ao organizar uma atividade o organizador precisa entender a real dimensão da importância histórica do conceito e como ele se desenvolveu logicamente. Para tanto, Moura *et al.* (2016, p. 99) trazem a defesa de Davidov de “[...] que é necessário partir das teses gerais da área do saber e não dos casos particulares, buscando a célula dos conceitos, sua gênese e essência, o que se consegue por meio da operação de construir e transformar um objeto mentalmente”. Portanto, no próximo tópico trata-se do conceito de função, alvo dessa pesquisa, objetivando trazer seu movimento histórico e lógico, na busca de sua essência. Esse movimento é resultante do estudo feito pela pesquisadora a fim de compreender a essência do conceito de função e formular as SDAs.

### 3.3 O movimento histórico e lógico do conceito de função

Como já mencionado, um conceito não surge de forma pronta e acabada. Caraça (1951) assinala que a gestação é lenta e a necessidade e o instrumento atuam mutuamente nessa gestação e evolução.

[...] os conceitos matemáticos surgem, uma vez que sejam postos problemas de interesse capital, prático ou teórico: - é o número natural, surgindo da necessidade de contagem, o número racional, da medida, o número real, para assegurar a compatibilidade lógica de aquisições diferentes (CARAÇA, 1951, p. 125).

Para compreender o movimento histórico e lógico do conceito de função e enfatizar que esse conceito se origina de forma coletiva e evoluiu à medida que o homem se apropriou dele e passou a utilizá-lo, apresenta-se alguns episódios da história do conhecimento de função na experiência humana. Porém, o objetivo não é apresentar a história do conceito de função como aparece nos livros, mas alguns episódios que são entendidos como cruciais para revelar quais foram as necessidades humanas que desencadearam esse conceito, ou seja, os possíveis nexos conceituais que foram sendo produzidos no movimento desse conceito.

Segundo Caraça (1951) o conceito de função nasceu do conceito de leis naturais. Para o autor, a correspondência um a um originou o conceito de número e evoluiu para o conceito de função, de modo que são nos processos de contagem que aparecem as primeiras noções intuitivas de função. Moretti e Moura (2003) apresentam a separação desse desenvolvimento em três etapas da história: a Antiguidade, a Idade Média e o Período Moderno.

Na *Antiguidade* há o estudo de casos particulares de dependência entre duas variáveis não havendo, contudo, a noção geral de quantidade variável e funções. Já na *Idade Média* estas noções gerais são expressas pela primeira vez sob uma forma geométrica e mecânica, mas na qual cada caso concreto de dependência entre duas quantidades é definido por uma descrição verbal ou por um gráfico. É só no *Período Moderno*, final do século XVI e especialmente durante o século XVII, que expressões analíticas e funções começam a prevalecer. Estes estágios refletem, na realidade, o caminho percorrido pelo homem através da história rumo à generalização e à formalização do conceito de funções. O processo de abstração demonstra uma real e profunda compreensão do conceito ao mesmo tempo em que é fator de construção desta compreensão (MORETTI e MOURA, 2003, p. 69, grifo dos autores).

Na Antiguidade, babilônicos e Egípcios apresentavam sinais de uma ideia primitiva de função. Tanto os babilônicos, por volta de 2000 a.C. quanto os Egípcios,

em seus papiros de cerca de dois milênios a. C., já apresentavam uma ideia de relação funcional entre duas grandezas e a ideia de função aparece entre os pitagóricos também, no estudo da interdependência quantitativa tanto na física quanto na matemática.

Diofante (~221-305), considerado por alguns como “Pai da Álgebra”, inovou com as notações, sendo o primeiro a usar símbolos na resolução de problemas algébricos. Esse crédito foi compartilhado com al-Khowarizmi (790-840), que trouxe o termo *álgebra* e cujo nome originou as palavras *algarismo* e *algoritmo*.

Com as transformações históricas, sociais e econômicas que surgiram na Idade Média, surgiram também novas necessidades como navegações e guerras, com isso o estudo quantitativo tornou-se mais necessário. O homem buscando medir e prever desenvolve a latitude e a longitude (FONSECA; SANTOS; NUNES, 2013) e, segundo os autores, esse desenvolvimento se dá com a contribuição do Bispo Nicolau de Oresme (1323-1382) que percebeu que era possível trabalhar com duas variações ao mesmo tempo. Essa teoria é precursora na representação gráfica de uma função.

No período Moderno o conceito de função se destaca e são utilizadas expressões analíticas<sup>12</sup> para representá-las. Esse período prossegue também com a noção de correspondência entre variáveis dependentes e independentes. Fonseca, Santos e Nunes (2013) apresentam o francês François Viète (1540-1603) como pai da “Nova Álgebra”, ao estabelecer que as vogais fossem utilizadas para representar incógnitas e as consoantes para representar constantes. Isso possibilitou que uma equação algébrica com expressões envolvendo números desconhecidos pudesse ser representada por símbolos algébricos.

Em 1637, porém, Descartes introduz a “[...] convenção moderna de utilizar as primeiras letras do alfabeto para representar constantes e as últimas letras para representar as incógnitas” (FONSECA; SANTOS; NUNES, 2013, p. 8). Ele também construiu o sistema de coordenadas, denominado plano cartesiano em sua homenagem. Dessa forma, há a unificação entre os campos geométrico e analítico, antes considerados separados, “[...] o conceito de função permite estabelecer uma

---

<sup>12</sup> Expressões analíticas são representações matemáticas que descrevem quantidades ou relações, podendo ser compostas por símbolos matemáticos como variáveis, constantes e operadores. Podem ser fórmulas matemáticas, equações, funções, séries, desigualdades, entre outros.

correspondência entre as leis matemáticas e as leis geométricas, entre as expressões analíticas e os lugares geométricos” (CARAÇA, 1951, p. 139).

Newton (1642-1727) também trouxe contribuições importantes ao usar os termos fluente e fluxo fluente para as variáveis dependente e independente, fluente por ser uma quantidade que flui e fluxo do fluente por ser a taxa de variação do fluente. Leibniz (1646-1716) foi o primeiro a utilizar o termo função em 1673, além de introduzir os termos constante, variável e parâmetro, segundo Fonseca, Santos e Nunes (2013).

Sousa e Moura (2016) grifam que função passou a ser a palavra-chave da matemática e Ponte (1992, p. 2), em concordância com eles afirma que

O conceito de função é corretamente considerado um dos mais importantes em toda a matemática. [...] as noções de funções e derivadas constituem a base da análise matemática, a teoria que se tornou central no desenvolvimento da matemática desde então.

Ponte (1992, p. 5) corrobora ao enfatizar a importância das funções nos problemas de variação:

Funções são excelentes ferramentas para estudar problemas de variação. Uma determinada quantidade pode variar no tempo, pode variar no espaço, pode variar com outras quantidades e pode até mesmo variar simultaneamente em várias dimensões. Essa variação pode ser mais rápida ou mais lenta, ou pode até desaparecer em algum ponto.

Ademais, Caraça (1951) salienta que ao estudar uma variação de duas quantidades, têm-se a correspondência de dois conjuntos: “Se, por consequência, queremos estudar leis quantitativas, *temos que criar um instrumento matemático cuja essência seja a correspondência de dois conjuntos* (CARAÇA, 1951, p. 127, grifo do autor)”. Inicialmente, por questão de simplificação, é necessária uma representação simbólica para os conjuntos, para tal, é imprescindível introduzir o conceito de variável.

Quando dizemos, por exemplo: seja (E) o conjunto dos números reais do intervalo (0, 1) e seja  $x$  a sua *variável*, que queremos significar? Que o símbolo  $x$ , sem coincidir *individualmente* com nenhum dos números reais desse intervalo, é susceptível de os representar a todos; é, afinal, o símbolo da *vida coletiva* do conjunto, vida essa que se nutre da vida individual de cada um dos seus membros, *mas não se reduz a ela* (CARAÇA, 1951, p. 127, grifo do autor).

Dessa forma, a variável, ao mesmo tempo em que é cada um dos elementos do conjunto, também não é. Ela será o que for determinado pelo conjunto numérico

que ela está representando, podendo ser uma variável real ou uma variável inteira. Pautando-se no conceito de variável pode-se criar um instrumento matemático no qual a correspondência é sua essência.

Seja  $t$  a *variável* do conjunto dos tempos e  $e$  a *variável* do conjunto dos espaços; a lei consiste na existência de uma dada correspondência entre  $t$  e  $e$ , correspondência de que sabemos que é unívoca no sentido  $t \rightarrow e$ . diremos que a *variável*  $e$  é função da *variável*  $t$ , e escreveremos simbolicamente  $e = f(t)$ ; à *variável*  $t$ , antecedente da correspondência, chamaremos *variável independente*; à *variável*  $e$  chamaremos *variável dependente* (CARAÇA, 1951, p. 128, grifo do autor).

Observa-se então que no desenvolvimento humano foi surgindo a necessidade de reconhecer grandezas envolvidas em um problema e relacioná-las, considerando sua variação. Esse desenvolvimento conceitual foi se manifestando historicamente, de modo que, segundo Boyer (1996), podem ser reconhecidas diferentes fases evolutivas da linguagem da álgebra, três momentos desse desenvolvimento: o primeiro, denominado primitivo ou retórico, em que egípcios, babilônicos e gregos representavam o pensamento algébrico por meio de palavras; o segundo, chamado intermediário ou sincopado, que surge com Diofanto, no qual os símbolos são introduzidos para representar as incógnitas; e, por fim, o terceiro, chamado simbólico, no qual símbolos são utilizados para representar as ideias da álgebra.

Assim, pode-se afirmar que função é o instrumento próprio para o estudo de leis e vale a pena enfatizar que a relação com uso de linguagem simbólica  $e = f(t)$  significa que para qualquer valor de  $t$  corresponde um único valor de  $e$ . Conforme Caraça (1951), a essência do conceito de função é a correspondência unívoca entre os dois conjuntos envolvidos na relação.

Assim, após definir-se função, é necessário explicar como se dá a lei da correspondência da variável independente para a dependente. Caraça (1951) traz como exemplo a igualdade  $y = 4,9.x^2$ . Essa expressão analítica — termo utilizado pela primeira vez por Bernoulli (1667-1748) para a definição explícita de uma função — define uma função  $y(x)$ , na qual se pode fazer corresponder a cada valor de  $x$  um valor de  $y$ . Se  $x$  representa o tempo e  $y$  representa espaços, tem-se que a igualdade anterior é a lei matemática do fenômeno da queda dos graves no vácuo.

Temos assim uma cadeia: lei quantitativa – função – sua definição analítica, cadeia em que está sintetizada a conexão da Matemática com as ciências da Natureza. (...) o conceito de *função* não se confunde com o de *expressão*

*analítica*; - esta é apenas *um* modo de estabelecer a correspondência das duas variáveis (CARAÇA, 1951, p. 130-131, grifo do autor).

Caraça (1951) traz também seu entendimento quanto aos elementos essenciais da função: a relação de dependência (interdependência) e a variação (fluência) dos elementos envolvidos. Segundo o autor, as coisas no mundo apresentam duas características especiais: interdependência e fluência e Neves (2015) ressalta que essas duas características podem ser assim entendidas:

A primeira diz que todas as coisas estão relacionadas umas com as outras. O mundo e tudo o que nele existe é um organismo vivo com intensa comunicação e participação constante da vida uns dos outros. A segunda quer dizer que o mundo está em permanente evolução; todas as coisas, a todo o momento, se transformam; tudo flui, tudo devém. Assim, tudo se relaciona e tudo muda o tempo todo (NEVES, 2015, p. 56).

Essas características são tratadas em Sousa (2018) por nexos conceituais da álgebra, que são os aspectos essenciais do conceito, sendo que esse movimento de busca pelo histórico e lógico do conceito de funções objetivou encontrar seus nexos conceituais, a sua essência, além de possibilitar reconhecer que as necessidades do ser humano em prever, em relacionar duas ou mais grandezas variáveis; a noção de variáveis dependentes e independentes, com uma correspondência unívoca entre os conjuntos envolvidos na relação e que, por serem variáveis, há sempre um movimento, uma fluência, que gera um campo de variação válido para aquela função; esse entendimento que foi surgindo de que as grandezas poderiam ser representadas por palavras, símbolos, letras; foi sendo essencial para o surgimento desse conceito e, portanto, para o entendimento da pesquisadora do que é uma função, da sua importância e de como apresentá-la aos estudantes. Esses nexos que foram sendo reconhecidos neste estudo, foram buscados na elaboração das SDAs.

Sousa e Moura (2019) destacam que o estudo de funções normalmente se dá fundamentado na Teoria dos Conjuntos e quando esse estudo é feito somente partindo-se dos elementos perceptíveis do conceito, apenas os nexos externos são destacados.

[...] os nexos externos são predominantes nas aulas de Matemática e podem ser representados pela expressão  $f(x)$ . A não compreensão desse conceito, por parte dos alunos do Ensino Médio, explicita-se nas aulas de Física e Química, por exemplo, quando a função deixa de ser apresentada na forma de  $f(x)$ . Os alunos se perdem. Não conseguem relacionar os nexos externos apresentados pelos professores de Matemática com os nexos internos apresentados pelos professores de Física e de Química, tais como os

movimentos (regulares e irregulares) e variações (quantitativa e qualitativa) (SOUSA e MOURA, 2019, p. 1082-1083).

Os autores reiteram as palavras de Caraça (1951), de que em vez de vincular o ensino de funções com a Teoria dos Conjuntos, uma possibilidade seria utilizar-se da fluência e da interdependência, visando o movimento histórico e lógico das funções. Além destes, Sousa (2018) apresenta também, para o ensino de funções, o movimento, o campo de variação e a variável, que foram sendo reconhecidos no movimento histórico e lógico desta pesquisa e, portanto, são trazidos e apresentados a seguir. Apesar de serem apresentados separadamente, é importante esclarecer que são interligados (PANOSSIAN, 2014).

Além disso, ressalta-se que há outros nexos conceituais da álgebra apresentados por outros autores que não são trazidos diretamente nessa pesquisa, a exemplo de Panossian (2014, p. 87) que traz os seguintes nexos em sua tese de doutorado:

[...] a fluência e o movimento reconhecido nos objetos e fenômenos da realidade objetiva; o controle das quantidades do concreto sensível: o movimento dos campos numéricos; o movimento da linguagem e dos modos de resolução de problemas: forma e conteúdo do conhecimento algébrico; entre o elemento desconhecido e o elemento que varia: o reconhecimento de grandezas variáveis; a necessidade de generalização de objetos e métodos matemáticos.

A fluência e a interdependência já foram definidas anteriormente, nas palavras de Caraça (1951), porém, vale ressaltar que fluente foi o primeiro nome dado por Newton à função, ou seja, essa palavra se relaciona com o movimento, com a fluência. O movimento pode ser entendido pelo próprio significado da palavra, algo que não fica estancado, enquanto o campo de variação envolve o quanto as grandezas variam e variável contempla “[...] a fluência do movimento das quantidades” (PANOSSIAN, 2008, p. 77), podendo ser entendida como “[...] variável palavra (associada à álgebra retórica), variável figura (associada à álgebra geométrica de Euclides) e variável numeral (associada à álgebra sincopada de Diofanto)” (PANOSSIAN, 2008, p. 55), além da variável letra na álgebra simbólica.

Sousa (2018) elicia que é “[...] a partir do conceito de variável que se materializa no conceito de função” (p. 55), ademais, que “[...] o estudo do conceito mais geral de variável, nas salas de aula, deveria considerar a palavra, a figura, o numeral e a letra” (SOUSA, 2018, p. 56). Para a autora, só é possível a generalização

quando há um profundo conhecimento do conceito de variável e, para Panossian, Sousa e Moura (2017) entender a variação é um nexos conceitual fundamental para o pensamento algébrico.

Para os autores, ao estabelecer-se que há “[...] relação entre grandezas de forma geral, [...] é necessário considerar que elas variam e esta situação remete à variável” (PANOSSIAN; SOUSA; MOURA, 2017, p. 149), ademais, também trazem que foi somente a partir da compreensão de que as grandezas conhecidas e desconhecidas poderiam ser associadas a símbolos “[...] que se pode abrir o campo para o entendimento da variável” (PANOSSIAN; SOUSA; MOURA, 2017, p. 153).

Esse breve histórico do movimento do conceito de função mostra sua evolução à medida que o homem se apropria dele e o utiliza. Pode-se observar que o conceito de função não possuiu sempre essa abrangência de hoje, mas foi surgindo lentamente diante da necessidade de se estudarem os fenômenos e as leis naturais, destarte, esse processo histórico e lógico da construção do conceito pode orientar a organização das atividades de ensino com o objetivo de deixar explícito como se dá o desenvolvimento do conhecimento e levar os estudantes à aquisição do mesmo. O movimento histórico e lógico do conceito é a fundamentação que, por meio da lógica dialética e do pensamento teórico, revela a essência do conceito (PANOSSIAN, 2014).

Para finalizar apresenta-se o entendimento de Sousa e Moura (2016), referente à falta de compreensão do movimento histórico e lógico no ensino:

Assim, os alunos ao serem apresentados aos conceitos de **equação**, **inequação** e **função**, por exemplo, ficam sem compreender o movimento lógico-histórico que gerou o conceito de **variável** e, conseqüentemente, sem entender o porquê o conceito de **variação** é um dos conceitos basilares da Matemática, especificamente, no que diz respeito ao pensamento algébrico. Esse tipo de organização de ensino faz com que, não se apropriem do pensamento teórico da álgebra (SOUSA e MOURA, 2016, p. 5, grifo dos autores).

Assim pode-se afirmar que o movimento histórico e lógico, ao ser utilizado no ensino de matemática, pode romper com o ensino tradicional que ignora a história dos conceitos, levando os estudantes a compreenderem como se dá o desenvolvimento do conhecimento e, conseqüentemente, auxiliá-los a compreenderem a essência dos conceitos.

No próximo capítulo, apresenta-se a abordagem CTS, que pode dialogar com o referencial teórico que subsidia o presente estudo. Ambos possuem algumas aproximações quanto ao tratar o conhecimento como um produto cultural, vinculado

às necessidades da humanidade que objetivam a participação pública e tomada de decisão, individual e coletiva, com problemas práticos, de forma que os estudantes possam tomar decisões científicas e tecnológicas e participar de forma mais colaborativa com a sociedade e na compreensão de que os conceitos são desenvolvidos, considerando seu processo de produção. Nessa perspectiva, esse possível diálogo pode contribuir para a aprendizagem da docência em matemática e para a formação de cidadãos críticos, aptos a intervir na sociedade. Ao pensar a formação docente na perspectiva da AOE, no contexto de uma universidade tecnológica, entende-se que os pressupostos da abordagem CTS podem favorecer a elaboração de SDAs que tomem como referência o cidadão professor que se pretende formar no âmbito dessa universidade. Assim, o capítulo seguinte apresenta esse panorama e possíveis contribuições ao campo da formação de professores de matemática.

## 4 CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM CTS PARA A APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA EM MATEMÁTICA

*“Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, p. 68).*

O presente capítulo inicia-se com um breve histórico do movimento CTS, a fim de expor suas origens e vertentes e discutir as ideias centrais acerca da abordagem CTS e seus objetivos. Em seguida, apresenta-se a abordagem CTS direcionada à área educacional, na qual se insere esta pesquisa, além das contribuições no ensino de matemática, especificamente na formação inicial de professores. Busca-se explicitar perspectivas e possibilidades de trabalho com essa abordagem no ensino de matemática, de forma a mostrar que a matemática também não está pronta e acabada, não é neutra e suas verdades podem ser influenciadas por diferentes interesses.

### 4.1 O movimento CTS

Os avanços da ciência sempre foram ligados à certeza de que tornariam a vida mais fácil solucionando problemas da humanidade (SILVEIRA; CALDEIRA; WAGNER, 2019). Entendia-se “[...] que quanto maior [fosse] a produção científica, maior [seria] a produção tecnológica, o que aumentar(ia) a geração de riquezas para o país e, em consequência, o bem-estar social” (PINHEIRO, 2005, p.29). Essa visão positivista, de neutralidade da ciência, em que se investigavam os fatos sem interesse quanto às consequências disso, apenas objetivando conhecê-los (TRIVIÑOS, 1987) começou a entrar em decadência após surgirem muitos desastres relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico, como guerras e degradação ambiental, desencadeando um olhar mais crítico para esses avanços.

Em decorrência disso, na década de 1970, intensificou-se o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) especialmente nos países de Primeiro Mundo (AIKENHEAD, 1997), objetivando criticar o modelo de desenvolvimento científico e tecnológico vigente, trabalhar com a questão da não-neutralidade dos conhecimentos científicos e tecnológicos e formar cidadãos com capacidade crítica e argumentativa, que pudessem intervir no mundo a partir de seu conhecimento científico e tecnológico (SANTOS, 2008).

Strieder (2012, p. 24) aponta que esse movimento [...] surgiu com a preocupação em discutir a ciência, a tecnologia, a sociedade e as relações que se estabelecem entre as mesmas, buscando novas maneiras de compreender o desenvolvimento científico-tecnológico”. Ademais, esse movimento iniciou-se em vários países em uma mesma época, justamente pela necessidade que se sentia “[...] de rever, entender, propor e, principalmente, tomar decisões em relação às consequências decorrentes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea” (PINHEIRO, 2005, p. 31).

Essas discussões foram intensificadas com a publicação de obras como “[...] *A estrutura das revoluções científicas*, pelo físico e historiador da ciência Thomas Kuhn, e *Silent Spring*, pela bióloga naturalista Rachel Carsons, ambas em 1962” (AULER e BAZO, 2001, p. 1, grifo nosso). A partir disso, começaram a ser propostos “[...] novos currículos de ensino de ciências que buscaram incorporar conteúdos de CTS” (SANTOS, 2008, p. 111), a fim de desmitificar o ensino que reforça a ideia de que tudo o que a ciência faz é bom, abalando a confiança na neutralidade e objetividade em relação à ciência e à comunidade científica. Esse movimento foi avançando, chegando ao Brasil a partir de 1990, com discussões em eventos científicos e políticos (DOMICIANO e LORENZETTI, 2019).

Com esses avanços passaram a existir muitas vertentes do movimento CTS, com ênfases diferenciadas e com propostas muitas vezes não convergentes, decorrente do fato de existirem culturas diferentes, propósitos e circunstâncias diferenciadas. Apesar disto, Amorin (2020) ressalta que esse movimento pode promover a participação pública na ciência e tecnologia, além do desenvolvimento da concepção de construção histórica e social.

Amorim (2020) apresenta em seu trabalho duas tradições do movimento CTS, que eram presentes principalmente na América do Norte e na Europa, sendo bem distintas e

[...] com orientações diferentes: uma tradição europeia, embasada na sociologia clássica do conhecimento e na obra de Thomas Kuhn, centralizada no estudo dos condicionantes sociais da ciência de caráter mais acadêmico; e outra tradição norte-americana, mais centrada nas consequências sociais e ambientais dos processos tecnológicos e na formulação de políticas e no aspecto educacional, herdeira do ativismo dos movimentos de protesto social ocorridos durante os anos 1960 e 1970. Todavia, ambas as tradições criticam a concepção linear de ciência e tecnologia; ao enfatizar a crítica da ciência como atividade pura, a crítica da concepção de tecnologia como ciência

aplicada e neutra, ambas refutam a tecnocracia como sistema de organização política e social para a tomada de decisões em C&T (AMORIM, 2020, p. 186).

Essa divisão foi importante no início das discussões, porém foi sendo superada, conforme afirma Strieder (2012), de forma que os estudos em CTS passaram a abranger diversos programas filosóficos, sociológicos e históricos que enfatizam a dimensão social da ciência e da tecnologia compartilhando um núcleo comum:

- o rechaço da imagem de ciência como atividade pura e neutra;
- a crítica à concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra;
- a promoção da participação pública na tomada de decisão” (STRIEDER, 2012, p. 25).

Na América Latina, as críticas sobre o modelo linear de desenvolvimento e a intenção de que houvessem mudanças sociais para os países latino-americanos, resultou no Pensamento Latino Americano em CTS (PLACTS) (DAGNINO, THOMAS e DAVYT, 2003), cuja principal crítica era a adoção, por estes países, do modelo de política científica e tecnológica de outros países, que não condiziam propriamente com as necessidades regionais.

Dessa forma, para o PLACTS, seria necessário um projeto de política científica e tecnológica voltado para os países latino-americanos que possibilitasse o desenvolvimento econômico e social destes. Com o aumento de pesquisadores atentos a esta questão esses estudos foram ganhando outras vertentes, preocupadas com a participação pública na ciência (STRIEDER, 2012).

Destarte, para a autora, os estudos em CTS se desenvolvem, desde a sua origem, em três direções, independentemente da vertente, seja ela Europeia, Norte Americana ou Latino-Americana: no campo da pesquisa, da política pública e da educação. Estas direções estão relacionadas e influenciam-se, apesar de serem diferentes. No campo da pesquisa, o objetivo é promover “[...] uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica” (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 127); já no campo da política pública, defende-se a “[...] regulação social da ciência e da tecnologia” (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 127); e no campo da educação, foco desta pesquisa, “[...] esta nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade tem cristalizado a aparição de programas e materiais CTS no ensino secundário e universitário em numerosos países” (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003, p. 127).

Como esta pesquisa discorre sobre a abordagem CTS na área educacional, o próximo tópico apresenta essa direção mais detalhadamente, realçando-se nas palavras de Aikenhead (2005) a sua importância para o ensino, ao afirmar que “[...] para futuros cidadãos em uma sociedade democrática, compreender a interação entre ciência, tecnologia e sociedade pode ser tão importante como entender os conceitos e os processos da ciência” (AIKENHEAD, 2005, p. 115 apud MELO, 2012, p. 6), assim, a abordagem CTS na área educacional objetiva promover a alfabetização científica e tecnológica de forma que os cidadãos sejam capazes de tomar decisões sócio-políticas.

#### **4.2 A abordagem CTS na área educacional**

No campo da educação, Jim Galegher e Paul Hurd, em 1971 e 1975, respectivamente, foram os primeiros a defender que os estudantes deveriam compreender as relações CTS (AIKENHEAD, 2003). O Autor aponta que para Galegher, a compreensão da inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade era tão importante quanto entender conceitos e processos da ciência, enquanto Hurd estruturou um currículo para o ensino de ciências contemplando interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A partir disso, de 1970 a 1980, educadores em ciências sentiram a necessidade de fazer alterações na educação científica, iniciando-se um grupo com o lema CTS (AIKENHEAD, 2003). Essas discussões chegaram ao Brasil e por volta de 1990 iniciaram-se pesquisas envolvendo essa temática na educação científica brasileira (STRIEDER, 2012). Desde então houve um aumento na quantidade de trabalhos envolvendo a abordagem CTS, com uma vasta diversidade de abordagens.

Dentre as diferentes abordagens, algumas utilizam-se de questões sociocientíficas, outras objetivam tomadas de decisões centradas nos valores; ou são baseadas em problemas objetivando ou não desenvolver ações comunitárias; ou na compreensão da história da ciência e do trabalho dos cientistas, dentre outras (PEDRETTI e NAZIR, 2011). No entanto, os autores enfatizam que apesar das diferenças entre as correntes existentes — que derivam dos ambientes em que a abordagem CTS é trabalhada — todas possuem pontos fortes e limitações e tentam conectar o mundo real com a sala de aula.

Ou seja, apesar da abordagem CTS ter se fracionado em diferentes correntes, todas possuem um ideário comum: “[...] a recusa da imagem da ciência como atividade

pura e neutra, a crítica da concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra, e a defesa da promoção da participação pública na tomada de decisões” (AMORIN, 2020, p.187). Melo (2012) corrobora com o autor, enfatizando que a abordagem CTS busca trabalhar, especificamente no ensino, a questão da não-neutralidade dos conhecimentos científicos e tecnológicos, condenando a tecnocracia, na qual se acredita que a ciência e a tecnologia podem resolver os problemas sociais.

Amorin (2020) traz, nas palavras de Auler (2002), que apesar de não haver consenso referente às metas, conteúdos e abrangências dessa abordagem no campo da educação, há alguns objetivos a se considerar:

Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana; abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico [...]. (AULER, 2002, p. 31).

Para tanto, o autor assinala que é importante estimular que as controvérsias sociotecnocientíficas e decisões centradas em questões éticas em ciência, tecnologia e sociedade sejam discutidas, proporcionar condições e recursos a fim de que haja oportunidades para uma alfabetização científica e tecnológica<sup>13</sup> e, assegurar um papel relevante na formação crítica dos educandos. Destarte, a abordagem CTS

[...] corresponde ao estudo das inter-relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, constituindo um campo de trabalho que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas. Baseia-se em novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência, podendo aparecer como forma de reivindicação da população para participação mais democrática nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico ao qual pertence. Para tanto, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também

---

<sup>13</sup> A abordagem CTS e alfabetização científica e tecnológica são duas perspectivas que se originaram em contextos diferentes e que contêm certa aproximação (BOCHECO, 2011). Ambas têm um objetivo educacional semelhante, de capacitar “[...] a população para a tomada de decisões, pessoais e sociais, e para ações destinadas a resolução de problemas relacionados à ciência e à tecnologia na sociedade techno-científica” (BOCHECO, 2011, p. 115). Dessa forma, ao objetivar-se a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, enfatiza-se a busca por capacitá-los a “[...] argumentar, negociar e dialogar com outros sujeitos. Enfrentar situações diversas do dia-dia racionalizando de acordo com a ética. Saber lidar com a relação entre saber-fazer e poder-fazer. Conquistar um espaço na sociedade contemporânea, consolidando ou ampliando a democracia, onde todos tenham condições de participar, caso desejem, de debates e decisões, sendo que para isso são necessários conhecimentos básicos de ciência e tecnologia, além de pessoas qualificadas nas áreas científicas e tecnológicas dotadas de conhecimentos, atitudes e valores” (BOCHECO, 2011, p. 80), que é o que a alfabetização científica e tecnológica almejam e vem de acordo com a abordagem CTS.

as consequências sociais e ambientais que poderá causar (PINHEIRO, 2005, p. 29).

Amorin (2020) ressalta também que a característica fundamental da abordagem CTS é sua constituição multidisciplinar e o “[...] principal propósito da Educação CTS é viabilizar uma participação cidadã de caráter decisório em um contexto de transformações tecnológicas das nossas formas de vida” (AMORIN, 2020, p. 189), além de apresentar uma explicação do que o campo CTS agrega à área educacional:

O campo de estudos Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) procura compreender as relações da ciência e da tecnologia com o contexto social, tanto em relação a seus condicionantes como no que se refere às suas consequências. Em suas origens está a negação do enfoque tradicional da ciência e da tecnologia (C&T), o qual enfatizava uma visão triunfalista e essencialista das mesmas resumida em um modelo linear de desenvolvimento, no qual a evolução da ciência levaria ao avanço da tecnologia, gerando mais riqueza e bem-estar social (AMORIN, 2020, p. 185).

Dessa forma, ressalta-se a importância da utilização da abordagem CTS na educação, já que a escola é um espaço favorável na qual as mudanças podem e devem começar a ocorrer. Nessa área, a abordagem CTS visa destacar as consequências que a ciência e a tecnologia podem ocasionar na sociedade (SBRANA; ALBRECHT; AGUIAR, 2019) e “[...] formar cidadãos responsáveis e socialmente conscientes” (AMORIN, 2020, p. 187). Com a abordagem CTS, há um novo direcionamento no ensino de ciências, em que outras relações com a ciência são exploradas, “[...] relações com fatores não científicos como os sociais, culturais, éticos, políticos, econômicos, dentre outros” (PRUDÊNCIO, 2013, p. 21), buscando-se “[...] a participação popular com relação às temáticas científicas e tecnológicas” (PRUDÊNCIO, 2013, p. 21). Para Pinheiro (2005, p. 41),

[...] a importância de se discutir com os alunos os avanços da ciência e da tecnologia, suas causas, consequências, interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, está no fato de que devemos conceber a ciência como fruto da criação humana. Por isso, ela está intimamente ligada à evolução do ser humano, desenvolvendo-se permeada pela ação reflexiva de quem sofre/age as diversas crises inerentes a esse processo de desenvolvimento.

Com efeito, é importante levar “[...] os alunos a compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto do ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais” (PINHEIRO, 2005, p. 41), com o envolvimento de problemas sociais e buscando-se

[...] desenvolver nos estudantes a sensibilidade crítica em relação aos impactos sociais e ambientais das novas tecnologias, proporcionar uma opinião crítica e informada sobre as políticas tecnológicas que afetarão sua atuação profissional, além de sua vivência como cidadãos (AMORIN, 2020, p. 188-189).

Deste modo, destaca-se nas palavras de Santos (2008) o objetivo central da abordagem CTS na educação básica, buscado também nesta pesquisa:

[...] promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS, 2008, p. 112).

Apresenta-se também um quadro no qual Santos e Schnetzler (2003) trazem nove aspectos relevantes ao utilizar-se da abordagem CTS no campo educacional, destacando-se que é possível trabalhar em qualquer nível de ensino, de forma que o aprofundamento dependerá do grau de instrução dos alunos e de quais atividades se pretende desenvolver (PINHEIRO, 2005):

**Quadro 1 – Os nove aspectos da abordagem CTS**

<b>Aspectos CTS</b>	<b>Esclarecimentos</b>
1 - Natureza da ciência.	1 - Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2 - Natureza da Tecnologia.	2 - Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3 - Natureza da Sociedade.	3 - A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4 - Efeito da Ciência sobre a Tecnologia.	4 - A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5 - Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade.	5 - A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6 - Efeito da Sociedade sobre a Ciência.	6 - Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7 - Efeito da Ciência sobre a Sociedade.	7 - Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8 - Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia.	8 - Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9 - Efeito da Tecnologia sobre a Ciência.	9 - A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

**Fonte: Santos e Schnetzler (2003, p. 65)**

Portanto, nessa forma de trabalhar, Pinheiro (2005) enfatiza que

Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos para a construção e/ou produção do conhecimento científico, que não é mais

considerado como algo sagrado e inviolável. Ao contrário: está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstruem a estrutura do conhecimento. Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito da neutralidade da ciência e da tecnologia e encarar a responsabilidade política das mesmas. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, para desenvolver a imaginação e a fantasia, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula (PINHEIRO, 2005, p. 48-49).

Apesar da importância mencionada por esses autores de utilizar-se dessa abordagem no campo educacional, algumas pesquisas mais recentes como de Domiciano e Lorenzetti (2019), evidenciam que há dificuldades na prática de atividades envolvendo-a no campo educacional, “[...] principalmente em relação à compreensão e receptividade dos professores, em decorrência de uma formação deficitária, não contemplando aspectos de um Ensino de Ciências interdisciplinar, contextualizado e crítico” (DOMICIANO e LORENZETTI, 2019, p. 3).

Estudos como de Sbrana, Albrecht e Aguiar (2009) assinalam que os professores não conhecem a abordagem CTS e um outro obstáculo apresentado pelos autores nas palavras de Auler e Delizoicov (2006) é a falta de compreensão da ciência e da tecnologia, por parte dos professores, que constantemente as interpretam como sendo cumulativas e lineares. Bocheco (2011) também aponta que há uma concepção, por parte dos professores, de que a tecnologia é ciência aplicada e, dessa forma, seria útil e aplicável, sendo boa por si mesma.

Domiciano e Lorenzetti (2019) apresentam o resultado de uma pesquisa sobre a produção científica acadêmica referente à abordagem CTS no Brasil, no qual encontraram 738 trabalhos de 1995 até 2017, evidenciando que o início das pesquisas com a abordagem CTS no país se deu a partir de 1995. Destes, apenas 21 envolvem a abordagem CTS e a formação inicial de professores, o que leva os autores a constatarem a necessidade de mais trabalhos nessa perspectiva. Pinheiro (2005) também assinalou a pouca utilização da abordagem CTS no Brasil, especificamente na formação de professores, o que acarreta que a maioria dos professores não tem acesso a ela. Gaffuri (2021) igualmente observa em sua pesquisa essa carência na formação dos professores.

Destarte, relata-se sobre a importância da inserção da abordagem CTS na formação inicial e continuada de professores: “A inclusão dos estudos sociais da

Ciência e da Tecnologia nos cursos de Licenciatura poderia proporcionar ao professor uma reflexão sobre o papel social da Ciência e da Tecnologia, contribuindo para a inserção desses assuntos em suas aulas” (SBRANA; ALBRECHT; AGUIAR, 2016, p. 23), de forma que possam “[...] problematizar a ciência e a tecnologia em uma perspectiva que proporcione ao educando a percepção crítica das consequências do desenvolvimento desse conhecimento para a sociedade” (Amorin, 2020, p. 184).

Amorin (2020, p. 192) enfatiza que “[...] o exercício da docência deve orientar os discentes a transitar na direção de uma "curiosidade epistemológica", dotada de rigor metódico e de crítica (Freire, 1997), que supere o senso comum baseado em suas experiências cotidianas”. O autor também apresenta um estudo em que traz as contribuições da Psicologia Histórico-Cultural (PHC) para com a Educação CTS, no qual a PHC

[...] pode contribuir para o embasamento sólido e coerente das concepções de Educação CTS, ao fornecer o referencial teórico que fundamente a compreensão de que tipo de ser humano se quer formar, por meio de que processos de aprendizagem e para qual sociedade (AMORIN, 2020, p. 192).

Portanto, ambas podem se complementar efetivando “[...] uma visão mais coerente da ciência e da tecnologia e de seu papel social de facultar uma formação para tomada de decisão, para repensar a educação tecnológica no sentido da superação da mera transmissão de conteúdos” (AMORIN, 2020, p. 196). Porém, para alcançar esse cume elevado, é imprescindível que a formação docente

[...] assegure aos professores desempenhar o papel de mediadores do processo ensino-aprendizagem, capacitados para desenvolver o espírito crítico, o diálogo e a criatividade em sua atividade docente, envolvidos com a comunidade em que atuam (AMORIN, 2020, p. 196).

Além disso, que haja um currículo comprometido com as questões sociais da realidade do educando, objetivando a alfabetização científica e tecnológica; interações sociais e “[...] a percepção de que a ciência é produzida por seres humanos, logo comportando acertos e erros” (AMORIN, 2020, p. 196).

Para o autor, a abordagem CTS pode proporcionar uma formação crítica, além da alfabetização científica e tecnológica e de auxiliar na discussão e reflexão em sala de aula ou entre os professores. Para tanto, é imprescindível considerar o contexto social em que os estudantes estão inseridos e é indispensável a interação entre sujeitos, que pode levar à apropriação de conceitos. Acima de tudo, é de fundamental

importância que os professores estejam preparados para trabalhar nessa perspectiva, pois são os docentes que precisam oportunizar reflexões de forma a permitir que esses objetivos sejam alcançados, mediando e orientando esses processos de ensino e aprendizagem. Esses processos são de extrema importância pois podem levar “[...] ao desenvolvimento da autonomia no processo de aprendizagem pelos alunos” (AMORIN, 2020, p. 192).

O autor também aborda quanto aos requisitos que são necessários para utilizar-se da abordagem CTS na área educacional, ressaltando a importância da formação de professores para trabalhar com essa perspectiva e de outros fatores:

[...] uma formação docente (inicial e continuada) que assegure aos professores desempenhar o papel de mediadores do processo ensino-aprendizagem, capacitados para desenvolver o espírito crítico, o diálogo e a criatividade em sua atividade docente, envolvidos com a comunidade em que atuam; um currículo estruturado a partir do comprometimento com as questões sociais que envolvem a realidade do educando, em que a interdisciplinaridade seja concretizada visando atingir a alfabetização científica e tecnológica; condições para efetivar as interações sociais que proporcionarão a troca de informações necessária para consolidar o conhecimento adquirido através de conteúdos que sejam significativos para os estudantes, que os leve a refletir e interferir criticamente no ambiente natural, cultural e social, resolvendo os desafios colocados e desenvolvendo novos conhecimentos que possam melhorar a sua vida e da sua comunidade; e a percepção de que a ciência é produzida por seres humanos, logo comportando acertos e erros, mas propicia aos estudantes a autonomia necessária para que se vejam como sujeitos do conhecimento científico (AMORIN, 2020, p. 196 - 197).

Por conseguinte, enfatiza-se a importância de incluir a abordagem CTS nos cursos de licenciatura, especificamente para esta pesquisa, no curso de licenciatura em matemática, visto as carências de debates acerca de questões sociais nesta área. Como já mencionado anteriormente nas pesquisas de Domiciano e Lorenzetti (2019), no qual dos 738 trabalhos encontrados por eles, apenas 21 envolviam a abordagem CTS e a formação inicial de professores, enfatiza-se que apenas um referia-se ao ensino de matemática com a abordagem CTS, o que evidencia a carência da abordagem na área de matemática, que será tratada no próximo tópico.

### **4.3 A abordagem CTS na formação de professores de matemática**

Vários estudos evidenciam a pouca vinculação do ensino de matemática com a prática e a formação muito tecnicista (ALBRECHT e MACIEL, 2020). Os autores destacam nas palavras de Fiorentini *et al.* (2002, p.154), os problemas enfrentados no ensino de matemática há mais de vinte anos, enfatizando que ainda permanecem:

Desarticulação entre teoria e prática, entre formação específica e pedagógica e entre formação e realidade escolar; menor prestígio da licenciatura em relação ao bacharelado; ausência de estudos histórico-filosóficos e epistemológicos do saber matemático; predominância de uma abordagem técnico-formal das disciplinas específicas; falta de formação teórico-prática em Educação Matemática dos formadores de professores. (FIORENTINI *et al.* 2002, p. 154 apud ALBRECHT e MACIEL, 2020, p. 3).

O ensino de matemática muitas vezes se dá de forma não contextualizada, com resultados que não são interpretados a luz da realidade, focando apenas na repetição dos conceitos. Com frequência ocorre “[...] por meio de exercícios de memorização e repetição ao invés de construir um diálogo sobre todo o processo e as imbricações da ciência e da tecnologia na sociedade” (GAFFURI, 2021, p. 158), que seria “[...] artifício potencializador de uma educação comprometida com o desenvolvimento social” (GAFFURI, 2021, p. 158). Para a autora, a matemática, por ser uma ciência construída socialmente e que está presente nos diversos ramos das atividades sociais, gera subsídios para o desenvolvimento tecnológico e humano, dessa forma, “[...] os estudantes precisam entender como e para que os modelos matemáticos são estrategicamente usados na sociedade” (GAFFURI, 2021, p. 158).

Santos (2008) utiliza-se da citação de Freire (1987), de que “Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, p. 68), para salientar que “[...] a educação deveria ir muito além da repetição, se constituindo em um instrumento de libertação, de superação das condições sociais vigentes” (SANTOS, 2008, p. 116). Para o autor, isso é alcançado a partir de uma educação problematizadora, com reflexões das contradições básicas da situação existencial, permitindo a educação para a prática da liberdade.

Para o autor, para que a educação seja problematizadora é importante que seja “[...] de caráter reflexivo, de desvelamento da realidade, na qual o diálogo começaria a partir da reflexão das contradições básicas da situação existencial. É nessa reflexão que o diálogo permite a educação para a prática da liberdade” (SANTOS, 2008, p. 116). Essa educação não é opressora, nem neutra e o autor ressalta a importância de pensar os problemas próximos ao aluno, à sua vida e realidade. Para ele, “[...] para um tema propiciar uma discussão que gere um compromisso social é importante que ele tenha um significado real para o aluno” (SANTOS, 2008, p. 121).

Dessa forma, pode haver envolvimento dos alunos de forma a assumir um compromisso social além de possibilitar diferentes opiniões ao se discutir as várias alternativas de solução. Ademais, o professor, como mediador, ao levar o aluno a ser o protagonista, a descobrir o melhor caminho, o seu melhor caminho e ao apresentar aos estudantes uma situação problema do seu contexto, que envolve uma questão sócio ambiental grave, pode levá-los a reflexões sobre a disciplina potencializando seu papel na construção social. Santos e Mortimer (2002, p. 5) asseguram também que a contextualização favorece o envolvimento do aluno e que

[...] será por meio da discussão desses valores que contribuiremos na formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade. As pessoas, por exemplo, lidam diariamente com produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando-se em conta não só a eficiência do produto para os fins que desejam, mas também os seus efeitos sobre a saúde, os seus efeitos ambientais, ou seu valor econômico, as questões éticas relacionadas à sua produção e comercialização.

Essa discussão destaca novamente a importância da formação do professor, revelando a necessidade de mudanças na formação inicial do professor de matemática, “[...] a implantação de programas de formação de professores, desde a formação inicial até a formação continuada, como um espaço reflexivo e de construção de novas propostas [...]” (GAFFURI, 2021, p. 162), pois é o professor que precisa escolher/desenvolver as situações de aprendizagem, que precisa mediar de forma intencional todo o trabalho.

Para tanto, é fundamental que haja vivências de diferentes abordagens metodológicas na formação inicial e continuada desse professor, pois frequentemente os professores levam para a sua prática as dinâmicas formativas que lhes foram apresentadas durante sua formação (GAFFURI, 2021). Ademais, é importante que o licenciando/professor entenda que sua formação não termina ao final da graduação (ALBRECHT e MACIEL, 2020) e que a formação docente seja mais próxima da realidade e do contexto social, com ações didáticas mais críticas e reflexivas.

Por conseguinte, Albrecht e Maciel (2020) indicam a abordagem CTS como um caminho possível “[...] para a formação de cidadãos críticos, reflexivos, participativos, atuantes nos processos de mudança e planejamento em seu contexto e na sociedade” (ALBRECHT e MACIEL, 2020, p. 6) e “[...] para o uso da Matemática de forma consciente e que auxilie na compreensão do entorno e na tomada de decisões” (ALBRECHT e MACIEL, 2020, p. 1). Vale ressaltar também, nas palavras

de Amarin (2020) que esse processo pode levar o aluno a desenvolver sua autonomia no processo de aprendizagem.

Dessa forma, destaca-se a importância de se estudar as relações da ciência e da tecnologia com a sociedade nos cursos de licenciatura, a fim de desenvolver o conhecimento reflexivo nos futuros professores de matemática, já que, conforme afirmam Sbrana, Albrecht e Aguiar (2019), um ensino desconectado da sociedade e da cultura, dificilmente alcança esses objetivos.

Sbrana, Albrecht e Aguiar (2019) aludem que ao incluir estudos sociais da ciência e tecnologia nos cursos de formação de matemática pode-se levar os futuros professores a questionarem as certezas absolutas da matemática, além de possibilitar levá-los a perceber o papel da matemática na sociedade. Para esses autores, a abordagem CTS pode proporcionar alfabetização científica e tecnológica (baseada na definição de alfabetização de Paulo Freire), leitura crítica do mundo, participação consciente e ativa, contextualização a partir da realidade e diálogo com outros conhecimentos.

Porém “[...] são poucos os cursos de licenciatura que oferecem uma formação inicial interdisciplinar e que discutam a relação CTS, principalmente quando se trata do ensino de Matemática, que é bastante tradicional” (SBRANA; ALBRECHT; AGUIAR, 2019, p. 6). Em pesquisa exploratória realizada em fevereiro de 2022 pela pesquisadora no Banco de Teses e Dissertações da CAPES por meio da palavra chave CTS, com a intenção de verificar a quantidade e a variação das pesquisas na formação inicial de professores de matemática envolvendo a abordagem CTS, foram encontrados 516 dissertações e 176 teses, totalizando 792 trabalhos feitos até a presente data. Destes, 18 trabalhos se referiam ao ensino de matemática e apenas um retratava a abordagem CTS e a formação inicial de professores de matemática, o mesmo encontrado por Domiciano e Lorenzetti (2019) em sua pesquisa.

A pesquisa envolvendo a abordagem CTS e a formação de professores de matemática encontrada no levantamento é a dissertação de Silva (2012), que objetivava analisar os impactos na formação de futuros professores ao incluir a abordagem CTS e a Matemática Crítica. O autor afirma que os resultados de sua pesquisa se mostraram favoráveis, concluindo que é importante inserir “[...] na formação inicial de futuros professores de matemática, o enfoque CTS de forma a contribuir na formação de profissionais preparados para atuar na formação de cidadãos críticos” (SILVA, 2012. p. 101).

Em relação à inserção da abordagem CTS nos documentos que orientam as diretrizes dos cursos de Licenciatura em Matemática, Albrecht e Maciel (2020) apresentam uma análise destes documentos a fim de verificar aproximações com os pressupostos teóricos da abordagem CTS. Os documentos mencionados pelos autores foram o Parecer CNE/CES 1.302/2001, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura e a Resolução CNE/CES 3, de 18 de fevereiro de 2003, que estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Matemática.

Os autores mencionam que, apesar desses documentos apresentarem indícios da inserção da abordagem CTS na formação inicial dos professores, ela aparece implicitamente, “[...] cabendo a cada instituição de ensino, por meio dos projetos pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Matemática, fazer ou não apontamentos sobre essas abordagens teóricas nos documentos que balizam estes cursos” (ALBRECHT e MACIEL, 2020, p. 13). Os autores destacam três dos itens para licenciatura que constam no Parecer CNE/CES 1.302/2001, julgando que esses itens trazem indícios da Educação CTS, em relação à uma análise crítica, uma educação crítica e libertadora:

[...] c) Analisar criticamente propostas curriculares de Matemática para a educação básica; d) Desenvolver estratégias de ensino que favoreçam a criatividade, a autonomia e a flexibilidade do pensamento matemático dos educandos, buscando trabalhar com mais ênfase nos conceitos do que nas técnicas, fórmulas e algoritmos; e) Perceber a prática docente de Matemática como um processo dinâmico, carregado de incertezas e conflitos, um espaço de criação e reflexão, onde novos conhecimentos são gerados e modificados continuamente; (BRASIL, 2002, p. 04 apud ALBRECHT e MACIEL, 2020, p. 12).

Quanto à Resolução CNE/CES 3, de 18 de fevereiro de 2003, os autores apontam que não apresenta nem implícita nem explicitamente nenhuma relação com a Educação CTS. Da mesma forma, não foram encontradas menções à abordagem CTS na Resolução CNE de 1º de julho de 2015 e na Resolução CNE de 2 de julho de 2019, que definem as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada.

Destarte, Albrecht e Maciel (2020) destacam a necessidade de haver mais abordagem CTS nas formações iniciais e continuadas, de forma que os professores e futuros professores tenham experiências e possam utilizar-se dela em suas aulas. Na

utilização dessa abordagem, cada professor, dependendo de sua realidade, pode escolher a vertente que mais se adequa ao seu ensino, refletindo sobre seus valores, cultura, objetivos e ambiente e levando em conta o que o aluno possui, seus pré-conceitos, seu ambiente, considerando e respeitando os diferentes tipos de conhecimento e as diferentes opiniões.

Enfatiza-se assim, a importância e a necessidade do uso da abordagem CTS, que pode contribuir para que estudantes da licenciatura em Matemática atuem na sociedade de forma crítica, com capacidade de tomar decisões científicas e tecnológicas além de colaborar para um ensino de matemática vinculado com a prática, levando os alunos a refletirem sobre a disciplina e a participarem de forma mais colaborativa. Ademais, se for abordada na formação inicial de professores, pode contribuir na formação de professores com experiências enquanto estudantes na abordagem CTS, a fim de que possam utilizar-se dela em sua prática docente.

Voltando ao objetivo da pesquisa que é investigar o ensino do conceito de função em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” que favoreça a aprendizagem da docência de futuros professores de matemática em um curso de licenciatura, salienta-se que a utilização da abordagem CTS se dá a fim de despertar nesses futuros professores uma postura crítica e questionadora. Para tanto, foram utilizadas situações que emergem do cotidiano desses estudantes/futuros professores, a fim de que possam buscar elementos para resolver as situações coletivamente, pensando criticamente no social. Essas situações serão apresentadas no próximo capítulo, juntamente com a sua elaboração, o método histórico-dialético utilizado na metodologia, o experimento formativo no processo de acompanhamento do fenômeno, a produção dos dados e o processo de análise.

## 5 O MOVIMENTO DA PESQUISA

*“Sem dúvida, a Matemática possui problemas próprios, que não têm ligação imediata com os outros problemas da vida social. Mas não há dúvida também de que os seus fundamentos mergulham tanto como os de outro qualquer ramo da Ciência, na vida real; uns e outros entroncam na mesma madre” (CARAÇA, 1951, p. XIV do Prefácio).*

Já se mencionou no capítulo três que comumente o ensino de funções costuma ser feito a partir da Teoria dos Conjuntos, partindo dos elementos perceptíveis do conceito, em que apenas os nexos externos são destacados. Numa outra perspectiva, na busca por um modo geral de ensino, visando a apropriação de conceitos, como adotado na presente pesquisa, utiliza-se o movimento histórico e lógico das funções, no qual busca-se mobilizar os nexos de função que envolvem as ideias de fluência, de interdependência, do movimento, do campo de variação e da variável. Nesse movimento, também se buscou a integração com a abordagem CTS, primeiramente por se tratar de um curso de licenciatura em uma universidade tecnológica que tem esse anseio por essa integração, conforme consta em registros de documentos institucionais, como no I e no II FORLIC (UTFPR, 2021a), também pela possibilidade de diálogo entre o referencial adotado na pesquisa e os pressupostos da abordagem CTS.

Ao se promover essa integração procura-se ressaltar a importância de levar os estudantes a formar-se socialmente, a questionarem as certezas absolutas da matemática, a serem críticos, a participarem ativamente e conscientemente na sociedade, a fim de mostrar as consequências que a ciência e a tecnologia podem ocasionar. Entende-se que é possível essa articulação entre a THC e a abordagem CTS, por ambas terem a mesma preocupação, sendo possível que a Teoria Histórico-Cultural e a abordagem CTS possam se complementar contribuindo para que se tenha “[...] uma visão mais coerente da ciência e da tecnologia e de seu papel social de facultar uma formação para tomada de decisão, para repensar a educação tecnológica no sentido da superação da mera transmissão de conteúdos” (AMORIN, 2020, p. 196).

Nessa perspectiva, a pesquisa adota os pressupostos teóricos da Teoria Histórico-Cultural que, por sua vez, está apoiada no método histórico-dialético, sendo desenvolvida por meio de um experimento formativo pautado nos pressupostos da AOE e na elaboração de SDAs para o ensino de conceitos.

Buscou-se trabalhar com temas polêmicos e locais envolvendo a ciência e a tecnologia, promovendo discussão referente a estes assuntos, sobre os quais os estudantes tenham que se posicionar de forma crítica, na direção de cidadãos críticos e reflexivos. Por utilizar-se do método histórico-dialético, apresenta-se nesse capítulo o modo como as SDAs foram elaboradas, pautadas nos pressupostos da Atividade Orientadora de Ensino, qual foi o movimento do fenômeno investigado, desde seu acompanhamento até a captação e o caminho adotado para a análise dos dados.

### **5.1 O método histórico-dialético na pesquisa**

A pesquisa está apoiada no método histórico-dialético como um modo de apreensão da realidade em seu movimento e historicidade. À vista disso, nesse tópico apresenta-se brevemente aspectos do método histórico-dialético e como se dá o movimento de pesquisa ancorado nesses pressupostos.

A abordagem histórico-dialética começa a se destacar na área educacional a partir de 1980 (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017) e “[...] Vigotsky e seus colaboradores apoiaram-se teórica e metodologicamente nos pressupostos do materialismo histórico e dialético, em especial, nas ideias filosóficas de Marx e Engels e no conceito de dialética” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 26) para originar a abordagem histórico-cultural na Psicologia. As autoras mencionam que os aspectos essenciais do método histórico-dialético são acompanhar, captar e revelar o fenômeno, de forma a compreendê-lo na sua essência, para isso o fenômeno é considerado em sua totalidade e em movimento.

Na abordagem histórico-dialética os processos educativos são entendidos como “[...] historicamente situados e iminentemente contraditórios” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 28), ou seja, é a partir da história que é possível entender e explicar o porquê de os processos educativos e da ciência se darem dessa forma. As autoras trazem que na dialética há o entendimento de que o homem se transforma e transforma sua realidade pela atividade do trabalho, dessa forma, a dialética como método de investigação objetiva encontrar a essência do objeto, já que a realidade é uma unidade entre o fenômeno e a essência. Para isso, “[...] toma a realidade como ponto de partida e como ponto de chegada” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 32), na qual o pesquisador precisa compreender o movimento desse fenômeno e sua transformação.

Nesse processo de busca pela essência o pesquisador tem um papel ativo, em que “[...] manifesta-se a unidade entre teoria e prática uma vez que a teoria que subsidia a investigação é continuamente revisitada e ressignificada de forma mediada pela prática” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 33). Para as autoras, ao tratar o histórico-dialético como metodologia, a análise se daria fundamentada em pares dialéticos, cujo objetivo é representar a tensão que há entre a contradição e a totalidade.

Quanto à abordagem histórico-cultural, “[...] Vigostky apresentou três importantes princípios metodológicos essenciais para realizar pesquisas nessa abordagem: 1. A análise de processos e não objetos; 2. Explicação *versus* descrição; 3. O problema do comportamento fossilizado” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 36).

O primeiro princípio, análise de processos e não objetos, trata da história do fenômeno, no qual é preciso fazer uma análise detalhada de todo o processo, de cada estágio de desenvolvimento, retornando ao seu estágio inicial, considerando-o sempre em movimento, ou seja, inacabado.

No segundo princípio, explicação *versus* descrição, Vigotsky realça a importância de conhecer o fenômeno além da sua aparência, da sua simples descrição, pois esta não revela que o pesquisador compreendeu a totalidade do fenômeno. O pesquisador precisa explicar o fenômeno baseando-se na sua origem e não apenas na sua aparência externa, para isso, é preciso que “[...] busque estabelecer analítica e teoricamente as relações que compõe o objeto que se estuda em suas múltiplas determinações” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 38).

O terceiro princípio, o problema do comportamento fossilizado, refere-se a um comportamento que está estagnado, que é feito de forma mecanizada, no qual alguns dos processos estão apagados ao longo da história, não sendo possível encontrar plenamente sua essência. Para que o pesquisador possa regressar às formas originais desse fenômeno, precisará fazer alterações no caráter “[...] automático, mecanizado e fossilizado das formas superiores de comportamento” (VIGOTSKY 1998, p. 85).

As autoras destacam também quatro princípios da dialética, embasados nas ideias de Engels e outros autores que se utilizaram de suas ideias, a fim de deixar explícito qual é a essência da dialética. São o princípio da totalidade, o princípio do movimento, o princípio da mudança qualitativa e o princípio da contradição. Esses

princípios são adotados no decorrer da pesquisa, tanto no modo de pensar a produção do fenômeno e suas manifestações, quanto no modo de captá-lo e de revelá-lo no processo de análise.

O princípio da totalidade se refere ao entendimento de que o todo é estruturado e dialético, um fato é entendido como uma parte estrutural do todo, o que é diferente de entender a realidade como um conjunto de todos os fatos. Para Moretti, Martins e Souza (2017, p. 30-31), “[...] isso implica que tudo está em conexão com tudo e que o todo é mais do que as partes”. Como esse todo é dialético, ou seja, está sempre em desenvolvimento, pode-se relacionar esse princípio com o do movimento, que traz a ideia de que tudo está em constante transformação.

O princípio da mudança qualitativa, refere-se à passagem do quantitativo para o qualitativo e “[...] considera que o movimento se dá também por rupturas e saltos, em ritmos diferenciados e transformações radicais. A transformação gradativa da quantidade pode resultar em uma mudança repentina na qualidade do fenômeno” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 32). Por fim, o quarto princípio, o da contradição, revela a existência dos contrários e “[...] busca compreender a unidade e o movimento a eles relacionado” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 32).

As autoras enfatizam que essa é a essência da dialética, é sua lei fundamental, ademais, que a partir desses princípios surgem muitos pares dialéticos, que se constituem como pares de contrários. Entre eles, elas apresentam o “[...] concreto/abstrato, empírico/teórico, quantidade/qualidade, individual/social, necessidade/liberdade, lógico/histórico, forma/conteúdo” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 32).

Como uma forma de desenvolver a pesquisa, de modo a responder a problemática acerca de como a organização do ensino de um conceito em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” pode favorecer a aprendizagem da docência de professores de matemática em um curso de licenciatura, no contexto de uma universidade tecnológica, foi adotado o experimento formativo ancorado nos elementos da AOE. Para isso, foram desenvolvidas duas SDAs, elaboradas a partir de um estudo do movimento histórico e lógico de funções e de um levantamento preliminar quanto à realidade dos estudantes na qual seria feita a intervenção. O movimento de elaboração dessas SDAs é apresentado na sequência.

## 5.2 Dos sujeitos da pesquisa à elaboração das SDAs

A fim de responder aos questionamentos que foram surgindo durante o doutoramento, surgiu a necessidade de colocar em prática os aspectos centrais da teoria estudada, na organização do ensino e no processo de pesquisa. Com esse propósito, partiu-se da proposição de uma pesquisa de campo ancorada pelos pressupostos do método histórico dialético, com intervenção da pesquisadora e proposição de SDAs voltadas ao ensino do conceito de função.

Os sujeitos da pesquisa foram 14 acadêmicos do primeiro período do curso de Licenciatura em Matemática da UTFPR - campus Pato Branco, regularmente matriculados na disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” no primeiro semestre de 2022. Para a elaboração das SDAs ancoradas nos elementos da AOE, iniciou-se investigando o contexto dos estudantes deste curso e a região em que vivem, a partir do Projeto Pedagógico (UTFPR, 2017), pois as SDAs seriam pensadas para estes estudantes, portanto era importante conhecer a realidade comum aos ingressantes deste curso.

A partir dos dados do perfil socioeconômico dos estudantes do curso de licenciatura onde a pesquisa se daria, pôde-se verificar que muitos estudantes do curso são oriundos da zona rural ou filhos e netos de trabalhadores rurais, sendo que essa região possui, entre outros, grande produção de tabaco. Pensando nessa realidade e na necessidade de organizar situações de ensino de funções, procurou-se elaborar um problema desencadeador de aprendizagem com o propósito de envolver o movimento histórico e lógico de funções, ao mesmo tempo em que se trabalhava com questões que pudessem desenvolver o olhar crítico dos estudantes quanto aos problemas ambientais, sociais e de saúde que essa produção pode ocasionar.

Foi necessário pesquisar sobre a produção de tabaco, a quantidade que se produz, como se dá essa produção, os problemas que ela ocasiona e a realidade dos produtores. A partir desses dados foi elaborada uma SDA na forma de história virtual (HV), intitulada “Não adoce somente quem fuma, mas também quem planta” (este título foi baseado na manchete de um artigo publicado por Castro e Monteiro (2016, p. 790)). A HV foi pensada como uma possibilidade de apresentar o movimento histórico e lógico de função aos estudantes, a fim de que se apropriassem desse conceito. Dessa forma, utilizou-se dos elementos que fundamentam o conceito de

AOE, objetivando colocar o estudante em atividade de aprendizagem, em que, ao buscar solucionar a SDA de forma coletiva, mediados pela pesquisadora de forma intencional, os estudantes pudessem estar em atividade e apropriar-se da essência do conceito de função, mobilizando os nexos conceituais que o envolvem.

Nesse processo de elaboração das SDAs buscou-se tomar conhecimento das orientações da BNCC, documento orientador para o currículo, considerando as competências específicas que constam na BNCC do Ensino Médio, tais como:

**Quadro 2 – Competências específicas que constam na BNCC do Ensino Médio**

“Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos” (BRASIL, 2018, p. 523), que, segundo o documento “[...] contribui não apenas para a formação de cidadãos críticos e reflexivos, mas também para formação científica geral dos estudantes” (BRASIL, 2018, p. 524);
“Articular conhecimentos matemáticos” (BRASIL, 2018, p. 523), ao “[...] propor e/ou participar de iniciativas e/ou ações que visem solucionar esses problemas” (BRASIL, 2018, p. 526);
“Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos (...), para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos” (BRASIL, 2018, p. 523), o que auxiliará para “[...] desenvolver e mobilizar habilidades que servirão para resolver problemas ao longo de sua vida; por isso, as situações propostas devem ter significado real para eles” (BRASIL, 2018, p. 527);
“Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos” (BRASIL, 2018, p. 523), possibilitando a “[...] utilização das diferentes representações de um mesmo objeto matemático” (BRASIL, 2018, p. 530);
“Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas” (BRASIL, 2018, p. 523), em que “Os estudantes deverão ser capazes de fazer induções por meio de investigações e experimentações com materiais concretos, apoios visuais e a utilização de tecnologias digitais (...) buscar contraexemplos para refutá-las e, quando necessário, procurar argumentos para validá-las” (BRASIL, 2018, p. 532).

**Fonte: Autoria própria (2022) com embasamento na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BRASIL, 2018)**

Buscou-se considerar também as habilidades relacionadas ao eixo de números e funções, indicadas no quadro a seguir:

**Quadro 3 – Habilidades relacionadas ao eixo de números e funções**

(EM13MAT101) Interpretar situações econômicas, sociais e das Ciências da Natureza que envolvem a variação de duas grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação com ou sem apoio de tecnologias digitais (BRASIL, 2018, p. 525).
(EM13MAT302) Resolver e elaborar problemas cujos modelos são as funções polinomiais de 1º e 2º graus, em contextos diversos, incluindo ou não tecnologias digitais (BRASIL, 2018, p. 528).
(EM13MAT401) Converter representações algébricas de funções polinomiais de 1º grau para representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais o comportamento é proporcional, recorrendo ou não a softwares ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica (BRASIL, 2018, p. 531)
(EM13MAT405) Reconhecer funções definidas por uma ou mais sentenças (como a tabela do Imposto de Renda, contas de luz, água, gás etc.), em suas representações algébrica e gráfica, convertendo essas representações de uma para outra e identificando domínios de validade, imagem, crescimento e decrescimento (BRASIL, 2018, p. 531).
(EM13MAT501) Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 1º grau (BRASIL, 2018, p. 533).

**Fonte: Autoria própria (2022) com embasamento na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BRASIL, 2018)**

Tomou-se como referência a BNCC do Ensino Médio, por ser um documento oficial e orientador do currículo escolar, porém reconhece-se que o foco desse documento não é a apropriação conceitual, na qual se pauta essa pesquisa, na perspectiva da THC. Dessa forma, entende-se que o que é proposto nesta pesquisa pode superar o que é estabelecido pela BNCC, por meio do conceito de atividade, como é defendido por Moretti (2007), que em seus estudos de doutorado já enunciava as limitações do conceito de competência e o desalinhamento com os pressupostos teóricos que sustentam a pesquisa, na direção da apropriação de conceitos que possibilitem a humanização dos sujeitos.

A SDA foi elaborada pela via de uma HV que busca discutir sobre a realidade dos agricultores, as intoxicações e problemas resultantes delas, a ideia errônea de geração de riqueza por meio dessa produção, a poluição do solo, da água e do ar que essa produção acarreta e sobre outras opções menos prejudiciais para esses produtores. Uma vez elaborada, foi apresentada e discutida no grupo de estudos que a pesquisadora participa, GeForProf/GETHC, contando com a colaboração de mestrandos e doutorandos e com a participação dos integrantes da OPM e do PIBID, que contribuíram para a melhoria e ampliação do planejamento das ações para que, em abril de 2022, fosse dinamizada a pesquisa de campo. No processo de intervenção das SDAs no decorrer da pesquisa de campo, objetivou-se, com a mediação da pesquisadora, levar os estudantes à necessidade do conceito de função.

A SDA desenvolvida é apresentada a seguir:

**Não adoce somente quem fuma, mas também quem planta**

Miguel é filho e neto de produtores de tabaco, assim como seus primos e vizinhos. Todos cresceram auxiliando seus pais nessa função e pretendem continuar na agricultura. Ele é calouro do curso de agronomia, assim como outros filhos de produtores de tabaco. Nesta semana, a professora de Ecologia Básica trouxe alguns recortes de notícias, referente à produção de tabaco, o impacto ambiental causado por esse cultivo e sua relação com o adoecimento dos produtores, o que gerou grandes discussões na turma.

**Quais são os danos causados ao meio ambiente pela plantação de tabaco?** A maior parte do fumo produzido no País é oriunda da Região Sul. Tal cultivo concentra-se nas mãos dos agricultores familiares, proprietários

ou não de terras. O tabaco, do cultivo até o consumo, afeta o ar, o solo, a água e ainda causa desmatamento. O principal impacto ambiental decorrente da fumicultura é a contaminação do ar, porque a aplicação de agrotóxicos expõe não apenas o trabalhador, mas todo o entorno, já que ele é pulverizado e carregado pelo vento. Além disso, a queima de madeira para secagem das folhas provoca a contaminação do ar pela emissão de partículas tóxicas. Ocorre também a contaminação dos córregos, rios, do solo com o uso de agrotóxicos na lavoura. Para a obtenção de safras cada vez melhores, os plantadores de fumo usam agrotóxicos em grande quantidade, causando danos à saúde dos agricultores e ao ecossistema (INCA, sem ano).

A colheita do fumo ocorre nas primeiras horas do dia, quando as folhas estão cobertas pelo orvalho. O contato da pele do trabalhador rural com a folha molhada pela chuva ou pelo orvalho pode causar a doença da folha verde, um tipo de intoxicação aguda provocada pela absorção de nicotina pela pele (G1, 2014).

Os equipamentos de proteção individual (EPIs) amenizam, mas não eliminam o contato com o veneno. E não há um limite seguro para exposição. Além disso, a intoxicação pode ser aguda e crônica. Neste último caso, pelo fato de os agrotóxicos serem cumulativos no organismo – o corpo não dá conta de processar e expelir as substâncias tóxicas a que ficou exposto com o uso prolongado, que pode durar anos – chega o momento em que a intoxicação passa a ser crônica, gerando uma série de problemas para a saúde, principalmente neurológicos ou polineuropatias que incapacitam grave e gradualmente os trabalhadores até o ponto de não conseguirem realizar as atividades cotidianas mais simples, como caminhar, tomar banho ou cuidar de pequenas tarefas domésticas, como cozinhar, lavar louça ou arrumar a cama. A pessoa com intoxicação crônica não pode continuar manuseando agrotóxico ou morando em área rural, porque qualquer contato pode agravar os sintomas ou até mesmo ser fatal. Outras doenças também podem acometer os trabalhadores expostos aos agrotóxicos, sendo a mais comum e grave o câncer, além de infertilidade, danos no fígado e nos rins, e doença de Alzheimer (JUSTIÇA DO TRABALHO, 2018).

Embora a produção de tabaco seja enaltecida como uma atividade que gera riqueza, desenvolvimento e emprego ao País, estudos mostram que a renda média mensal das famílias por trabalhador é de um terço do salário mínimo nacional (ETGES *et al.*, 2002 apud INCA, 2021).

O produtor Rui Goularte, que trabalha com fumo desde os 12 anos de idade, também não pensa em abandonar o cultivo, mas faz uma coisa diferente: produz fumo orgânico: “A gente conheceu várias famílias que se intoxicaram com veneno e a gente começou a ver que isso não leva a nada” (G1, 2014).

Após as discussões, Miguel ficou muito assustado, pois lembrou-se das tantas vezes que presenciou agricultores intoxicados.

A professora também apresentou aos estudantes a tabela a seguir, com os resultados obtidos em uma pesquisa, a fim de verificar as diferenças entre a produção de tabaco orgânico e convencional. Segundo a pesquisa, a produção de tabaco orgânico, além de não se utilizar de agrotóxicos, que são prejudiciais à saúde

do produtor, ao solo, ao ar e a água, requer menos tempo para secagem, porém dá mais trabalho que a produção do tabaco convencional.

**Tabela 1. Resultado da safra 2015/2016**

Produção	Tabaco orgânico (2ha)	Tabaco tradicional (2ha)
Pés	30000	30000
Média por pé (g)	96,27	180
Kg (total)	2888,00	5400,00
Valor (kg)	12,00	9,41
<b>Receita</b>	<b>34656,00</b>	<b>50814,00</b>
Custo	11282,30	26271,10
<b>Lucro líquido</b>	<b>23373,70</b>	<b>24542,90</b>

Fonte: Chaves, Prado e Silva (2016, p. 13)

Miguel ficou empolgado com a tabela apresentada pela professora e quer utilizá-la para mostrar aos seus pais que a produção orgânica seria uma opção menos prejudicial à saúde, porém, não sabe como proceder, pois eles possuem 12,5ha de terra e a tabela refere-se a 2ha. Ele também quer organizar uma forma de mostrar aos seus colegas, que possuem quantidades diferentes de terra, essa diferença na produção e lucro de tabaco orgânico e convencional.

- Como você poderia ajudar Miguel a encontrar um modo de explicar essas relações entre a produção orgânica e convencional a seus pais?
- Alterando a área de plantio o lucro líquido se altera? Essa diferença tão pequena nos lucros de ambas as produções se mantém para áreas maiores?
- Observe os dados apresentados pela professora e procure registrar como o Miguel poderia proceder.

Para o trabalho em sala de aula, a SDA foi estruturada sob a forma de slides, com destaque para a apresentação do problema desencadeador, a saber: como Miguel poderia mostrar aos seus pais a opção da produção orgânica e como poderia auxiliar seus colegas nesse entendimento, considerando as diferentes quantidades de terras que possuem?

Após a elaboração dessa SDA e as discussões provenientes do grupo de estudo GeForProf GETHC, sentiu-se a necessidade de levar aos estudantes outras opções de plantio para o pequeno agricultor, considerando que, mesmo deixando de produzir tabaco tradicional, findando o contato com todos os venenos utilizados nessa

cultura e que trazem tantos danos à saúde do agricultor e ao meio ambiente, a produção de tabaco orgânico também traz problemas tanto para a saúde do agricultor, que continua em contato com a nicotina da folha do tabaco, quanto ao meio ambiente.

Destarte, a pesquisadora apurou que outras culturas eram pertinentes ao pequeno agricultor e elaborou a segunda SDA, intitulada “Os produtores de tabaco teriam opções melhores?”. Nessa SDA buscou-se apresentar uma outra opção para esses produtores, porém essa opção precisava ser analisada a fim de verificar sua viabilidade. Caso fosse concluído pela viabilidade da mudança, seria importante pensar como apresentar as informações aos agricultores.

Nesse processo de análise os estudantes podem utilizar-se de ferramentas como o GeoGebra, a fim de comparar as funções, porém objetiva-se utilizar essa ferramenta para além da técnica, de forma que possam comparar, verificar, supor e contestar hipóteses, favorecendo a investigação.

O GeoGebra é um software livre e gratuito de matemática dinâmica, criado pelo alemão Markus Hohenwarter em 2001 na Universidade de Salzburg, que está sempre sendo aprimorado (FILIZZOLA, 2014). Permite representar objetos geométricos como pontos, retas, gráficos de funções, entre outros, sendo que “[...] essas construções são dinâmicas e interativas, o que torna o programa uma excelente ferramenta de ensino-aprendizagem de matemática” (FILIZZOLA, 2014, p. 37). É uma ferramenta que possui uma interface simples para iniciantes e, segundo Waldhelm (2014, p. 28),

[...] promove a articulação e visualização concreta entre objetos geométricos e suas relações algébricas, ligação essa que é dada de forma separada nos livros didáticos, e que contribui em muito a agilidade a visualização e desenvolvimento do aprendizado matemático.

A segunda SDA desenvolvida é apresentada a seguir:

### **Os produtores de tabaco teriam opções melhores?**

Aquela aula de Ecologia Básica deixou Miguel muito curioso. Além de pesquisar mais referente à produção de tabaco orgânico, ele conversou com a professora, a fim de encontrar uma opção ainda melhor para pequenos produtores. A professora indicou que ele pesquisasse mais sobre a produção de morangos, já que culturas como soja, algodão e pecuária extensiva são mais lucrativas e rentáveis para agricultores que possuem grandes extensões de área. Segundo as pesquisas de Miguel, por exemplo, “[...] a soja possui, em média, uma rentabilidade por hectare

de aproximadamente R\$ R\$ 1.100,00” (RIBEIRO, 2021, n. p), valor muito abaixo dos lucros do tabaco.

Ao pesquisar sobre a cultura do morango, ele descobriu que é possível plantar aproximadamente 40 mil mudas por hectare e encontrou essa reportagem:

O morango orgânico tem uma produção média de 787 gramas por planta, com o custo de R\$ 1,90 e índice de lucratividade de 60,74%. Já no cultivo convencional, a produção média foi de 871 gramas por planta e custo médio de R\$ 1,93, com índice de lucratividade de 49,46% (CANAL RURAL, 2012, n. p).

Com essas informações, ele quer verificar se compensaria mudar do cultivo do tabaco para o de morangos.

- Você consegue auxiliá-lo a verificar se é conveniente fazer essa mudança, ou se devem permanecer com o cultivo do tabaco?
- Caso conclua que seria conveniente a mudança, como ele deveria apresentar essas informações aos seus pais?
- Quais seriam as dificuldades que enfrentariam nessa mudança?

Para o trabalho em sala de aula, esta SDA também foi estruturada sob a forma de slides, com destaque para a apresentação do problema desencadeador: considerando todos os fatores necessários para essa mudança, seria conveniente mudar para o plantio de morango? Se sim, para o convencional ou orgânico? Como podemos levar essas informações aos pais de Miguel?

Em ambas as SDAs, objetivou-se mobilizar o reconhecimento dos nexos conceituais de função pelos estudantes, nexos que foram sendo reconhecidos pela pesquisadora em seu estudo do movimento histórico e lógico do conceito. Por conseguinte, foram elaboradas com o propósito de que apresentassem o movimento, a fluência das funções, a interdependência entre as variáveis, de forma que o estudante sinta a necessidade de entender como seria esse movimento entre as variáveis e de procurar resolver as situações por meio de funções. Para que isso acontecesse, fez-se essencial o papel da pesquisadora no movimento da pesquisa, com a realização de intervenções intencionalmente planejadas e a criação de estratégias para as discussões coletivas.

As situações desencadeadoras aqui apresentadas compõem o produto educacional vinculado à tese e mencionado a seguir, que foi desenvolvido e aplicado

no processo da pesquisa de campo. No produto educacional, as SDAs são acompanhadas de orientações metodológicas para o trabalho do professor, pautadas nos pressupostos teóricos que as norteiam. Cumpre destacar que o produto foi desenvolvido no movimento da pesquisa, como um modo de mobilização do fenômeno em estudo e de produção dos dados de investigação.

### 5.2.1 Produto Educacional

O presente trabalho acompanha o produto educacional “Produção convencional e orgânica e a saúde do agricultor: situações desencadeadoras para o ensino de funções”, que é uma proposta metodológica para a introdução do conceito de funções na forma de um caderno pedagógico para professores, com as SDAs e sugestões que o professor poderá utilizar em suas aulas.

Com este produto, objetiva-se auxiliar os professores a utilizarem-se das SDAs elaboradas nessa pesquisa, tomando-se o cuidado para que não sejam adotadas como meros exemplos de situações de ensino, mas de situações que preservem o reconhecimento da importância de mobilizar a necessidade conceitual nos estudantes em processo de aprendizagem dos conceitos.

Dessa forma, o produto foi estruturado com a apresentação do material, seguida da apresentação de ideias centrais da teoria utilizada, em que há sugestões de leituras e materiais para o aprofundamento dos estudos do professor — apresenta-se apenas alguns recortes do referencial teórico, de forma que o professor precise recorrer às leituras sugeridas no produto ou a esta tese vinculada ao produto para se aprofundar na teoria, caso deseje — e uma breve explicação de como se deu a criação das SDAs, no processo de estudo do movimento lógico e histórico e de como o professor pode utilizar-se delas, com sugestões de encaminhamentos metodológicos para a sala de aula.

A elaboração se deu dessa forma, buscando um produto interativo e explicativo e objetivando não ser uma receita prescritiva que os outros docentes possam reproduzir acriticamente, mas que possam utilizar, adaptando ou modificando conforme suas necessidades, bem como adotando os elementos que sustentam a proposta para a elaboração de SDAs para outros conceitos, o que se espera em um processo de formação inicial de professores de matemática.

O produto educacional é uma forma de tornar pública a pesquisa realizada e aplicada durante o doutorado profissional e sua produção é indispensável para a

conclusão do curso nesta área de ensino, devendo integrar a tese (CAPES, 2015). Deve estar relacionado à atividade profissional, sendo resultado de uma aplicação em condições reais de sala de aula ou outros espaços de ensino (CAPES, 2019), “[...] com vistas a responder a uma pergunta ou a um problema ou, ainda, a uma necessidade concreta associados ao campo de prática profissional”, (CAPES, 2019, p. 16) e ser elaborado e publicado de forma a propiciar sua disseminação, análise e utilização por outros professores (MOREIRA e NARDI, 2009).

Nesse contexto, a versão final desse produto foi elaborada a partir dos resultados da pesquisa de campo feita pela pesquisadora, sendo desenvolvido e aplicado com o público-alvo a que se destina, buscando responder à problemática da pesquisa e publicado no RIUT juntamente com a tese. Em sua elaboração, a pesquisadora precisou refletir sobre sua prática, durante a aplicação das SDAs em sala de aula, de forma a avaliar quais seriam as mudanças necessárias para alcançar o objetivo proposto na direção da aprendizagem conceitual dos estudantes em formação.

No próximo item, apresenta-se o experimento formativo que originou este produto, os sujeitos do experimento, juntamente com o local em que foi feita a aplicação, como foi a intervenção e quais foram os instrumentos de captação de dados utilizados na pesquisa.

### **5.3 O experimento formativo no processo de acompanhamento do fenômeno**

Com a finalidade de responder ao problema proposto e acompanhar o fenômeno investigado, foi feita uma pesquisa de campo ancorada no método histórico-dialético, o qual considera o fenômeno em sua totalidade e em movimento, em que a historicidade e as relações fundamentais do fenômeno são salutares.

A pesquisa foi apresentada ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UTFPR com o número CAAE 43774821.9.0000.5547, por se tratar de uma pesquisa envolvendo seres humanos, sendo aprovada conforme consta no parecer número 4.696.340.

O desenvolvimento da pesquisa de campo se deu por meio de um experimento formativo, que se caracteriza como um processo com envolvimento ativo da pesquisadora na aprendizagem dos estudantes/futuros professores, buscando-se o sentido da aprendizagem para os sujeitos e fazendo-se a interação das observações que foram sendo coletadas com o que foi sendo planejado, (CEDRO, 2008). A

escolha pelo experimento formativo se deu pela necessidade de acompanhar um processo investigativo em movimento. Vigotsky destaca a importância do experimento formativo, ao mencionar que

[...] ao acompanhar o movimento de formação em experimentos formativos por meio de intervenções intencionais o pesquisador atua no caráter fossilizado de certos comportamentos (VIGOTSKY 1934[2008]) criando condições para que esses regressem às suas formas originárias o que permite o estudo genético proposto por Vigotsky (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 43).

O experimento formativo foi feito na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco/PR, região que fica no sudoeste do Paraná e com uma importante fatia da economia oriunda da agricultura, onde a pesquisadora é docente, porém, por estar com afastamento integral de suas funções, a pesquisa foi desenvolvida com a autorização da professora responsável pela disciplina e do coordenador do curso. Os sujeitos da pesquisa foram 14 acadêmicos de uma turma de Licenciatura em Matemática do 1º período, na disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” e a intervenção foi feita durante as aulas regulares da disciplina, que são no período noturno. Essa opção, mencionada no capítulo introdutório, se deve ao interesse da pesquisadora na formação inicial de professores na licenciatura em matemática, especialmente desencadeado pelas primeiras vivências com disciplinas de formação em conhecimentos específicos da matemática que subsidiam a formação docente.

A pesquisadora, uma vez indicada a turma, fez a apresentação inicial do projeto, dos termos e descrição do cronograma de pesquisa para dar início ao processo de intervenção, o qual foi acompanhado pela professora da turma. Em relação aos procedimentos iniciais em campo, inicialmente foi entregue o TCLE/TCUISV para que os estudantes estivessem cientes da pesquisa, informações, riscos e benefícios da mesma e o Termo de Consentimento foi realizado oralmente com os participantes.

Os dados utilizados na pesquisa foram referentes aos estudantes regularmente matriculados na disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções”, do curso de Licenciatura em Matemática, de ambos os sexos, no primeiro semestre de 2022, que realizaram todas as etapas da pesquisa, mediante consentimento em Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Consentimento de Uso de Imagem, Som e Voz (TCUISV). Todos os estudantes matriculados na disciplina foram convidados a participar da pesquisa, a qual teve o

aceite de todos.

No processo deixou-se explícito aos participantes que poderiam deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo. Foi garantido, durante toda a pesquisa, o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, seus riscos e benefícios, a liberdade de expressão aos participantes e garantia de anonimato e sigilo, a privacidade e a garantia de participação voluntária, expressos nos termos de consentimento. Em decorrência de posicionamentos de participantes que gerassem desconforto aos demais ou distanciamento do tema de interesse durante as falas, procurou-se mediar as conversas a fim de minimizá-los.

Objetivando analisar as percepções dos estudantes durante a aplicação, registrar a captação do fenômeno em movimento, buscar as cenas que revelam manifestações ou indícios a fim de responder o problema proposto, as aulas foram gravadas e a professora pesquisadora também elaborou um diário de bordo durante a realização da experiência. A produção dos dados se deu visando a apreensão do fenômeno investigado, na sua totalidade, de maneira profunda, para isso, foi imprescindível a participação ativa da pesquisadora no campo de pesquisa e no desenvolvimento das ações e a captação dos dados, utilizando-se de vários instrumentos: o diário de bordo das observações, os registros escritos pelos participantes, as gravações das intervenções e a roda de conversa com a turma.

O diário de bordo é um instrumento de captação de dados por meio de observações do pesquisador, é um registro do fenômeno observado; os registros escritos pelos participantes visam acompanhar o movimento da formação deles; e a roda de conversa com a turma é um instrumento que visa a conversa com os estudantes e a troca de opiniões sobre determinado problema, auxiliando assim na captação do fenômeno. Nesta pesquisa, o objetivo da roda de conversa foi investigar as mudanças sentidas pelos estudantes com a metodologia proposta, o quanto essa forma de organizar o ensino pôde auxiliá-los na apropriação do conceito e qual é o entendimento por parte dos futuros professores, quanto a essa apropriação e quanto às diferenças desse modo de organização do ensino comparado a outros, por isso, ela foi feita de forma intencional, com as intervenções necessárias da pesquisadora (Apêndice A).

A aplicação foi realizada em oito encontros de duas horas/aula cada, conforme consta no quadro 4. Os quatro encontros iniciais (8h/a) foram para observação da

turma e levantamento dos conhecimentos prévios, sendo que no primeiro dia de observação, foram apresentadas a pesquisa e os termos, que os estudantes levaram para casa, em duas vias, a fim de reler e preencher, caso aceitassem participar da pesquisa. O objetivo dessa observação foi reconhecer as características da turma, se haviam necessidades especiais, se os estudantes eram participativos, comunicativos, se faziam trabalhos em grupo, verificar os conhecimentos prévios da disciplina, o modo de organização da turma e das aulas e conhecer o plano de ensino previsto para o semestre (Anexo A).

**Quadro 4 – Cronograma da intervenção**

<b>Encontro</b>	<b>Proposta</b>	<b>Instrumentos</b>
1, 2, 3 e 4	Observação da turma e apresentação da pesquisa e termos	Diário de Bordo das Observações
5	Intervenção – SDA 1	Diário de Bordo Gravação e Registro Escrito dos Estudantes
6	Intervenção – Finalização da SDA 1 e início da SDA 2	Diário de Bordo Gravação e Registro Escrito dos Estudantes
7	Intervenção – Finalização da SDA 2	Diário de Bordo Gravação e Registro Escrito dos Estudantes
8	Roda de conversa	Gravação e Diário de Bordo

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Os três encontros seguintes foram de intervenção, conforme pode-se verificar no quadro 4, com a realização das situações de ensino previamente planejadas, de acordo com os elementos da AOE e utilizando-se da abordagem CTS nas situações. Foram apresentadas as duas SDAs citadas no item 5.2, desenvolvidas à luz dos pressupostos do conceito de AOE, que intencionam desencadear o movimento de aprendizagem dos futuros professores acerca do conceito de função.

A escolha pela SDA como estratégia desencadeadora do movimento de formação se deu com a intenção da pesquisadora em transformar qualitativamente o objeto, dessa forma, a aplicação das SDAs se deu por meio da discussão coletiva, na qual os estudantes foram organizados em grupos. Vale mencionar que para a solução das SDAs, os estudantes utilizaram-se do GeoGebra, para haver melhor entendimento do comportamento das funções envolvidas.

O oitavo e último encontro foi de pós intervenção para roda de conversa de síntese, a fim de que os estudantes trouxessem as impressões sobre o desenvolvimento da atividade de aprendizagem. Cada encontro teve duração de 2 horas aula e a pesquisadora conduziu toda a aplicação da intervenção.

A pesquisa almejou promover interações entre os futuros professores revelando a importância da coletividade e da reflexão; possibilitar o desenvolvimento da consciência do futuro professor quanto a sua atividade principal, que é o ensino; que é de extrema relevância haver planejamento e, após o desenvolvimento do que foi planejado, analisar, de forma coletiva e fundamentada teoricamente.

Ansiou-se que os futuros professores formulassem coletivamente novos fazeres pedagógicos; que se apropriassem do conceito de função a fim de que pudessem discutir coletivamente e futuramente elaborar e criar possíveis articulações e práticas para a organização do ensino de função, além de utilizarem-se da abordagem CTS em suas práticas, podendo levar seus alunos a serem críticos e autônomos.

Dessa forma, entende-se que a pesquisa pode contribuir com a formação inicial de professores de matemática, ao apresentar aos acadêmicos uma forma de educar com a matemática, utilizando-se de questões ambientais e sociais, além de ter a possibilidade de levá-los a perceberem que o conhecimento científico não se dá de forma isolada, mas é produto social, fruto da coletividade; trabalhar coletivamente e refletir coletivamente sobre as práticas; contribuir para a formação inicial dos professores de matemática, valorizando o trabalho individual e coletivo.

No próximo tópico apresenta-se como se deu o processo de análise, feito a partir do conceito de isolado de Bento de Jesus Caraça. Os isolados foram construídos a partir do estudo detalhado dos dados captados no processo de investigação, levando em consideração o problema de pesquisa.

#### **5.4 O processo de análise**

O processo de análise objetiva buscar evidências do movimento que foi sendo feito pelos estudantes. Moretti, Martins e Moura (2017) evidenciam em seu trabalho, a importância do processo de análise, que

[...] em coerência com os princípios do método histórico-dialético tem o desafio de buscar revelar indícios do movimento de mudança qualitativa do objeto investigado e a explicitação de sua transformação o que significa, retomando a fala de Vigotsky, não apenas descrever os fenômenos, mas explicá-los em sua totalidade (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 48-49).

O modo de análise escolhido para essa pesquisa foi o conceito de isolado, de Bento de Jesus Caraça, que é apresentado pelo autor, diante da impossibilidade de

tratar a totalidade. Para ele, o isolado seria “[...] uma secção da realidade, nela recortada arbitrariamente” (CARAÇA, 1951, p. 112), ou seja, uma unidade que compõe o todo, em que o observador “[...] *recorta, destaca* dessa totalidade, um conjunto de seres e fatos, abstraindo de todos os outros que com eles estão relacionados” (CARAÇA, 1951, p. 112, grifo do autor). É claro que recortar apenas uma secção da realidade irá refletir nos resultados do estudo, por afastar-se de todo o resto, como o autor mesmo enfatiza, porém é preciso entender que é impossível tratar de toda a realidade.

Esse recorte que é feito a fim de se ter um isolado não é feito sem critérios, precisa ser feito de forma que cada recorte definido possua “[...] todas as propriedades que são inerentes ao todo e, concomitantemente, são partes vivas e indecomponíveis dessa unidade” (VIGOTSKY, 2000, p. 8), ou seja, isola-se para que se possa analisar o que é mais essencial no fenômeno a fim de compreendê-lo.

Dessa forma, é papel do pesquisador escolher seu isolado, “[...] de modo a compreender nele todos os fatores dominantes, isto é, todos aqueles cuja ação de interdependência influi sensivelmente no fenômeno a estudar” (CARAÇA, 1951, p. 112), ademais “[...] a cada novo isolado está associada uma nova qualidade, reveladora do processo de transformação do objeto” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 49). Eis um ponto fulcral no estabelecimento dos isolados de análise.

A elaboração desses isolados “[...] se dá por um movimento dialético do pesquisador na relação entre a teoria que subsidia a pesquisa e a realidade dos dados de forma que esse processo de análise “é atravessado pela compreensão crítica do pesquisador em relação à realidade”” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 52).

Após a definição dos isolados, surge a necessidade de apresentar o processo de análise em movimento, para isto, constroem-se *episódios*, que por sua vez são constituídos de *cenas* selecionadas entre os dados coletados. Estes

[...] episódios de formação são a tentativa de construir um modo de analisar as interdependências em isolados [...] poderão ser frases escritas ou faladas, gestos e ações que podem revelar interdependência entre os elementos de uma ação formadora. Assim, os episódios não são definidos a partir de um conjunto de ações lineares (MOURA, 2004, p. 276).

Ou seja, “[...] os episódios são produzidos como um conjunto de cenas selecionadas entre os dados levantados” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 50), no qual esse conjunto de cenas pode revelar o movimento dialético. As autoras

afirmam que para melhor entendimento, pode-se comparar esses episódios com pequenos filmes, que têm o potencial de permitir “[...] compreender o fenômeno em sua totalidade por meio de uma análise de natureza explicativa, na qual o pesquisador busca compreender o movimento do fenômeno e as mediações, contradições e superações desencadeadoras de novas qualidades” (MORETTI; MARTINS; SOUZA, 2017, p. 54).

Os isolados elaborados para esta pesquisa estão relacionados no quadro 5, juntamente com seus episódios e cenas. Foram elaborados baseando-se nos nexos conceituais de função encontrados no movimento da pesquisadora e buscam revelar indícios da apropriação conceitual, assim como o que a abordagem CTS permitiu para a aprendizagem da docência em uma universidade tecnológica.

**Quadro 5 - Isolados**

<b>ISOLADO</b>	<b>EPISÓDIO</b>	<b>CENA</b>
Isolado 1: indícios da apropriação conceitual de função pelos futuros professores.	Episódio A: reconhecimento de alguns nexos conceituais na direção da essência do conceito.	Cena 1: função como uma relação entre grandezas.
		Cena 2: o reconhecimento de variáveis em uma função.
		Cena 3: a interdependência como um dos nexos conceituais.
		Cena 4: o campo de variação como um dos nexos conceituais.
	Episódio B: movimentos de apropriação da forma generalizada de uma função.	Cena 1: a generalização e a formalização do conceito de função.
		Cena 2: a correspondência biunívoca.
Isolado 2: a aprendizagem da docência e a abordagem CTS em uma universidade tecnológica.	Episódio C: o recurso ao GeoGebra como tecnologia na representação de funções para desencadear a reflexão crítica sobre o tema.	Cena 1: significado da intercessão das retas do lucro do tabaco orgânico e do tabaco tradicional.
		Cena 2: o que a utilização do GeoGebra facilitou ou permitiu.
	Episódio D: sentido de estudar função.	Cena 1: o movimento de tomada de consciência sobre questões da saúde dos agricultores a partir da compreensão de função.
		Cena 2: quando veem um sentido para o estudo de função.

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Estes isolados foram construídos a partir do estudo detalhado dos dados captados no processo de investigação, levando em consideração o problema: como a

organização do ensino de um conceito em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” pode favorecer a aprendizagem da docência de professores de matemática em um curso de licenciatura, no contexto de uma universidade tecnológica? e o objetivo: investigar o ensino do conceito de função em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” que favoreça a aprendizagem da docência de futuros professores de matemática em um curso de licenciatura, propostos na pesquisa.

Ao entender-se que a aprendizagem da docência envolve a aprendizagem conceitual do conteúdo a ser ensinado num movimento que possibilite compreender como os conceitos foram desenvolvidos historicamente na direção da resolução de problemas, o problema de pesquisa da presente investigação buscou adentrar em respostas a esse modo de apropriação conceitual pela via da proposição de situações desencadeadoras de aprendizagem intencionalmente organizadas, que aproximem os sujeitos da compreensão dos conceitos.

Assim, os dois isolados de pesquisa procuraram captar em profundidade indícios do movimento de apropriação conceitual de função e caminhos ou modos de aproximação dos sujeitos ao conceito que os coloque diante de SDAs que mobilizem a tomada de consciência sobre o sentido do conceito no enfrentamento de questões a que a humanidade se depara, envolvendo o uso de tecnologias e o tratamento de questões ambientais, de saúde e qualidade de vida.

O Isolado 1, entendido como um recorte da realidade em profundidade em resposta ao problema de pesquisa, foi elaborado buscando revelar indícios da apropriação conceitual de função pelos futuros professores, pautando-se nos elementos da AOE e mobilizados ao se considerar o movimento histórico e lógico na situação desencadeadora, pois pode favorecer a formação do pensamento teórico do sujeito para a docência, ou seja, o professor pode se apropriar de um modo geral de aprendizagem dos conceitos a serem ensinados. Os dados de pesquisa possibilitaram elaborar dois episódios referentes a esse isolado. O Episódio A trata dos nexos conceituais, cujas cenas apresentam esse movimento dos estudantes no reconhecimento de cada um deles — a função como uma relação entre grandezas (Cena 1), as variáveis em uma função (Cena 2), a interdependência (Cena 3) e o campo de variação (Cena 4) — e o Episódio B refere-se à generalização do conceito, cujas cenas trazem elementos da generalização e a formalização do conceito de função (Cena 1) e a correspondência biunívoca (Cena 2).

O Isolado 2, constituído de um recorte em profundidade acerca do movimento de formação no uso de recursos e na atribuição de sentido aos conhecimentos a serem ensinados, foi elaborado ao se reconhecer que esse modo de organização do ensino pode auxiliar na formação de licenciandos como futuros professores, que se utilizem das ferramentas disponíveis para o ensino, no caso as tecnologias, não só como meros instrumentos, mas de forma a refletir sobre àquele conceito, buscando, nesses instrumentos, um auxílio para um melhor entendimento do sentido daquele conceito e de suas implicações no contexto da realidade.

Portanto, neste isolado, também há dois episódios. O Episódio C objetiva mostrar que se pode utilizar o recurso ao GeoGebra como tecnologia na representação de funções para desencadear a reflexão crítica sobre o tema, apresentando o entendimento que foi sendo construído pelos estudantes, sobre o significado da intercessão das retas do lucro do tabaco orgânico e do tabaco tradicional na busca por compreender qual o significado dessa intercessão para o problema (Cena 1) e trazendo apontamentos dos estudantes quanto ao que a utilização do GeoGebra facilitou ou permitiu compreender (Cena 2).

O segundo episódio deste Isolado 2, Episódio D, traz indícios de que as SDAs possibilitaram aos estudantes dar um sentido ao estudo de função, considerando que se pôde perceber um movimento de tomada de consciência sobre questões da saúde dos agricultores a partir da compreensão de função (Cena 1) e quanto ao sentido para o estudo de função (Cena 2).

A análise dos dados é apresentada no próximo capítulo, no qual são esmiuçados cada isolado com seus respectivos episódios e cenas, buscando revelar o movimento da apropriação conceitual de função pelos futuros professores e as possíveis manifestações desse processo formativo no contexto da abordagem CTS e de uma universidade tecnológica.

## **6 ANÁLISE DE DADOS: O MOVIMENTO DA APRENDIZAGEM DA DOCÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

As observações da turma foram iniciadas pela pesquisadora no primeiro dia de aula da disciplina. Neste dia, a professora da turma pediu que os estudantes se apresentassem e contassem qual foi a motivação para a escolha do curso e se trabalhavam em período integral ou meio período. Foi possível observar que muitos estudantes escolheram esse curso por gostar de matemática, enquanto alguns iniciaram o curso por ser a única opção disponível, por não terem sido aprovados na primeira opção de curso pretendida; que muitos não residem na cidade de Pato Branco, mas em cidades vizinhas de menor porte e alguns trabalham meio período ou integralmente. Também mencionaram que a pandemia atrapalhou muito a aprendizagem, especialmente de matemática.

Após essa apresentação e durante as outras aulas observadas, a professora da turma foi revisando alguns temas de estudo como conjuntos, conjuntos numéricos e relações, sendo possível observar que os estudantes possuíam muitas dificuldades com o conteúdo matemático. A professora tentava manter um diálogo, porém poucos estudantes participavam das discussões. A turma era bem pequena, com aproximadamente 12 estudantes e, por conta das chamadas seguintes do SISU, que é o sistema de ingresso em muitas universidades públicas, em todas as aulas haviam novas entradas de estudantes, sendo que esses estudantes novos já entravam com o conteúdo em andamento. Por conta disso, no período de intervenção da pesquisadora, foi necessário reapresentar a situação de ensino em todas as aulas, para alocar os novos estudantes e reorganizar os grupos, de modo que pudessem participar das discussões. Dessa forma, foram considerados os dados de um total de 14 estudantes na análise, que foram os estudantes que participaram de toda a intervenção.

Após os 4 encontros de observação, no quinto dia a pesquisadora iniciou com a apresentação da SDA intitulada “Não adoece somente quem fuma, mas também quem planta”. Durante a intervenção, após a apresentação e explicação da SDA, os estudantes foram organizados em grupos a fim de que buscassem resolver o problema desencadeador coletivamente.

Inicialmente foram feitos quatro grupos, porém os estudantes foram alterando os grupos e reagrupando alguns, ficando por fim três grupos compostos da seguinte forma: grupo 1 composto pelos Estudantes 2, 8 e 11; grupo 2 composto pelos

Estudantes 5, 6, 7 e 12 e grupo 3, composto pelos Estudantes 1, 3, 4, 9, 10, 13 e 14. Os estudantes do grupo 3 eram oriundos de dois grupos inicialmente formados que sentaram junto para resolver as situações.

Os estudantes estavam tímidos durante a apresentação e discussão da SDA, não interagindo muito com a pesquisadora, porém pôde-se observar que trabalhavam ativamente nos grupos, na resolução do problema, pois estavam ansiosos por descobrir como “ajudar Miguel”, não somente a resolver o problema matematicamente, como também a analisar se era viável a mudança, considerando as leis para produção do tabaco orgânico, a lucratividade dessa produção comparada com a tradicional, o tempo que necessitariam para aprender a trabalhar com essa cultura e para iniciar a venda como orgânico, as mudanças na estrutura, ou seja, os benefícios e as eventuais dificuldades.

Ademais, o Estudante 6 mencionou que seu avô era produtor de fumo, o que auxiliou mais seu grupo nas reflexões por conta dessa vivência. Como mencionado anteriormente, a definição do tema gerador da SDA foi mobilizada pela necessidade de se discutir aspectos do ensino de conceitos matemáticos e de suas relações com a abordagem CTS em um cenário geográfico de uma universidade mais próxima de produtores rurais e que recebe muitos estudantes, filhos e/ou netos desses trabalhadores e produtores rurais.

Os estudantes discutiram sobre todos esses temas no quinto e sexto encontros e, ao buscarem resolver “a parte matemática”, foram reconhecendo alguns dos nexos conceituais que envolvem o conceito de função na direção da essência do conceito. No sexto encontro os estudantes finalizaram a resolução da primeira SDA e a pesquisadora apresentou a segunda SDA, intitulada “Os produtores de tabaco teriam opções melhores?”, no qual Miguel procura outras opções de plantio, objetivando deixar de plantar tabaco. Essa SDA aborda a plantação de morango tradicional e orgânico, de forma que os estudantes precisaram verificar se era viável deixar de plantar tabaco e iniciar a plantação de morangos, considerando todas as mudanças necessárias. Após a apresentação da SDA, os estudantes continuaram nos grupos para resolver a situação e a finalizaram no sétimo encontro.

Em resposta à pergunta de pesquisa apresenta-se a seguir os isolados de análise que buscam revelar o movimento da apropriação conceitual de função pelos futuros professores, bem como as possíveis manifestações desse processo formativo no contexto da abordagem CTS e de uma universidade tecnológica.

## 6.1 Isolado 1: indícios da apropriação conceitual de função pelos futuros professores

Ao observar como os estudantes foram reconhecendo as grandezas apresentadas na primeira SDA, na busca por entender como se relacionam, quais são variáveis ou fixas, quais são dependentes de outras e qual é o campo de variação das relações que foram sendo elaboradas, pode-se organizar o primeiro Episódio, a fim de revelar como os estudantes foram reconhecendo alguns nexos conceituais na direção da essência do conceito.

Neste episódio há quatro cenas que trazem esse movimento dos estudantes na busca pelas funções que auxiliariam a responder o problema desencadeador das duas SDAs. A primeira SDA problematizava como Miguel poderia mostrar aos seus pais a opção da produção orgânica e auxiliar seus colegas nesse entendimento, considerando as diferentes quantidades de terras que possuem e, a segunda SDA apresentava o plantio de morango como outra opção, objetivando verificar se a mudança seria conveniente, considerando todos os fatores necessários para essa mudança. As cenas são anunciadas a seguir, no quadro 6.

### 6.1.1 Episódio A: reconhecimento de alguns nexos conceituais na direção da essência do conceito

O quadro 6 sintetiza o movimento de reconhecimento de alguns nexos, no movimento das cenas que constituem o Episódio A: reconhecimento de alguns nexos conceituais na direção da essência do conceito, componente do primeiro isolado da pesquisa: indícios da apropriação conceitual de função pelos futuros professores.

**Quadro 6 – Episódio A**

<b>ISOLADO</b>	<b>EPISÓDIO</b>	<b>CENA</b>
Isolado 1: indícios da apropriação conceitual de função pelos futuros professores.	Episódio A: reconhecimento de alguns nexos conceituais na direção da essência do conceito.	Cena 1: função como uma relação entre grandezas.
		Cena 2: o reconhecimento de variáveis em uma função.
		Cena 3: a interdependência como um dos nexos conceituais.
		Cena 4: o campo de variação como um dos nexos conceituais.

Fonte: Autoria própria (2022)

Os estudantes trabalharam em grupos baseados na Tabela 1, já mencionada no capítulo anterior e constante da primeira situação desencadeadora, na qual são observados dados de uma safra de tabaco orgânico comparada com o tabaco tradicional, para 2 hectares de terra. Ao buscar resolver a SDA proposta, os estudantes observaram que alguns dados que constavam na Tabela 1 eram variáveis, enquanto outros eram fixos. Além disso, perceberam que existiam algumas relações entre as grandezas apresentadas na tabela, de forma que alguns dados eram dependentes de outros, como por exemplo, a grandeza kg (total) era dependente da quantidade de pés e da média por pé; a receita era dependente do kg (total) e do valor a ser pago pelo quilo do tabaco.

Com base na Tabela 1, todos os grupos optaram por fazer duas novas tabelas, uma para a unidade de hectare e uma para 12,5 hectares, que era a quantidade de terra dos pais de Miguel. Um dos grupos produziu as novas tabelas por meio de uma planilha elaborada no Excel, o que lhes permitiu alterar os valores e trabalhar de forma mais rápida, enquanto os demais grupos fizeram as tabelas manualmente. Ao serem questionados quanto ao motivo de terem feito a tabela unitária, os estudantes responderam que era para facilitar os cálculos para outras quantidades de terra, como pode-se ver na resposta do Estudante 1:

Estudante 1: Porque ficaria mais fácil de multiplicar por qualquer valor. (Registro oral, 05/04/22).

A figura seguinte retrata um exemplo dessa tabela unitária, feita pela Estudante 3:

Figura 1 - Tabela para um hectare feita pela Estudante 3, integrante do grupo 3

PRODUÇÃO	Tobaco org. (1 ha)	Tobaco Trad. (1 ha)
PÉS	15 000	15 000
MÉDIA/pe (g)	96,27	180
Kg (total)	1444	2700
Valor (kg)	12	9,41
RECEITA	17 328,00	25 407,00
Custo	5 641,15	13 135,55
LUCRO	11 686,85	12 271,45

DIFERENÇA DE LUCRO por ha é de 584,6

Fonte: Autoria própria (2022)

Baseados nessa nova tabela (Figura 1), os estudantes dos grupos 1 e 3, organizaram também uma “tabela variável”, exemplificada a seguir na Figura 2, na qual foram colocando as relações para x quantidades de hectares, tanto para o tabaco tradicional, quanto para o tabaco orgânico, com o intuito de comparar essas produções. Essa tabela foi feita com o objetivo de facilitar o cálculo para outras quantidades de terra de forma a responder a primeira SDA e compõe a Cena 1, juntamente com alguns relatos apresentados na sequência.

Figura 2 – Tabela para qualquer quantidade de hectares feita pelos estudantes integrantes do Grupo 1

Tabela variável para x=HA	Org	Conv
Pés (P)	x. 15.000	x. 15000
Média por pe (m)	96,27	180
Kg (kg)	P. m / 1000	P. m / 1000
Valor (V)	12,00	9,41
Receita (R)	Kg. V	Kg. V
Custo (C)	x. 5641,15	x. 13.135,55
Lucro	R - C	R - C

Fonte: Autoria própria (2022)

Nessa tabela da Figura 2, pode-se observar que os estudantes destes grupos elaboraram relações como a relação para a quantidade de pés por hectare:  $p = 15000.x$ , sendo  $p$  a quantidade total de pés,  $15000$  a quantidade de pés que podem ser plantados em um hectare de terra e  $x$  a quantidade de hectares; a relação receita  $ro = 15000.x.(96,27/1000).12$  para o tabaco orgânico e  $rt = 15000.x.(180/1000).9,41$  para o tabaco tradicional, na qual tem-se a quantidade de pés que podem ser plantados por hectare ( $15000$ ), vezes a quantidade de hectares ( $x$ ), vezes a média por pé, transformada em kg ( $96,27/1000$  para o tabaco orgânico e  $180/1000$  para o tradicional), vezes o valor do quilograma ( $12$  para o tabaco orgânico e  $9,41$  para o tradicional).

A situação levou os estudantes a identificar as relações existentes entre as grandezas que compõe a Tabela 1, bem como quais dessas grandezas são variáveis ou fixas. Isso pode ser percebido em algumas conversas entre os estudantes, como a que se segue, que leva a entender que o Estudante 1 compreendeu as relações existentes entre cada uma das grandezas que compõe a Tabela 1.

Pesquisadora: Vamos pensar, o que que tem no lucro?

Estudante 1: A receita.

Pesquisadora: A receita. Como é que eu cheguei na receita?

Estudante 1: O quilo vezes o valor. (Registro oral, 05/04/22).

Em outras conversas, que compõe a Cena 2, os estudantes vão reconhecendo quais grandezas da Tabela 1 são fixas e quais são variáveis, a fim de compreenderem quais relações existiam entre elas e como se comportam essas relações, como pode-se observar na fala da Estudante 1, ao explicar que precisa fazer uma transformação na média por pé, para que os dados fiquem compatíveis, mencionando também que a média por pé é fixa, enquanto o quilo total é variável:

Estudante 1: Só que tem que transformar primeiro, profe, aqui tá em grama, então você primeiro tem que transformar a média por pé em quilos pra daí, como o quilo total é variável então a média do pé, como ela é fixa, vai ter que transformar em quilos pra daí fazer essa, esse quilo total. (Registro oral, 05/04/22).

A pesquisadora, ao questionar o Estudante 2 acerca de como representou a quantidade de pés para o caso de qualquer quantidade de hectares, recebeu como resposta que pode substituir por uma variável que ele denomina  $x$ , como pode ser observado no diálogo seguinte:

Estudante 2: O número de pés seria 15 mil vezes o número de hectares.  
 Pesquisadora: Daí você colocou o número de hectares como?  
 Estudante 2: Coloquei x. (Registro oral, 05/04/22).

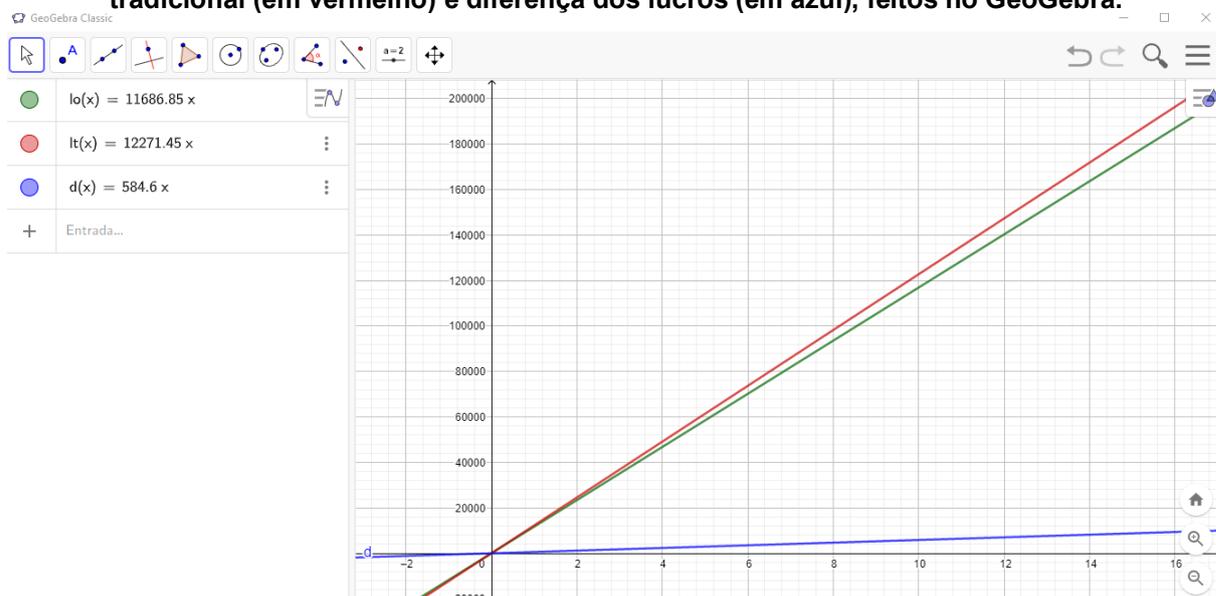
A compreensão do Estudante 2, manifestada na cena, permite evidenciar que entendeu que a quantidade de hectares é variável, dependendo da quantidade de pés por hectare.

Outros relatos também levam a evidenciar indícios de compreensão de quais grandezas eram dependentes de outras (Cena 3) e como as funções se comportavam, em relação a mudança de hectares.

Estudante 2: O lucro depende da quantidade de terra. (Registro oral, 18/04/22).  
 Estudante 8: A receita é o quilograma vezes v que é o valor. (Registro oral, 05/04/22).  
 Estudante 8: E o lucro é r menos c. (Registro oral, 05/04/22).

Fica evidente também nas conversas que os estudantes foram colocando letras para facilitar a escrita dessas relações. A partir delas, puderam chegar na relação do lucro ( $l = receita - custo$ ), de forma que o lucro do tabaco orgânico seria  $lo = 11686,85.x$  e o lucro do tabaco tradicional seria  $lt = 12271,45.x$ , além da função da diferença ( $d = 584,6.x$ ), que pode ser usada para verificar qual é a diferença de lucratividade entre as produções orgânica e tradicional. Com essas relações definidas, os estudantes utilizaram o GeoGebra como ferramenta a fim de analisar seus gráficos, buscando compará-las e entender o comportamento de cada uma.

**Figura 3 – Gráficos das funções lucro do tabaco orgânico (em verde), lucro do tabaco tradicional (em vermelho) e diferença dos lucros (em azul), feitos no GeoGebra.**



Essa ferramenta auxiliou os estudantes quanto à compreensão do campo de variação de cada uma das funções e o seu comportamento, com relação às mudanças na variável  $x$ . Esse entendimento de quanto uma variável aumenta em relação a outra foi discutido durante o primeiro e o segundo dia de intervenção e os estudantes estavam com muita dificuldade em entender essa relação, como pode-se observar na conversa a seguir, na qual utiliza-se a função da diferença  $d = 584,6.x$ :

Estudante 1: Se  $x$  aumentar uma unidade, o outro vai aumentar na mesma proporção também.

Pesquisadora: Mas quanto? Ele vai aumentar muito? Se eu aumentar o  $x$  uma unidade, o  $d$  aumenta muito, ou será que ele aumenta pouquinho?

Inaudível

Pesquisadora: Mas quanto?

Estudante 8: Um.

Pesquisadora: Um será? Vamos pensar assim, então o  $x$ , opa, 584,6 vezes 1, então meu  $d$  vai ser, 584,6. Se eu pegar agora e colocar no lugar do  $x$ , o 2, que resultado eu vou ter? 1168. Então, ó, eu aumentei uma unidadezinha no  $x$ , o  $d$  aumentou quanto?

Estudantes: 584,6. (Registro oral, 05/04/22).

A estudante que escreveu essa função da diferença mencionada acima deixa indícios de que compreendeu essa relação, ao tentar explicar sua utilidade:

Estudante 3: Eu pensei em mostrar só o, a diferença do lucro entre os dois e daí como um hectare a diferença vai dar 584,6 e multiplicar isso pela quantidade de terras que o cara tem. (Registro oral, 05/04/22).

Conforme a Estudante 3 relata, fica evidente que ela compreendeu que ao aumentar uma unidade na variável hectare, a variável diferença aumenta 584,6 unidades. Após a apresentação e discussão da segunda SDA, intitulada “Os produtores de tabaco teriam opções melhores?”, também foi possível evidenciar algumas compreensões semelhantes. Por exemplo, ao tratar da função lucro para o morango orgânico, o Estudante 2, cuja função do lucro era  $l_0 = 46000.x$ , enfatiza seu entendimento sobre essa interdependência entre a variável lucro e a variável hectares:

Estudante 2: O lucro depende da quantidade de terra.

Pesquisadora: Então aqui é uma relação entre quantidade de terra e lucro, quando eu vario o  $x$  uma unidade, quanto varia o lucro?

Estudante 2: 46 mil. (Registro oral, 18/04/22).

Como já mencionado, o GeoGebra também permitiu que os estudantes reconhecessem o campo de variação das funções. Apesar de os gráficos dessas funções contemplarem todos os reais no GeoGebra, indo dos negativos para os positivos, os estudantes mencionam que, baseando-se no problema, o gráfico deveria

conter somente valores maiores que zero, pois não tem sentido um valor negativo de hectares. Isso pode ser evidenciado nos registros da Cena 4:

Pesquisadora: Essas relações não são válidas em todos os reais, concordam.  
 Estudante 3: Não.  
 Pesquisadora: Elas são válidas a partir de que valor?  
 Estudante 3: Dos positivos. (Registro oral, 05/04/22).

Também puderam visualizar que os gráficos se interceptam apenas em um ponto, neste caso no  $x = 0$  e o Estudante 2 menciona que o ponto de intercessão das retas do lucro do tabaco orgânico e do tabaco tradicional é onde esses lucros são iguais:

Pesquisadora: Será que em algum momento essas duas retas, essa e essa, elas vão se interceptar? Vocês sabem o que que é duas retas se interceptar? O que que significaria, nesse caso, elas se interceptarem? Quando que duas retas se interceptam? Só pra gente pensar um pouco.  
 Estudante 2: Quando daria o mesmo lucro. (Registro oral, 05/04/22).

Depois dessas análises e da discussão nos grupos, os estudantes apresentaram suas conclusões, num movimento de síntese coletiva, buscando chegar às representações que eles julgavam mais consistentes para resolver o problema desencadeador das duas SDAs. No decorrer das discussões, percebeu-se que os estudantes não focaram apenas na resolução matemática, como também e principalmente, no “como” levar essas informações aos pais de Miguel — que será discutido no Episódio D —, de forma que entendessem as relações estabelecidas e se era possível fazer a mudança do tabaco tradicional para o orgânico na primeira SDA e para o morango na segunda SDA.

À vista disso, esse episódio permitiu reconhecer alguns nexos que foram mobilizados por algumas ações e questionamentos, pelas intervenções no processo da pesquisa, na apresentação, entendimento e resolução das SDAs. Havia uma intencionalidade pedagógica ao se levantar algumas situações para mobilizar os nexos conceituais de função, pois entende-se que é a partir da compreensão destes que se pode revelar a essência do conceito (SILVA, 2018).

Desde a apresentação da primeira SDA, pode-se perceber que os estudantes foram reconhecendo as diferenças entre grandezas fixas e variáveis, quais grandezas tinham relação entre si e como eram essas relações, essa interdependência entre

elas. Com a elaboração das funções, os estudantes foram percebendo como elas variavam e quais seriam os campos de variação, considerando o problema.

Há indícios de que considerar o movimento histórico e lógico na organização dessa atividade de ensino auxiliou na apropriação conceitual dos conhecimentos escolares, em consonância com o entendimento de Panossian, Moretti e Sousa (2017), de que quando o estudante compreende o desenvolvimento histórico e lógico de um conceito ele pode compreender o significado que esse conceito carrega. A pesquisadora, ao procurar apresentar nas SDAs esse movimento, também pôde levar os estudantes por esse caminho, de “descobrir” como apresentar uma relação entre as diferenças de lucro na produção do tabaco e do morango orgânico e tradicional, levando em consideração as quantidades de terra dos produtores. Ao levar os estudantes a compreenderem como se dá o desenvolvimento das funções, pode-se proporcionar a mobilização da aprendizagem na direção da essência desse conceito.

Ademais, as resoluções das SDA foram feitas de forma coletiva, com a intervenção da pesquisadora, objetivando que os estudantes fossem colocados em atividade, na perspectiva teórica defendida por Leontiev, de modo que sentissem a necessidade de resolver o problema e, dessa forma, entrassem em atividade de estudo na direção da apropriação do conhecimento científico.

Pode-se evidenciar que os encaminhamentos que os estudantes adotaram para responder a SDA gerou neles a necessidade de retomar o que trouxeram da educação básica, de modo que foram utilizando-se de letras/símbolos para as grandezas variáveis. Ao elaborarem a “tabela variável”, escreveram relações entre duas grandezas que evidenciam o entendimento de função como correspondência entre dois conjuntos, que para Caraça (1951), é um aspecto de imprescindível importância para o entendimento de função. Dessa forma, pôde-se perceber que, com os encaminhamentos feitos pela pesquisadora, os estudantes compreenderam o que seria uma variável e como se dá essa correspondência entre as variáveis em uma função. Ademais, isso permitiu que observassem as alterações que uma variável ocasiona na outra e conseqüentemente, que há uma correspondência biunívoca entre os dois conjuntos envolvidos na relação.

Na busca por explicarem as diferenças de lucro em relação às diferenças de hectares de terra, precisaram observar a variação (fluência) dos elementos envolvidos nas relações que escreveram, além da interdependência entre as duas variáveis.

Dessa forma, há indícios de que o movimento de explicarem as diferenças levou-os a identificarem o padrão definido pela função.

Em linhas gerais, os aspectos levantados nas cenas que compõem esse episódio permitem revelar que esse movimento criou condições para que os estudantes se apropriassem do conceito de função, pois o objetivo não era simplesmente “encontrar o valor do  $x$ ”, ou apenas “substituir letras por números”, mas investigar que relações haviam entre as grandezas apresentadas no problema e, baseado nisso e em outros conhecimentos da vida na agricultura, auxiliar Miguel a tomar uma decisão para apresentar esses dados de forma consistente e de modo a melhorar e transformar as condições de trabalho dos agricultores. Destarte, essa SDA tem potencial para desencadear no estudante a apropriação do conceito de função e suas relações com a temática desencadeadora, criando assim condições para pensar de forma crítica quanto a produção do tabaco e suas consequências.

Em síntese, esse primeiro episódio permite reconhecer o movimento de alguns nexos conceituais de função na medida em que as ideias de fluência, interdependência, movimento, campo de variação e variável foram mobilizados nas situações de resolução do problema desencadeador.

No próximo episódio, objetiva-se trazer o movimento dos estudantes referente à apropriação da forma generalizada de uma função, a fim de mostrar como foram construindo a generalização e a formalização do conceito de função (Cena 1) e como foram entendendo/relembrando a correspondência biunívoca entre os dois conjuntos envolvidos na relação (Cena 2), que são de extrema importância para a compreensão do que é uma função, a fim de diferenciá-la de uma relação qualquer.

#### 6.1.2 Episódio B: movimentos de apropriação da forma generalizada de uma função

Ainda na direção de reconhecer indícios do movimento de apropriação do conceito de função, tem-se a produção de um segundo episódio. O quadro 7 resume esse movimento de reconhecimento de apropriação da forma generalizada de uma função, no movimento das cenas que constituem o Episódio B: movimentos de apropriação da forma generalizada de uma função, que também compõe o primeiro isolado da pesquisa: indícios da apropriação conceitual de função pelos futuros professores. As cenas que o constituem decorrem de registros orais de momentos representativos para a análise em profundidade do fenômeno em estudo.

**Quadro 7 – Episódio B**

<b>ISOLADO</b>	<b>EPISÓDIO</b>	<b>CENA</b>
Isolado 1. indícios da apropriação conceitual de função pelos futuros professores.	Episódio B: movimentos de apropriação da forma generalizada de uma função.	Cena 1: a generalização e a formalização do conceito de função.
		Cena 2: a correspondência biunívoca.

**Fonte: A autoria própria (2022)**

Nas discussões da primeira SDA os estudantes dos grupos 1 e 3 formaram relações com os dados da Tabela 1, que podem ser observadas na Figura 2, apresentada no episódio anterior. Com isso, evidenciou-se que conseguiram reconhecer uma forma geral da função e desse modo poderiam verificar os resultados para qualquer quantidade de terra de forma mais ágil. Um recorte do diálogo entre a pesquisadora e a Estudante 8, que contempla a Cena 1, relewa esse movimento:

Pesquisadora: Vocês conseguiriam dizer assim uma forma de apresentar pra qualquer quantidade de terra, se chegasse pra vocês, ah eu tenho dez?  
 Estudante 8: É só substituir o x por dez. (Registro oral, 05/04/22).

Em outro relato, da Estudante 7, também é possível observar indícios dessa generalização, que compõe a Cena 1. Além disso, ela menciona que, como teria várias relações indicadas na Figura 2, talvez não facilitasse tanto, pois seria necessário utilizar-se de cada uma delas até chegar no lucro, pois o lucro é escrito como a receita subtraída do custo, enquanto o custo depende da quantidade de terra e a receita depende dos quilos e do valor; os quilos dependem da quantidade de pés e da média por pé; e a quantidade de pés depende da quantidade de terra. Ou seja, surge, para esta estudante, uma necessidade de escrever uma relação direta entre o lucro e a quantidade de terra a fim de diminuir o trabalho a cada nova quantidade de terra apresentada, revelando assim indícios do desenvolvimento do pensamento teórico do estudante, na estruturação de uma forma geral (DAVIDOV, 1982). O registro a seguir evidencia a constatação da estudante:

Estudante 7: [...] pra mostrar pra todo mundo, seria pra fazer tipo um tipo de função. Tipo, por exemplo, primeiro,  $f(x)$  igual a 15 mil vezes x, esse x seria o valor da quantidade de hectares cada uma, só que eu não sei se facilitaria porque teria que fazer uma função pra cada um deles. (Registro oral, 05/04/22).

Após as discussões dos grupos, a pesquisadora foi elaborando no Excel, juntamente com os estudantes, a tabela da Figura 2 que tratava das relações entre as grandezas da Tabela 1 e escrevendo no quadro as relações que alguns registraram

para o caso geral. Baseando-se na conversa anterior da Estudante 7, a pesquisadora falou dessa forma geral da função, para facilitar o trabalho, em que a função lucro, por exemplo, dependesse apenas da variável  $x$  (quantidade de terra) e não da receita e do custo, como haviam registrado na tabela variável (Figura 2).

A partir dessas discussões alguns estudantes apresentaram uma função, a fim de mostrar que não é necessário fazer os cálculos em todas as possíveis relações da Figura 2, mas que, como uma relação depende de outra, é possível reescrever cada uma de forma que dependam apenas da quantidade de hectares. Por exemplo, a relação escrita para a receita, que na Figura 2 é:  $r=kg.v$ , sendo  $kg$  a grandeza  $kg$  (total) e  $v$  o valor ( $kg$ ), que é uma grandeza fixa, constantes na Tabela 1, pode ser reescrita considerando que  $kg=p.m/1000$ , sendo  $p$  a quantidade de pés e  $m$  a média por pé (que é fixa); e  $p(x)=x.15000$ , sendo  $x$  a variável para a quantidade de hectares.

Dessa forma, num movimento de síntese coletiva, a pesquisadora registra a relação da receita para o caso do tabaco orgânico, que pode ser escrita de forma mais geral, como:  $ro(x)=kg.v=(p.m/1000).12=(x.15000).(96,26/1000).12=17326,8.x$ . Nessa síntese a pesquisadora discute que é possível fazer esse procedimento para as demais relações da Figura 2 e essa nova forma de escrever a relação da receita, fica dependendo apenas da variável  $x$ , que é a quantidade de hectares. Alguns estudantes perceberam que poderiam fazer dessa forma, tendo uma relação do lucro que dependesse apenas da quantidade de hectares e não da receita e do custo, que por sua vez dependem de outras grandezas, o que os levaria a fazer todos os cálculos da Tabela 1 toda vez que tivessem uma quantidade nova de hectares, como faziam quando tinham as funções da Figura 2. Essa nova tabela feita com os estudantes é apresentada na sequência, na Tabela 2.

**Tabela 2 – Relações estabelecidas a partir da Tabela 1, para  $x$  hectares de terra**

<b>Produção</b>	<b>Tabaco orgânico (x ha)</b>	<b>Tabaco tradicional (x ha)</b>
Pés	$po=15000x$	$pt=15000x$
Média por pé (g)	96,27	180
Kg (total)	$Kgo=1443,9x$	$Kgt=2700x$
Valor (kg)	12,00	9,41
<b>Receita</b>	<b><math>ro=17326,8x</math></b>	<b><math>rt=25407x</math></b>
Custo	$co=5641,15x$	$ct=13135,55x$
<b>Lucro líquido</b>	<b><math>lo=11685,65x</math></b>	<b><math>lt=12271,45x</math></b>

Fonte: Autoria própria (2020)

A Estudante 3 havia chegado em uma função mais geral, que ela chama de função diferença,  $d(x)=584,6 \cdot x^{14}$ , que é resultante da subtração das duas funções do lucro (para o tabaco orgânico e tradicional:  $d(x)=l_o(x)-l_t(x)=12271,45x-11685,65x=585,8x$ ) e possibilita descobrir qual é a diferença da lucratividade entre a produção orgânica e tradicional do tabaco, para  $x$  hectares de terra, ou seja, que a cada hectare de terra há um “prejuízo” de R\$ 584,60 no plantio do tabaco orgânico.

Estudante 3: Eu pensei em mostrar só o, a diferença do lucro entre os dois e daí como um hectare a diferença vai dar 584,60 e multiplicar isso pela quantidade de terras que o cara tem. (Registro oral, 05/04/22).

Estudante 3: E daí daqueles 12 hectares e meio eu vi que o tradicional ele vai dar um lucro a mais que 7307,5. (Registro oral, 05/04/22).

Na última fala, ela menciona que ao utilizar-se dessa função, para o caso dos pais de Miguel que possuem 12,5 ha de terra, a diferença de lucratividade seria de R\$ 7307,5 ( $d(x)=584,6x=584,6(12,5)=7307,5$ ), ou seja, eles teriam esse “prejuízo” ao mudarem para a plantação do tabaco orgânico. O resultado apresentado pela estudante suscitou em um diálogo referente ao quanto realmente seria essa diferença, se fosse considerado o gasto com a saúde do agricultor, que é tratado mais adiante, no Episódio D.

Após essas discussões, a pesquisadora auxiliou os estudantes a reescreverem as relações da Figura 2, a fim de facilitar os cálculos (Tabela 2 – Relações estabelecidas a partir da Tabela 1, para  $x$  hectares de terra) e o GeoGebra foi utilizado para verificar o comportamento dessas relações (Figura 3 - Gráficos das funções lucro do tabaco orgânico, lucro do tabaco tradicional e diferença dos lucros, feitos no GeoGebra). Conforme pode-se ver na Figura 3 apresentada anteriormente, as funções escritas no GeoGebra foram as do lucro para o tabaco orgânico e para o tabaco tradicional e a função diferença entre o lucro dos dois tipos de produção, escrita pela Estudante 3.

Na resolução da segunda SDA, que trata de outras opções para os produtores de tabaco, no caso, a produção de morango, tendo como problema desencadeador se, considerando todos os fatores necessários para essa mudança, seria conveniente mudar para plantio de morango convencional ou orgânico, além de como levar essas

---

<sup>14</sup> A estudante utilizou arredondamentos diferentes em seus cálculos, dessa forma sua função ficou 1,2 unidades menor que a apresentada pela pesquisadora.

informações aos pais de Miguel, alguns estudantes também elaboraram a função diferença, baseados na solução da SDA anterior.

Quando a segunda SDA foi apresentada, os estudantes procuraram resolvê-la da mesma forma que a anterior, deixando vestígios de que estão acostumados a exercícios repetitivos, porém, como essa SDA tinha tipos de dados diferentes, não era possível resolvê-la da mesma forma que a primeira e inicialmente alguns estudantes ficaram um pouco perdidos.

Na segunda SDA haviam dados referentes ao custo por planta, à quantidade produzida por planta e ao índice de lucratividade, dessa forma, os estudantes escreveram uma função de lucratividade para cada caso (morango orgânico e tradicional) e depois uma função diferença, seguindo o que haviam feito na primeira SDA, como pode-se perceber na conversa com a Estudante 1:

Estudante 1: A gente usou a mesma regra do tabaco, que a gente, que é 8 mil por x.

Pesquisadora: Então vocês fizeram uma relação de diferença, que é 8 mil vezes x?

Estudante 1: Isso.

Pesquisadora: E o x é a quantidade de terra?

Estudante 1: Isso. (Registro oral, 11/04/22).

Essa conversa indica que eles sentiram necessidade de buscar uma forma geral para resolver a situação, conforme ocorreu também na primeira SDA. Após a escrita dessas funções, os estudantes utilizaram o GeoGebra para analisar seus comportamentos e discutiram quanto a possibilidade da mudança do plantio de tabaco para o de morango, o que será tratado no segundo isolado.

Durante a finalização da intervenção, a pesquisadora apresentou a definição matemática de função, buscando lembrar os estudantes desse entendimento de que é algo em movimento, que possui variáveis dependente e independente e uma correspondência biunívoca, como pode-se observar na definição de função trazida por lezzi e Murakami (1977, p. 74, grifo dos autores)

Dados dois conjuntos A e B, não vazios, uma relação f de A em B recebe o nome de *aplicação de A em B* ou *função definida de A com imagens em B* se, e somente se, para todo  $x \in A$  existe um só  $y \in B$  tal que  $(x, y) \in f$ .

Essa compreensão de que uma função, além de outros nexos, possui uma correspondência biunívoca, contempla o entendimento de que há uma relação de

interdependência entre duas grandezas, que são variáveis, sendo que a cada novo valor para a variável independente, tem-se um único valor para a variável dependente.

Pode-se observar indícios de que, durante a resolução das SDAs, alguns estudantes perceberam que as funções tinham esse comportamento, ou seja, que a cada valor dado para a variável  $x$ , quantidade de hectares, haveria um único resultado correspondente para o lucro ou a diferença, que variava conforme os valores da função, sendo que isso estaria sempre em movimento, gerando uma reta crescente, conforme puderam verificar no GeoGebra.

Destarte, nessa segunda cena, há indícios desse entendimento durante a intervenção, quando os estudantes analisam as funções escritas no GeoGebra e observam que são retas, conforme pode-se observar em uma conversa com a Estudante 5 que, além de afirmar que os gráficos são representados por retas, especifica que isso ocorre, pois, os valores do lucro e da diferença estão crescendo linearmente. Outro indício se encontra em falas que trazem um entendimento de quanto a grandeza lucro/diferença varia, em relação à quantidade de terra.

A Estudante 3 traz indícios dessa compreensão em sua fala no episódio anterior, afirmando a dependência entre a quantidade de terra e a diferença e o quanto esta varia em relação àquela. O Estudante 2 também, ao mencionar que o lucro depende da quantidade de terra e que ao variar uma unidade na quantidade de terra, o lucro varia 46 mil unidades, na função que ele escreveu para o lucro do morango.

Em síntese, neste segundo episódio, há indícios de que se desencadeou a necessidade de uma forma geral de funções para resolver as duas SDAs, a fim de facilitar os cálculos, de forma que, a cada nova quantidade de terra apresentada, Miguel não precisasse calcular um a um os dados da Tabela 1. Os estudantes inicialmente escreveram as relações entre os dados constantes nesta tabela, que pode ser vista na Figura 2, porém, esta forma de escrita não facilitou os cálculos, pois precisavam utilizar-se de cada uma das relações até chegar no lucro, que era um dos objetivos da primeira SDA, de encontrar as diferenças na lucratividade de ambos os tabacos orgânico e tradicional.

Somente a Estudante 3, componente do grupo 3, conseguiu escrever uma relação que dependia apenas de duas variáveis, a quantidade de terra e a diferença de lucratividade. Os demais estudantes, apesar de haver indícios de que sentiram essa necessidade de escrever uma relação que facilitasse os cálculos, não chegaram a escrevê-la e precisaram da intervenção da pesquisadora, que se utilizando das

relações que eles escreveram na Figura 2, os auxiliou a reescreverem essas relações, substituindo algumas quantidades fixas por seus respectivos valores e reescrevendo cada relação dependendo da quantidade de terra, como se pode ver na Tabela 2.

Dessa forma, com as funções da Tabela 2, bastaria que o estudante soubesse qual era a quantidade de terra, para descobrir qual seria a quantidade de pés, o quilograma total, a receita, o custo ou o lucro líquido correspondente. Essa correspondência entre dois conjuntos, em cada uma das relações da Tabela 2 e também na função da diferença, escrita pela Estudante 3, segundo Caraça (1951) é o que possibilita compreender a essência do conceito de função.

Ademais, para o autor, a representação simbólica para esses conjuntos é necessária a fim de simplificar a resolução e isto é possibilitado pela introdução do conceito de variável. Sousa (2018) corrobora com o autor supramencionado, ao afirmar que a generalização só é possível quando há um profundo conhecimento do conceito de variável. Quando o estudante escreve a relação dessa forma, como uma função que faz corresponder duas variáveis, na relação entre dois conjuntos, é necessário entender como se dá a lei da correspondência da variável independente para a dependente (CARAÇA, 1951), pois para o autor, a essência do conceito de função é a correspondência unívoca entre os dois conjuntos envolvidos na relação.

Isto posto, há indícios de que com essa organização do ensino os estudantes compreenderam essa correspondência, especialmente com o uso do GeoGebra para visualização e entendimento das funções escritas em linguagem matemática. Entende-se que essa forma de organizar o ensino pode possibilitar que os estudantes se apropriem do conceito de função, que é o que se trata nesse primeiro isolado, pois pode gerar neles a necessidade de escrever uma relação entre duas variáveis e entender como elas se comportam perante mudanças na variável quantidade de terra, que é a variável independente.

Nesse episódio também há indícios de que o coletivo na resolução das SDAs foi importante para a aprendizagem de cada indivíduo, acordando com Moura *et al.* (2010, p. 208) de que “[...] as relações intrapsíquicas (atividade individual) constituem-se a partir das relações interpsíquicas (atividade coletiva)”. Também de que “[...] a aprendizagem não ocorre espontaneamente e apenas a partir das condições biológicas do sujeito, mas mediada culturalmente” (MOURA *et al.*, 2010, p. 208).

Ou seja, para que haja a interiorização, é necessária essa transformação da atividade coletiva, dada por uma experiência social, em uma atividade individual, que

é a experiência do indivíduo (DAVIDOV, 1988), o que, para Cedro, Moraes e Rosa (2010) só é possível pela comunicação entre os indivíduos.

Para Vigotski (2010, p. 12) é “[...] a comunicação [que] pressupõe necessariamente generalização e desenvolvimento do significado da palavra, ou seja, a generalização se torna possível se há desenvolvimento da comunicação” e a comunicação entre os sujeitos é necessária “[...] para o desenvolvimento do conceito teórico na atividade escolar” (ANGELO, 2021, p. 30). Além disso, Romeiro (2023, p. 90) aponta em seus estudos que “[...] a generalização é um processo indispensável no desenvolvimento do pensamento e pode ser materializado e manifestado pelo sujeito por diferentes modos ou linguagens e, no campo do pensamento algébrico” e o “[...] o pensamento algébrico não se desenvolve somente a partir da simbolização alfanumérica, mas sim a partir da compreensão da relação entre as grandezas, propiciando aos estudantes formas cada vez mais formais de representação algébrica” (ROMEIRO, 2023, p. 90 e 91).

Assim, “[...] a generalização do tipo teórica é alcançada no movimento do pensamento por meio da essência do conceito” (ROMEIRO, 2023, p. 88) e a essência do conceito não é revelada por meio de uma observação direta, mas por meio da análise do seu movimento histórico e lógico.

Considerando essas informações, conclui-se que há indícios de que essa forma de organizar o ensino buscando a apropriação de um conceito pode acarretar que o estudante chegue a essa generalização que é buscada nesse trabalho, do tipo algébrica, em que ele desenvolve mais do que apenas a simbolização alfanumérica, compreendendo a relação entre as grandezas, pois buscou-se trabalhar com o movimento histórico e lógico do conceito, a fim de que a essência fosse revelada.

O segundo isolado, tratado a seguir, refere-se à aprendizagem de aspectos da docência, trazendo indícios de que esse modo de ensino pode auxiliar na formação de professores mais críticos socialmente, que se utilizam das tecnologias não como meras ferramentas, mas como instrumentos para a compreensão e intervenção na realidade.

## **6.2 Isolado 2: a aprendizagem da docência e a abordagem CTS em uma universidade tecnológica**

Considerando o objetivo da pesquisa, de investigar como essa forma de organizar o ensino, utilizando-se de situações desencadeadoras associadas a

abordagem CTS, pode favorecer a aprendizagem da docência de futuros professores de matemática em um curso de licenciatura, no contexto de uma universidade tecnológica, o presente isolado procura trazer indícios de como a utilização de SDAs que busquem o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes perante os problemas socioambientais podem contribuir nesse processo formativo, auxiliando os estudantes/futuros professores na compreensão do entorno e na tomada de decisões.

Neste isolado também é abordado a utilização do Geogebra, que pode auxiliar na compreensão das funções encontradas, na mudança de comportamento dos gráficos, nas implicações em mudar o tipo de plantio, caso seja utilizado não apenas como uma ferramenta.

O Episódio C, envolve as compreensões acerca do Geogebra como tecnologia que permite analisar a temática envolvida a partir da representação geométrica das funções. Já o Episódio D envolve o movimento de tomada de consciência sobre questões da saúde dos agricultores a partir da compreensão de função e dos novos sentidos atribuídos ao conceito.

#### 6.2.1 Episódio C: o recurso ao GeoGebra como tecnologia na representação de funções para desencadear a reflexão crítica sobre o tema

O recurso ao GeoGebra nas práticas de ensino de matemática ou mesmo nos programas de formação de professores não é uma novidade. O acesso e difusão desse recurso já é de conhecimento de muitos docentes e discentes, no entanto, muitas vezes, o uso desse recurso não supera a simples utilização de uma ferramenta ilustrativa de representações geométricas com uso de ferramentas computacionais. O episódio em destaque, sintetizado no quadro 8, resume o conjunto de cenas que constituem o Episódio C: o recurso ao GeoGebra como tecnologia na representação de funções para desencadear a reflexão crítica sobre o tema, que compõe o segundo isolado da pesquisa: a aprendizagem da docência e a abordagem CTS em uma universidade tecnológica. Esse episódio intenciona revelar possibilidades de uso e implementação de práticas envolvendo tecnologias para além do uso da ferramenta em aulas de matemática, com potencialidades para o desenvolvimento de compreensões decorrentes do uso da ferramenta.

**Quadro 8 – Episódio C**

Isolado 2: a aprendizagem da docência e a abordagem CTS em uma universidade tecnológica.	Episódio C: o recurso ao GeoGebra como tecnologia na representação de funções para desencadear a reflexão crítica sobre o tema.	Cena 1: significado da intercessão das retas do lucro do tabaco orgânico e do tabaco tradicional.
		Cena 2: o que a utilização do GeoGebra facilitou ou permitiu.

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Os estudantes estavam com dificuldades em reconhecer como seriam os gráficos das funções que elaboraram, especificamente das funções lucro do tabaco orgânico, lucro do tabaco tradicional e diferença. Quando a pesquisadora os questionou, não sabiam responder. A pesquisadora precisou interrogá-los novamente quanto ao que acontecia com as funções quando o valor de hectares era alterado, a fim de que os estudantes entendessem esse movimento. Durante essa conversa, obteve-se a seguinte resposta da Estudante 5:

Pesquisadora: [...] qual seria o desenho desse gráfico? Uma parábola, reta, uma, sei lá, uma circunferência?

Estudante 5: Uma reta.

Pesquisadora: Uma reta? Porque que você acha que é uma reta? Tem algum palpite assim, ou só...

Estudante 5: Porque é um valor crescente.

Pesquisadora: Porque está crescendo?

Estudante 5: Ela poderia ser decrescente também né, mas tipo, ficaria a reta porque a reta pode ser tanto crescente como decrescente. (Registro oral, 11/04/22).

A estudante mostra indícios de que entendeu ser uma reta por estar crescendo, porém não deixa explícito se compreendeu que esse crescimento tinha a mesma proporção sempre e por isso se tratava de uma reta. Após essa conversa de como seriam os gráficos das funções, utilizou-se o GeoGebra. Os estudantes trouxeram seus notebooks e inicialmente a pesquisadora os auxiliou quanto ao funcionamento dessa ferramenta, pois muitos deles ainda não a haviam utilizado, mesmo como estudantes na educação básica.

Em seguida foram utilizando-a para os desenhos dos gráficos nos grupos e conversando sobre suas compreensões referente ao comportamento destes. Na sequência, a pesquisadora escreveu, com o auxílio dos estudantes, as funções lucro do tabaco orgânico, lucro do tabaco tradicional e diferença dos lucros no GeoGebra, conforme a Figura 3, projetando no quadro, para que fosse possível a conversa coletiva. Ao questionar os estudantes quanto à interpretação desses gráficos, pode-se perceber que tinham dificuldades em entender como se comportavam. No

movimento de discussão, o Estudante 2 mostrou compreender o significado da interseção dos dois gráficos das funções lucro, na conversa a seguir, que compõe a primeira cena:

Pesquisadora: [...] vocês sabem o que que é duas retas se interceptar? O que que significaria, nesse caso, elas se interceptarem? Quando que duas retas se interceptam? Só pra gente pensar um pouco.

Estudante 2: Quando daria o mesmo lucro. (Registro oral, 11/04/22).

A intercessão dessas duas funções era no ponto  $(0,0)$ , ou seja, o tabaco tradicional sempre daria um lucro maior que o orgânico, com uma diferença de R\$ 584,6 por hectare. Dessa forma, os estudantes puderam perceber que a reta referente ao lucro do tabaco tradicional cresce mais rapidamente que a do lucro do tabaco orgânico.

Em outra conversa, alguns estudantes mostram indícios de que compreenderam que as funções em estudo, considerando o problema que as originou, são válidas apenas para números positivos, conforme a Estudante 3 responde.

Pesquisadora: [...] essas relações não são válidas em todos os reais, concordam?

Estudante 3: Não.

Pesquisadora: Elas são válidas a partir de que valor?

Estudante 3: Dos positivos. (Registro oral, 05/04/22).

Essa compreensão é de extrema importância, pois ao escreverem as funções no GeoGebra, sem especificar o campo de variação, os estudantes podem ser levados a entender que aqueles gráficos, da Figura 3, são referentes ao problema da primeira SDA, porém eles têm um campo de variação de  $(-\infty, +\infty)$  e ao interpretar o problema, pode-se verificar que, para o caso dos hectares de terra, essas funções são válidas apenas no intervalo  $(0, +\infty)$ . Ademais, para o caso dos produtores de tabaco, que são pequenos produtores, a quantidade de terra não é muito grande, “[...] em média com 12,3 hectares” (SINDITABACO, 2019, p. 1), pois os agricultores que possuem quantidades de terra maior costumam plantar as culturas tradicionais como soja, trigo, milho, feijão, entre outras.

Essas culturas dão uma rentabilidade menor por hectare, a soja por exemplo, possui uma rentabilidade em torno de R\$ 1.100,00 (RIBEIRO, 2021), enquanto o tabaco tem uma rentabilidade de aproximadamente R\$ 11.686,85 para o tabaco orgânico e R\$ 12.271,45 para o tabaco tradicional. Como se pode observar na Figura 3, referente aos gráficos das funções lucro do tabaco orgânico, lucro do tabaco

tradicional e diferença dos lucros, feitos no GeoGebra, as culturas tradicionais não são viáveis para pequenos produtores, que apesar da pouca quantidade de terra, também não têm o maquinário apropriado para esses plantios. Dessa forma, são estes que optam por culturas como a do tabaco, que “[...] pode ser produzido sem máquinas agrícolas, utilizando animais, e a própria mão de obra humana no cultivo” (CHAVES; PRADO; SILVA, 2016, p. 6).

Os dados também revelam indícios de que, com os encaminhamentos da pesquisadora, os estudantes compreenderam que os valores que correspondem à variável que chamaram de  $x$  não precisa ser inteiro, mas pode ser qualquer valor positivo, já que o  $x$  representa os hectares de terra, que podem ser quaisquer valores maiores que zero.

Os estudantes se mostraram interessados em aprender a manusear o GeoGebra e pode-se perceber que essa ferramenta os auxiliou nessas compreensões, permitindo uma análise mais profunda baseada nas comparações, pois, após a utilização da ferramenta com as intencionalidades buscadas pela pesquisadora, houve indícios de que eles compreenderam melhor o comportamento das funções envolvidas, os campos de variação das funções e puderam investigar como elas se distanciavam umas das outras a partir de valores maiores de hectares.

Essa constatação vem de acordo com o que aponta Fontes (2009), de que quando os estudantes aprendem a utilizar-se das diferentes tecnologias numa perspectiva investigativa, o aprendizado pode ser favorecido, por contribuir para a criação de um ambiente investigativo, auxiliar nos processos indutivos e na visualização de conceitos, além de permitir a comparação, a verificação, a suposição e a contestação de hipóteses.

Além disso, a tecnologia empregada “[...] para além da criação de produtos ou projetos, com o entendimento de sua intencionalidade” (UTFPR, 2021a, p. 6) pode ser utilizada na formação de professores e, por conseguinte, na formação humana. Acredita-se que quando o futuro professor conhece as tecnologias que estão ao seu alcance e sabe como utilizar-se delas, é mais provável que o faça em sua prática docente. Inclusive, nesse episódio, há indícios de que a utilização do GeoGebra nas SDAs auxiliou no entendimento dos resultados encontrados pelos estudantes, facilitando a aprendizagem. Do mesmo modo é possível identificar que alguns estudantes percebem a possibilidade desta forma de organização do ensino, também para a educação básica, para sua própria prática, conforme o relato da Estudante 5,

componente da Cena 2, que entende que essa forma de organizar o ensino pode ser utilizada por ela, como futura professora. Essa compreensão de que esse modo de organização do ensino desenvolvido na formação pode favorecer a atividade de ensino do futuro professor na educação básica é um dos aspectos centrais que permeiam a tese, uma vez que se espera desenvolver novas qualidades ao futuro professor no movimento de aprendizagem da docência.

Estudante 5: Essa é uma forma muito boa, porque serve pra nós, porque quem quer ser professor da área, pra aplicar em sala de aula, não só aplicar o conceito em si né, tipo que tem que ser aquilo e pronto, mas sim achar um problema que faça com que os alunos participem né, que instiga eles a participar, a fazer, a não ser só uma aula do professor, mas ser uma aula de todo mundo, eu acho que aprende muito mais fácil e tem muito mais possibilidade né, que nem a profe. usou o GeoGebra ali, é uma forma muito mais fácil de usar a tecnologia em favor da gente, porque querendo ou não, a tecnologia está sempre presente e é uma forma de a gente usar a favor e mostrar que não é só lazer, que a gente pode aprender também tecnologia porque querendo ou não, vai, que nem, aqui na sala todo mundo tem celular, todo mundo mexe, então é uma forma de a gente né puder usar isso em favor da nossa aprendizagem e não somente como lazer né. (Registro oral, 11/04/22).

Portanto reitera-se que, por esta pesquisa tratar da formação inicial de docentes, essa relação que a estudante fez, de poder levar para sua prática essa forma de organizar o ensino, de modo que seus estudantes também possam se apropriar do conhecimento, é tão importante quanto a sua própria apropriação do conhecimento. Isso é o que se busca na formação inicial, que o futuro professor possa se utilizar das metodologias que experienciou.

Alguns autores como Richit e Maltempi (2013) afirmam que as tecnologias têm um papel importante no desenvolvimento do professor, por permitir “[...] ressignificar conceitos matemáticos e a própria prática em sala de aula” (RICHIT e MALTEMPI, 2013, p. 240), assim, é importante para a formação do docente, que haja essa aproximação com as tecnologias. Pequeno, Barros e Ribeiro (2018) ainda destacam a importância da tecnologia para o desenvolvimento, porém enfatizando que deve haver uma troca de experiência, num movimento coletivo,

As tecnologias digitais permitem a ampliação de experiências, multiplicando vertiginosamente os modos de ver e estar no/com o mundo. Entretanto, para que seu aproveitamento pedagógico alcance mais do que a mera presença de projetores em sala de aula, elas devem ser tomadas também como parte do acúmulo histórico humano, como fluxo de conformação e troca de experiências. (PEQUENO; BARROS; RIBEIRO, 2018, p. 135)

Ademais, Angelo (2021) aponta em sua pesquisa que o educador precisa refletir sobre quais objetivos pretende alcançar com o uso das tecnologias, pois quando há essa clareza de objetivos, qualquer tecnologia, desde as mais simples às mais sofisticadas podem tornar-se ferramentas didáticas poderosas. Para o autor, “[...] são as ações organizadas pelo professor que propiciam ou não um determinado desenvolvimento do pensamento” (ANGELO, 2021, p. 154). Ávila *et al.* (2007) apresenta alguns benefícios que a utilização de programas matemáticos pode trazer ao ensino de matemática,

[...] a utilização de programas matemáticos como ferramentas no ensino de Matemática favorece os processos indutivos e a visualização de conceitos; permite comparar, verificar, supor e contestar hipóteses; possibilita possuir um laboratório de cálculo; individualiza o processo de ensino e aprendizagem; serve como elemento de motivação e como instrumento gerador de problemas matemáticos e facilitam a compreensão e aprendizagem dos conteúdos programáticos. (ÁVILA, 2007, p. 9).

Destarte, é importante que o futuro professor tenha contato com as tecnologias desde sua formação e que esse contato seja pensado e organizado pelo educador conforme seus objetivos, além de inserir-se num espaço coletivo na utilização das tecnologias, propiciando assim que os futuros professores/estudantes troquem experiências num trabalho colaborativo, para seu desenvolvimento, caso contrário, pode ser somente mais uma ferramenta usada sem reflexão. Rubtsov (1992) assinala que há diversas pesquisas demonstrando a superioridade do trabalho colaborativo com computadores quando comparadas ao seu uso individual, ademais Angelo (2021) afirma que a tecnologia tem potencial para criar condições de trabalho colaborativo, de forma a se realizar o desenvolvimento do conteúdo teórico ou científico.

O próximo e último episódio traz cenas que apontam para a atribuição de um sentido no estudo de funções, no caso dessa pesquisa, pela utilização de situações que envolvem problemas socioambientais.

#### 6.2.2 Episódio D: sentido de estudar função

O Episódio D, cujo movimento das cenas que o constitui está resumido no quadro 9, traz mais apontamentos dos estudantes quanto ao sentido de estudar função. Esse episódio também compõe o segundo isolado da pesquisa: a aprendizagem da docência e a abordagem CTS em uma universidade tecnológica.

**Quadro 9 – Episódio D**

Isolado 2: a aprendizagem da docência e a abordagem CTS em uma universidade tecnológica.	Episódio D: sentido de estudar função.	Cena 1: o movimento de tomada de consciência sobre questões da saúde dos agricultores a partir da compreensão de função.
		Cena 2: quando veem um sentido para o estudo de função.

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Referente à Cena 1, que retrata o movimento de tomada de consciência sobre questões da saúde dos agricultores a partir da compreensão de função, pode-se perceber que os estudantes conversaram ativamente a fim de responder como poderiam levar as informações aos pais de Miguel, que eram pequenos agricultores, possivelmente com pouco estudo e considerando que o lucro do tabaco orgânico era menor, — 584,6 reais a menos por hectare — conforme pode-se observar no gráfico da função diferença que consta na Figura 3. No caso da família de Miguel, que possuía 12,5 hectares de terra, essa diferença seria de aproximadamente R\$ 7.307,5, por plantio.

Os estudantes mencionaram que, como a diferença de lucro é grande, possivelmente os pais não iriam querer fazer a mudança de plantio, porém para levar essas informações a eles, deveriam falar da importância da saúde, do quanto é gasto com a saúde e do quanto é difícil mensurar esses gastos, além de mencionar a saúde dos seus filhos, que é o que mais pesa para os pais, conforme a Estudante 5 traz no relato a seguir, em sua conversa com os Estudantes 1, 4 e 6:

Estudante 4: Tem que pensar, tentar convencer eles a mudar, porque eles vão ficar interessados no lucro (risos) e não na saúde (risos).

Estudante 1: Aí você coloca as questões de saúde, com esses sete mil, ao invés de investir, esses sete mil seria investir na saúde.

Estudante 5: [...] mas se for levar em consideração pra explicar isso pros pais do Miguel a gente deveria levar em consideração, que, talvez esse dinheiro que eles, é, vão ganhar a mais eles possam gastar na saúde deles e a saúde deles é uma coisa que não vai voltar, mesmo que eles façam tratamentos.

Estudante 6: Essa parte de convencer eles, porque os pais dela [Estudante 5] são colonos e os meus também e a gente sabe que não é fácil convencer eles, então teria que ser assim, algo bem elaborado.

Estudante 5: Tem que falar que mexe com os filhos deles, aí né.

Estudante 5: Teria que tipo ser usado o argumento em relação à saúde deles, que, às vezes, essa diferença que eles iriam ganhar ali, eles iriam gastar em hospitais, porque a gente sabe que o público, ele é precário, apesar da gente ter, a gente tem que agradecer que a gente tem o SUS né... porque ele faz muitas coisas pela gente, mas a gente sabe que é precário, que demora alguns exames, algumas coisas essenciais ali porque a gente precisa na hora mas não tem. E provavelmente tenha que ir no particular e no particular é mais caro. (Registro oral, 05/04/22).

A Estudante 1 também mencionou que, conforme foi verificado na resolução da primeira SDA, os agricultores que começam a plantar o tabaco orgânico, inicialmente terão mais dificuldades, pois além de gerar menos lucro, nos primeiros 5 anos o produtor não poderia vender o tabaco como orgânico pois há um prazo para desinfetar o solo. Assim, ele plantaria o orgânico, que resultaria em uma produção menor, mas teria que vender como tradicional, que paga menos, ou seja, o lucro diminuiria muito no início, até que pudesse vender como orgânico.

Porém, após esse período, o agricultor ficaria menos dependente da empresa tabagista, suas dívidas começariam a diminuir, pois a produção do orgânico dá um lucro maior do que o valor necessário para cobrir a próxima safra. Conforme a Tabela 1, o custo por hectare de terra, para o tabaco orgânico era de aproximadamente R\$ 11.282,3, enquanto o lucro era de R\$ 23.373,70, o que não ocorre com o tabaco tradicional, cujo custo por hectare era de R\$ 26.271,1 e o lucro era de 24.542,9, o que significa que o agricultor não ganhava nem o necessário para cobrir a próxima safra, o que o obrigava a fazer empréstimos da empresa tabagista sempre, gerando uma grande dependência financeira da empresa. Se optasse pelo orgânico, após certo prazo e custos, os dados revelavam que iria sobrar dinheiro para o agricultor e ele precisaria emprestar menos da empresa tabagista. O Estudante 1 mostra ter essa compreensão, essencial para a explicação aos pais de Miguel:

Estudante 1: No tabaco orgânico ele ficaria mais dependente dessa indústria nos primeiros anos né, mas depois conforme vai sobrando ali ele vai se livrando das dívidas. (Registro oral, 05/04/22).

Essa dependência do agricultor com a empresa tabagista, gera muitos problemas ao agricultor, que acaba não tendo muita escolha na venda do produto, nem opções de preço de venda. Pesquisas como a de Castro e Monteiro (2016), alertam para o grande número de fumicultores que, por se culparem pelos endividamentos, acabarem cometendo suicídio ou drogadição.

Os estudantes também mencionam sobre essa dependência das empresas tabagistas em outras conversas, quando trata-se da segunda SDA, que é referente ao plantio de morango que, por ser uma fruta, o agricultor poderia financiar em outros bancos o plantio, já que para o plantio de tabaco, segundo as leis, nenhum banco financia, o que obriga o agricultor a financiar da própria indústria que depois vai comprar o produto.

Estudante 5: Primeiro, o morango é uma fruta, então se os pais dele precisassem de um empréstimo no banco, provavelmente eles conseguiriam fazer porque o banco financiaria por ser fruta, uma coisa assim, saudável né. Estudante 5: Então esse é um ponto de vantagem, já o tabaco não porque as empresas, os bancos não financiam né, porque é contra né. (Registro oral, 05/04/22).

Com base nesses dados e nas observações da pesquisadora, pode-se afirmar que houve indícios de que os estudantes compreenderam a gravidade do problema dos fumicultores, que têm problemas de saúde por estarem trabalhando com um produto tóxico e só pelo fato de encostarem a pele nas folhas de fumo já podem ser intoxicados pela nicotina que é absorvida pela pele, causando a doença da folha verde; e, no caso da produção do tabaco tradicional, ainda têm que usar venenos em grandes quantidades, inclusive alguns venenos que são proibidos. Conforme apontam Castro e Monteiro (2016), precisam fazer “[...] mais de uma dezena de aplicações de veneno por safra [e não é a aplicação de um veneno] e sim um coquetel de venenos” (CARVALHO, 2018, p. 1), o que é ainda mais grave, pois segundo a autora (2018, p. 1):

Os efeitos de cada um no organismo, isoladamente, são conhecidos, mas o impacto dos venenos quando utilizados juntos, não. Ou seja, os efeitos sinérgicos do coquetel são desconhecidos, mas certamente são muito mais agressivos. (CARVALHO, 2018, p. 1)

Além desses problemas, há muitos outros, em relação ao trabalho infantil, à poluição do solo, da água e do ar. Os estudantes, ficaram assombrados com todos os problemas que esses agricultores enfrentam e debateram ativamente sobre a questão, deixando evidências de que utilizar-se de um problema social em forma de SDA pode auxiliá-los a pensar criticamente e “[...] viabilizar uma participação cidadã de caráter decisório em um contexto de transformações tecnológicas das nossas formas de vida” (AMORIN, 2020, p. 189).

Na segunda SDA, que trata de uma mudança de produto, do fumo para o morango, eles acharam conveniente a mudança, porém, como teriam muitas alterações para serem feitas, de estrutura, plantio, colheita, entre outros, os estudantes concluíram que seria mais vantajoso ir fazendo a mudança aos poucos, iniciando com o plantio de morango em apenas uma parte da área e continuando com o tabaco no restante, até que o agricultor se familiarize com o novo produto, a fim de verificar se poderiam ir aumentando sua produção e diminuindo a de tabaco.

Quanto à Cena 2, que trata de quando os estudantes veem um sentido para o estudo de função, houve indícios de que alguns estudantes reconheceram a importância do estudo de funções, atribuindo um sentido para esse estudo, como pode-se perceber no relato da Estudante 5, ao mencionar que seu entendimento sobre funções sofreu alterações com essa proposta de ensino:

Estudante 5: Na verdade, eu via mais como tipo uma fórmula pra simplesmente traçar uma reta, por exemplo no plano cartesiano e agora eu entendo que não é só isso, que tem um monte de coisa aí envolvido, tipo, você vê um sentido pra trabalhar isso. No Ensino Médio, quando a gente está dentro da sala e a professora apresenta o conteúdo, a maior parte da sala diz que não gosta de matemática, ou diz: onde é que eu vou usar isso na minha vida né, é o que a gente houve, porque a gente não tem essa explicação (Registro oral, 11/04/22).

A estudante menciona em sua fala, a importância de encontrar um sentido para o estudo de funções, ao dizer que essa forma de organizar o ensino buscando a apropriação de um conceito pode auxiliá-los a entender onde irão utilizar isso em suas vidas. Esse sentido que a estudante se refere, coincide com o significado social de função, que foi almejado nesta pesquisa, de uma busca por compreender que esse conceito foi sendo gerado por uma necessidade humana, por isso faz sentido. Gerar essa necessidade nos estudantes de forma que possam se apropriar desse conceito também foi objetivo dessa pesquisa. O Estudante 2 também vem de acordo com esse entendimento ao mencionar que conseguiu compreender como pode utilizar funções na prática, a partir dessa proposta:

Estudante 2: Assim, como tu trabalhou com um exercício mais prático, deu pra entender como utilizar as funções pra achar algo mais prático mesmo. (Registro oral, 18/04/22).

Nesse cenário, como já citado no episódio C, na fala da Estudante 5, há indícios de que alguns estudantes perceberam que essa forma de organizar o ensino pode ser usada em suas práticas, como futuros professores, de forma a levar aos seus alunos um sentido para o ensino de funções.

Estudante 5: Essa é uma forma muito boa, porque serve pra nós, porque quem quer ser professor da área, pra aplicar em sala de aula, não só aplicar o conceito em si né, tipo que tem que ser aquilo e pronto, mas sim achar um problema que faça com que os alunos participem né, que instiga eles a participar, a fazer, a não ser só uma aula do professor, mas ser uma aula de todo mundo, eu acho que aprende muito mais fácil e tem muito mais possibilidade né [...]. (Registro oral, 11/04/22).

Dessa forma, esse episódio permite reconhecer a importância de um ensino que objetive levar aos estudantes o movimento histórico e lógico do conceito, que pode acarretar que encontrem um sentido para a aprendizagem daquele conceito, ao sentirem a necessidade de se apropriarem dele. Isso corrobora com Panossian, Moretti e Sousa (2017), que afirmam que ao compreender o desenvolvimento histórico e lógico de um conceito é possível compreender o significado que ele carrega.

A pesquisadora, ao buscar o histórico e lógico de funções, pôde refletir sobre os significados e o motivo pelo qual ensina esse conceito, que é entendido como uma potencialidade do movimento histórico e lógico (SOUSA, 2009). À vista disso, todas as ações durante a aplicação foram intencionalmente planejadas pela pesquisadora no processo da pesquisa, de forma a levar os estudantes à apropriação deste conceito e pode-se perceber que, apesar de algumas falhas durante a aplicação, pelo fato de a pesquisadora possuir pouca experiência e estar iniciando seus estudos nestas teorias, há indícios de que esse movimento ajudou na apropriação do conceito de função.

Ademais, como as SDAs foram escritas objetivando também que os estudantes compreendam “[...] a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que [possam] participar, de forma crítica e consciente, dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se [encontram inseridos]” (CRUZ, 2001, p. 171), pode-se afirmar, baseando-se nos dados desse isolado, que estas SDAs têm esse potencial, de que os estudantes possam participar e tomar decisões responsáveis “[...] sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS, 2008, p. 112), que podem levar os estudantes a uma compreensão crítica e a utilizar-se de novas ideias na busca por resolver problemas, que é um dos objetivos que almeja-se garantir aos egressos do curso, conforme consta no Projeto Pedagógico (UTFPR, 2017).

Dessa forma, é possível afirmar que esse modo de organização do ensino em uma disciplina de conhecimentos específicos, pode auxiliar os estudantes na compreensão do conceito, levando-os a estarem em atividade e contribuir para que atuem na sociedade de forma crítica, com capacidade de tomar decisões científicas e tecnológicas, além de colaborar para um ensino de matemática vinculado com a prática, levando os estudantes a refletirem sobre os conteúdos matemáticos a serem ensinados e a participarem de forma mais colaborativa. Ademais, se for abordada na formação inicial de professores, pode contribuir na formação de professores com

experiências enquanto estudantes na abordagem CTS e no conceito de Atividade Orientadora de Ensino, a fim de que possam utilizar-se destes em sua prática docente.

O próximo capítulo aborda as considerações finais da pesquisadora, quanto aos resultados obtidos, as dificuldades enfrentadas e sugestões de melhoria na busca pela resposta ao problema proposto, como foi sendo conduzida a pesquisa e o que cada capítulo desta tese permitiu enxergar.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa surgiu de uma necessidade inicial da pesquisadora como professora e formadora de futuros professores de matemática, na busca por caminhos para melhorar a aprendizagem da docência, buscando romper compreensões equivocadas em relação ao ensino da matemática, de forma que possa ser apropriada pelos estudantes em formação inicial na direção de sua atividade, a atividade de ensinar.

Foi durante o doutoramento que a pesquisa foi se desenhando até culminar com o objetivo de investigar o ensino do conceito de função em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” que favoreça a aprendizagem da docência de futuros professores de matemática em um curso de licenciatura, defendendo-se a tese de que ao organizar a disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” utilizando-se dos pressupostos da Teoria da Atividade, do conceito de Atividade Orientadora de Ensino, de situações desencadeadoras de aprendizagem e da abordagem CTS, a aprendizagem da docência pode ser favorecida, levando-se em conta a identidade de uma universidade tecnológica e a formação docente que favoreça a apropriação de conceitos a serem ensinados.

Dessa forma, esta pesquisa buscou responder como a organização do ensino de um conceito em uma disciplina de “Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções” pode favorecer a aprendizagem da docência de professores de matemática em um curso de licenciatura, no contexto de uma universidade tecnológica. Buscando responder a esta problemática, a pesquisadora pautou-se nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, de Vygotsky, na Teoria da Atividade, partindo do conceito de atividade desenvolvido por Leontiev e no conceito de Atividade Orientadora de Ensino (AOE), desenvolvido por Moura, utilizando-se da elaboração de SDAs para a pesquisa de campo, fundamentadas nos elementos da AOE e na abordagem CTS.

Para tanto, foi necessário buscar como se dá a aprendizagem da docência como atividade, o que possibilitou entender que o trabalho coletivo é muito importante para o processo educativo, tanto entre os estudantes quanto entre os professores, uma vez que as atividades individuais se constituem a partir da atividade coletiva e o coletivo pode possibilitar a transformação do indivíduo. Os dados analisados nesta

pesquisa trazem indícios de que resolver as situações coletivamente auxiliou os estudantes na compreensão do problema proposto e de como resolvê-lo, ademais, que o estudante estará em atividade quando desenvolver ações de acordo com o motivo que os leva a agir, assim, nessa perspectiva, as atividades de ensino propostas pelos professores precisam gerar necessidade nos estudantes.

Ainda em resposta à problemática, a pesquisa revela indícios de que o movimento histórico e lógico dos conceitos pode possibilitar aos professores um conhecimento profundo do conteúdo, o que pode ser mobilizado no trabalho com as situações desencadeadoras. O estudo do movimento histórico e lógico permitiu que a pesquisadora compreendesse como aquele conceito foi sendo produzido e o movimento dos nexos conceituais que o envolvem. Possibilitou a percepção de que, tanto a matemática, como as demais ciências e tecnologias não são cumulativas e lineares e não estão prontas e acabadas e que este movimento pode ser utilizado na sala de aula de forma que os estudantes possam apropriar-se do conceito. Ademais, baseando-se neste estudo, pôde-se pensar em situações que objetivavam levar os estudantes em um processo semelhante, de forma que sentissem a necessidade daquele conceito.

Este estudo possibilitou reconhecer aspectos essenciais para a aprendizagem da docência que irão ensinar matemática, que envolve não somente promover o domínio do conhecimento do conteúdo, mas do modo como esse conhecimento pode ser apropriado por sujeitos em processo de aprendizagem, compreendendo-o como um produto histórico da humanidade, entendimento que pode ser favorecido na perspectiva do conceito de AOE. Além disso, a importância de fazer parte de um coletivo, a fim de que possam refletir sobre sua prática e atribuir novos sentidos no processo formativo.

Dessa forma, defende-se que o conceito de atividade e de atividade pedagógica podem fundamentar o trabalho do professor na organização do ensino, orientados pelo conceito de AOE. Ademais, que as disciplinas específicas de matemática precisam superar uma mera repetição do Ensino Médio, pautada no modelo convencional de definições, exemplos e exercícios, de forma que os estudantes de fato se apropriem dos conceitos, mobilizando as condições necessárias para o desenvolvimento do pensamento teórico para a docência.

O estudo da AOE possibilitou que a pesquisadora compreendesse a importância de organizar as aulas intencionalmente e refletir em um ambiente

colaborativo, de forma a melhorar sua prática, levando para a sala de aula situações que contemplem a necessidade da humanidade na construção daquele conceito, a essência do conceito, de forma que possam gerar nos estudantes a necessidade de resolver o problema. Dessa forma, entende-se que a AOE pode desencadear a formação do estudante e do professor.

A utilização de SDAs em uma disciplina específica de matemática possibilitou à pesquisadora compreender que, por mais bem elaborada que seja a situação, é a mediação do professor que irá acarretar ou não chegar ao objetivo proposto, portanto, é de grande importância que o professor saiba quais são os objetivos que pretende alcançar e que tenha organizado a aula com essa intenção. Para isso é imprescindível que se constituam oportunidades de participar de um ambiente colaborativo, como já mencionado, para que possa refletir sobre os objetivos que almeja e, após a aplicação, sobre o que poderia ser modificado a fim de melhorar a aprendizagem dos estudantes e a alcançar os objetivos propostos. É entre estes momentos de reflexão e prática que o professor vai se constituindo e desenvolvendo seu pensamento teórico para a docência. Ademais, o modo de organização do ensino proposto na SDA pode modificar a relação do sujeito com esse conceito, de modo que possa compreender e intervir nessa realidade, com uma compreensão profunda desse conceito.

As SDAs desta pesquisa foram pensadas para o ensino de função de estudantes da licenciatura em matemática de uma universidade tecnológica localizada em uma região com grande produção agrícola, portanto, buscou-se este viés com a abordagem CTS, objetivo da universidade em que o experimento formativo foi aplicado, pois entende-se que um estudante de universidade tecnológica deveria abarcar essa compreensão mais profunda sobre a dimensão tecnológica, para além da técnica, superando a dimensão instrumental das tecnologias na formação docente.

Porém, vale enfatizar que estas SDAs podem ser utilizadas em outras instituições, com outras identidades, pois essa discussão não se limita ao processo de formação inicial de professores, e a abordagem CTS não se limita a um curso, a uma disciplina, mas pode auxiliar a compreender mais profundamente os conceitos e a formar cidadãos aptos a intervir na sociedade, buscando transformações da realidade em que estão inseridos.

Ao pensar em situações que retratem o contexto social em que os estudantes estão inseridos, incluindo problemas socioambientais que envolvem a ciência e a tecnologia, pode-se encontrar evidências de que os estudantes se interessavam em

ir além do conteúdo matemático, discutindo quais seriam as possibilidades de resolver tais problemas e buscando soluções. Destarte, há indicações de que essa forma de organizar o ensino de um conceito pode possibilitar alcançar os propósitos da abordagem CTS na direção da formação de cidadãos responsáveis e socialmente conscientes, que possam se apropriar das possíveis relações entre a ciência e a tecnologia no desenvolvimento da sociedade.

Um ensino conectado com a realidade e a cultura pode auxiliar no alcance desse propósito e permitir que os estudantes/futuros professores questionem as certezas absolutas da matemática, das tecnologias e de outras ciências, além de levá-los a perceber o papel destes na sociedade, fazer uma leitura crítica do mundo e participar consciente e ativamente de sua realidade social.

Enfatiza-se que é de fundamental importância que os professores estejam preparados para trabalhar nessa perspectiva, pois são os docentes que precisam oportunizar reflexões de forma a permitir que esses objetivos sejam alcançados, além de mediar e orientar esses processos de ensino e aprendizagem. Essa foi uma das dificuldades enfrentadas pela pesquisadora, pois sentiu-se a necessidade de mais pesquisas envolvendo a abordagem CTS no ensino de matemática, a fim de guiar esta pesquisa, especificamente quanto à utilização do CTS com a THC.

Por conta disso, uma outra dificuldade enfrentada pela pesquisadora foi ao tentar pensar a educação tecnológica no ensino de matemática buscando a superação da mera transmissão de conteúdos, possibilitando que os estudantes pudessem utilizar-se dos instrumentos ou processos gerados no processo humano, carregados de experiências histórico culturais, na máxima potencialidade, compreendendo seu significado e seu movimento de criação.

Além disso, buscou-se utilizar a tecnologia por este viés e há indícios de que o GeoGebra auxiliou os estudantes na compreensão do comportamento das funções envolvidas e seus campos de variação. Apesar das dificuldades, pode-se evidenciar nesta pesquisa que utilizar-se das tecnologias e da abordagem CTS na formação inicial de professores pode contribuir na formação de professores com experiências enquanto estudantes nesta abordagem, a fim de que possam utilizar-se dela em sua prática docente.

A pesquisa, nesse movimento de análise, permite evidenciar que a organização do ensino por meio da proposição de situações desencadeadoras de aprendizagem na formação de futuros professores de matemática, como discutida ao

longo do texto, pode favorecer o processo formativo voltado ao ensino de conhecimentos matemáticos, na direção da compreensão e apropriação dos conceitos matemáticos a serem ensinados, sendo estes entendidos como produto de necessidades humanas.

Ademais, a pesquisa possibilitou um maior entendimento das aproximações entre a THC e a abordagem CTS. Para ambas acredita-se que os conceitos matemáticos devem ser desenvolvidos considerando o seu processo de produção e, tanto a AOE quanto as metas formativas da Educação CTS têm a concepção de que o conhecimento científico é um produto cultural, vinculado às necessidades da humanidade e objetivam a participação pública e tomada de decisão, individual e coletiva, com problemas práticos, de forma que os estudantes possam tomar decisões científicas e tecnológicas e participar de forma mais colaborativa com a sociedade. Portanto, aponta-se a relevância desta pesquisa ao relacionar a abordagem CTS aos pressupostos da THC em uma disciplina específica de matemática, em um curso de licenciatura em matemática, permitindo que os futuros professores tenham essa experiência e possam utilizar-se dela na sua atividade de ensino.

O produto educacional desenvolvido na pesquisa teve como foco o trabalho com os estudantes, em formação inicial no curso de licenciatura em matemática, mas na sua forma final ele também pode ser adotado em processos de formação continuada de professores que atuam como formadores. Nesse sentido, o produto abre possibilidades para futuras pesquisas que envolvam processos de formação de professores. O produto foi elaborado objetivando preservar alguns elementos como aderência, sendo originado de uma pesquisa feita em sala de aula; impacto, em relação às mudanças que pode ocasionar no ambiente que está inserido; aplicabilidade, de forma que possa ser utilizado por outros professores; inovação e complexidade.

A pesquisa também leva ao entendimento da necessidade de disponibilizar aos estudantes mais tempo para a apresentação de suas sínteses à classe e para a roda de conversa, a fim de que possam refletir sobre os benefícios e limitações do processo de aprendizagem, desencadeando melhorias na interação entre os grupos, pois os estudantes trabalharam com afinco em seus grupos, porém, ao serem chamados a apresentar suas conclusões aos demais, tiveram dificuldades e se mostraram tímidos, especialmente por se tratarem de estudantes ingressantes. Com isso, se destaca a importância que a educação superior ofereça mais momentos de

diálogo, que são essenciais para o processo de aprendizagem da docência.

Ademais, ao tratar de uma situação que envolva o movimento histórico e lógico de função e a realidade social de alguns estudantes, familiares ou conhecidos, há indícios de que o movimento das situações desencadeadoras auxiliou na apropriação do conceito de função e na discussão e entendimento da realidade dos pequenos produtores. Nesse sentido, o produto educacional que acompanha a tese, para além das potencialidades evidenciadas para o ensino do conceito de função, vislumbra a intenção de mobilizar os sujeitos acerca das melhorias de condição de vida dos agricultores e da necessidade de que os processos formativos estejam ancorados em movimentos de formação humana na direção da vida humana.

Chega-se aqui com uma única certeza: estes ainda são os primeiros passos de tantos que ainda serão necessários em busca do que se almeja atingir na direção de uma educação que favoreça o desenvolvimento da autonomia dos sujeitos, mas certamente constituem um passo assertivo nessa direção.

## REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. Towards a first nations cross-cultural science and technology curriculum. **Science Education**, Alberta, v. 81, p. 217-238, apr. 1997.
- AIKENHEAD, G. STS Education: A Rose by Any Other Name. *In*: CROSS, R. (Ed.): **A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham**, p. 59-75. New York: Routledge Falmer, 2003.
- ALBRECHT, E.; MACIEL, M. D. **Educação CTS e Educação Matemática Crítica nas diretrizes para os cursos de Licenciatura em Matemática**. *Research, Society and Development*, São Paulo, v. 9, n. 7, p. 11-17, jun. 2020.
- ANGELO, A. G. S. **O desenvolvimento do pensamento teórico de professores em um contexto de jogos digitais e das tecnologias de informação e comunicação (TICs)**. 2021. Dissertação (Mestre em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Paulo, Guarulhos, 2021.
- AMORIN, M. L. Educação CTS e psicologia histórico-cultural: possíveis enlaces. *In*: DIAS, M. S. de L. (Org). **Lev Vigotsky: uma leitura (inter)disciplinar**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2020.
- AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação; Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- ÁVILA, M. C.; CHOURIO, E. D.; CARNIEL, L. C.; VARGAS, Z. A. El Software Matemático como Herramienta para el Desarrollo de Habilidades del Pensamiento y Mejoramiento del Aprendizaje de las Matemáticas. **Actualidades Investigativas em Educación**, Costa Rica, v. 7, n. 2, p. 1-34, may./ago. 2007.
- BAZZO, W. A., LINSINGEN, I. V. PEREIRA, L. T. do V. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: Organização dos Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. 2003. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/Livro%20CTS-OEI.pdf. Acesso em: 01 ago. 2021.
- BOCHECO, O. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. Florianópolis, 2011. Dissertação (Mestre em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- BOYER, C. B. **História da Matemática**. 2.ed. Tradução Elza F. Gomide São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1996.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum

para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília, Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, seção 1, p. 87-90, 10 fev. 2020. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em: 23 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto/ Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2022.

CANAL RURAL. **Pesquisa revela que custo para cultivar morango orgânico é menor do que o do convencional**. 2012. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/pesquisa-revela-que-custo-para-cultivar-morango-organico-menor-que-convencional-35439/>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Diretoria de Avaliação – DAV. **Relatório Seminário de Acompanhamento 2015**. 2015. Disponível em: [https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/46\\_ENSI\\_RelSem\\_2015.pdf](https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/46_ENSI_RelSem_2015.pdf). Acesso em: 14 mar. 2021.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Diretoria de Avaliação – DAV. **Documento de Área**. Área 46. Ensino. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ENSINO.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CARAÇA, B. de J. A Cultura integral do indivíduo: problema central do nosso tempo. In: J.M.C. (Ed). **Bento de Jesus Caraca**: conferências e outros escritos. Lisboa: Tipografia Antonio Coelho Dias, 1978.

CARAÇA, B. de J. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora, 1951.

CARVALHO, M. M. de. O uso de agrotóxicos é o mais grave problema de saúde do trabalhador, alerta procuradora. **Entrevista concedida à Secom/TRT4**. Rio Grande do Sul, abr. 2018. Disponível em: <https://www.trt4.jus.br/portais/trt4/modulos/noticias/164437>. Acesso em: 18 jul. 2021.

CASTRO, L. S. P. de; MONTEIRO, J. K. Saúde no trabalho de fumicultores do RS: não adoce somente quem fuma, mas também quem planta. **Psicologia em Revista**, Belo Horizonte, v. 22, n. 3, p. 790-813, dez. 2016.

CEDRO, W. L. **O motivo e a atividade de aprendizagem do professor de Matemática**: uma perspectiva histórico-cultural. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CEDRO, W. L.; MORAES, S. P. G. de; ROSA, J. E. da. A atividade de ensino e o desenvolvimento do pensamento teórico em matemática. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 2, p. 427-445, 2010.

CHAVES, A. M. de; PRADO, J. D.; SILVA, S. L. da. **Comparação dos custos de tabaco orgânico e convencional**. Evento Interinstitucional de Iniciação Científica –

EIICS, 2016. Disponível em: [https://institucional.unisecal.edu.br/wp-content/uploads/2019/05/Comparacao\\_de\\_custos\\_Angelita\\_Jocimar\\_Silvano.pdf](https://institucional.unisecal.edu.br/wp-content/uploads/2019/05/Comparacao_de_custos_Angelita_Jocimar_Silvano.pdf). Acesso em: 21 jul. 2021.

CLIMENT, N; *et al.* El conocimiento del profesor para la enseñanza de la matemática. *In*: MONTES, M. A. *et al.* Un marco teórico para el Conocimiento especializado del Profesor de Matemáticas. **ResearchGate**, p. 35-55, oct. 2014

COSTA, A. B.; OLIVEIRA, R. de F. S. de; LOPES, T. B. Dos logaritmos de Napier à mais bela de todas as fórmulas. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, Fortaleza, v. 4, n. 12, p. 26-40, dez. 2017.

CRUZ, S. M. S. C. de S. **Aprendizagem centrada em eventos**: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental. 2001. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

D'AMBROSIO, U. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. *In*: **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas**, org. Maria Aparecida Viggiani Bicudo, Editora UNESP, São Paulo, 1999. p. 97-115.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El pensamiento en Ciencia, Tecnología y Sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. *In*: DAGNINO, R.; THOMAS, H. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**: uma reflexão latino-americana. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003.

DANIELS, H. Abordagens atuais da teoria sociocultural e da teoria da atividade. *In*: DANIELS, H. **Vygotsky e a Pedagogia**. São Paulo: Edições Loyola, 2003. p. 93-126.

DAVYDOV, V. V. **Tipos de generalización em la enseñanza**. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.

DAVYDOV, V. V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico**: investigación psicológica teórica y experimental. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

DOMICIANO, T. D.; LORENZETTI, L. A Educação CTS na formação inicial de professores: um panorama de teses e dissertações brasileiras. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 10, n. 5, p. 1-21, out. 2019.

DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Cad. CEDES** [online], Campinas, v. 24, n. 62, p. 44-63, abr. 2004.

FÁVERO, A. A.; TONIETO, C. **Docência universitária e formação do espírito científico**: uma abordagem a partir da epistemologia de Gaston Bachelard, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18593/r.v42i1.11554>. Acesso em: 23 abr. 2020.

FILIZZOLA, J. V. da S. **Uma abordagem didática para o ensino de máximo ou mínimo na função quadrática e o uso do software GeoGebra**. 2014. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2009.

FIORENTINI, D.; *et al.* Formação de professores que ensinam matemática: um balanço de 25 anos da pesquisa brasileira. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 36, p. 137-160, dez. 2002.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FONSECA, V. G. da; SANTOS, A. R. dos; NUNES, W. V. Estudo epistemológico do conceito de funções: uma retrospectiva. *In*: Encontro Nacional de Educação Matemática. 2013. Curitiba. **Anais do XI ENEM** Curitiba: SBEM, 2013. p. 1-14.

FONTES, M. de M.; *et al.* **O Computador como recurso facilitador da aprendizagem Matemática**. *In*: I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. 2009. Ponta Grossa. **Anais do I SNECT** Ponta Grossa: UTFPR, 2009. p. 1013-1026.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 28 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GAFFURI, S. L. **Educação matemática e as implicações sociais da tecnociência na engenharia**. 2021. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

G1. **Produção de fumo pode causar riscos à saúde do agricultor**: Rentabilidade e garantia de venda fazem agricultor se manter no cultivo. Agricultores pioneiros desafiam o senso comum e acham alternativas. 01 jun. 2014. Disponível em: <http://renastonline.ensp.fiocruz.br/noticias/producao-fumo-pode-causar-riscos-saude-agricultor>. Acesso em: 17jul. 2021.

IEZZI, G. MURAKAMI, C. **Fundamentos de matemática elementar**. São Paulo: Atual, v. 1, 1977.

INCA (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER: MINISTÉRIO DA SAÚDE). **Alternativas à fumicultura e publicações sobre o tema**. 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/observatorio-da-politica-nacional-de-controle-do-tabaco/alternativas-fumicultura>. Acesso em: 18 jul. 2021.

INCA (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER: MINISTÉRIO DA SAÚDE). **Quais são os danos causados ao meio ambiente pela plantação de tabaco?**. Sem ano. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/perguntas-frequentes/quais-sao-os-danos-causados-ao-meio-ambiente-pela-plantacao-tabaco#:~:text=Os%20fumantes%20adoecem%20com%20uma,do%20que%20os%20n%C3%A3o%20fumantes>. Acesso em: 17 jul. 2021.

JARDINETTI, J. R. B. Abstrato e o concreto no ensino da matemática: algumas reflexões. **Bolema**, Rio Claro, v. 11, n. 12, set. 1997.

JUSTIÇA DO TRABALHO. **ENTREVISTA:** “O uso de agrotóxicos é o mais grave problema de saúde do trabalhador”, alerta procuradora. 06 abr. 2018. Disponível em: <https://www.trt4.jus.br/portais/trt4/modulos/noticias/164437>. Acesso em: 18 jul. 2021.

KALINKE, M. A.; LORENZETTI, L.; ROCHA, F. S. M. Aproximações entre resoluções de problemas e modelagem matemática com enfoque CTS. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 109-126, mai./ago. 2019.

KOPNIN, P. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. *In: VIGOTSKY, L. S.; et al. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone, 1988. p. 59-83.

LEONTIEV, A. O homem e a cultura. *In: LEONTIEV, A. O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Horizonte, 1978. p. 261-284.

LIBANEO, J.C. A aprendizagem escolar e a formação de professores na perspectiva da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade. **Educar**, Curitiba, n. 24, p. 113-147, 2004.

LONGAREZI, A. M.; FRANCO, P. L. J. A formação-desenvolvimento do pensamento teórico-cultural da atividade no ensino de matemática. **Educativa**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 449-473, mai./ago. 2016.

LONGAREZI, A. M.; FRANCO, P. L. J. A formação-desenvolvimento do pensamento teórico na perspectiva histórico-cultural da atividade no ensino de matemática. **Revista Educativa - Revista de Educação**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 526-561, fev. 2017.

MACLEOD, K. A. **Integrating Science, Technology, Society and Environment (STSE) into physics teacher education**. Pre-service teachers' perceptions and challenges. Toronto: 2012.

MEDEIROS, C. F. de; MEDEIROS, A. O pensamento dialético de Bento de Jesus Caraça e sua concepção da educação matemática. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 261-276, 2003.

MELO, T. B. de. **As contribuições do enfoque CTS e da Educação Matemática Crítica para a concepção de não-neutralidade dos modelos matemáticos em atividades no ensino médio**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2012.

MORAES, S. P. G. de. **Avaliação do Processo de Ensino e Aprendizagem em Matemática**: Contribuições da teoria histórico-cultural. 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, 2008.

MOREIRA, M. A.; NARDI, R. O mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: alguns esclarecimentos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 1-9, set./dez. 2009.

MORETTI, V. D. **Professores de Matemática em Atividade de Ensino: uma perspectiva histórico-cultural para a formação docente.** 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MORETTI, V. D. O problema lógico-histórico: aprendizagem conceitual e formação de Professores de matemática. **Poiésis**, Tubarão, v. 8, n. Esp., p. 29 - 44, jan./jun. 2014.

MORETTI, V. D.; MARTINS, E.; SOUZA, F. D. de. Método histórico-dialético, teoria histórico-cultural e educação: algumas apropriações em pesquisas sobre formação de professores que ensinam matemática. *In*: MORETTI, V. D. e CEDRO, W. L (orgs.) **Educação Matemática e a teoria histórico-cultural: um olhar sobre as pesquisas.** Campinas: Mercado de Letras, 2017.

MORETTI, V. D.; MOURA, M. O. de. Investigando a aprendizagem do conceito de função a partir dos conhecimentos prévios e das interações sociais. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 67-82, 2003.

MOURA, M. O. de. **A construção do signo numérico em situação de ensino.** 1992. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

MOURA, M. O. de. A atividade de ensino como unidade formadora. **Bolema**, Rio Claro, v. 11, n. 12, p. 29-43, 1997.

MOURA, M. O. de. Pesquisa colaborativa: um foco na ação formadora. *In*: BARBOSA, R. L. L. (Org.). **Trajetórias e perspectivas da formação de educadores.** São Paulo: UNESP, 2004. p. 257-284.

MOURA, M. O. de. Saberes Pedagógicos e Saberes Específicos: desafios para o ensino de Matemática. 2006, Recife. **Anais do XIII ENDIPE.** Recife: ENDIPE, 2006.

MOURA, M. O. de. A aprendizagem inicial do professor em atividade de ensino. *In*: LOPES, A. R. L.; *et al.* (org). **Formação de professores em diferentes espaços e contextos.** Campo Grande: Ed. UFMS, 2011. p. 87-102.

MOURA, M. O. de; LANNER de MOURA, A. R. **Matemática na educação infantil: conhecer, (re)criar - um modo de lidar com as dimensões do mundo.** São Paulo: Diadema/SECEL, 1998a.

MOURA, M. O. de; LANNER de MOURA, A. R. A atividade de ensino de matemática como desencadeadora da formação do professor. *In*: III Congresso Iberoamericano de Educação Matemática – CIBEM, 1999, Caracas. **Resúmenes do III Congresso Iberoamericano de Educação Matemática – CIBEM.** Caracas: Asovermat, v. 1. p. 497–507, 1998b.

MOURA, M. O. de; SFORNI, M. S. de F., ARAÚJO, E. S. Objetivação e apropriação de conhecimentos na atividade orientadora de ensino. **Revista Teoria e Prática da Educação**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 39-50, jan./abr. 2011.

MOURA, M. O. de; SFORNI, M. S. de F., LOPES, A. L. R. V. A objetivação do ensino e o desenvolvimento do modo geral da aprendizagem da atividade pedagógica. *In*:

MOURA, M. O. de (Org). **Educação escolar e pesquisa na teoria histórico-cultural**. São Paulo: Edições Loyola, 2017. p. 71-99.

MOURA, M. O. de; *et al.* Atividade Orientadora de Ensino: unidade entre ensino e aprendizagem, **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 10, n. 29, p. 205-229, jan./abr. 2010.

MOURA, M. O. de; *et al.* A atividade Orientadora de Ensino como unidade entre ensino e aprendizagem. *In*: MOURA, M. O. de (org.). **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural**. Campinas: Autores Associados, 2016. p. 93-125.

NASCIMENTO, C. P.; MOURA, M. O. de. Dos princípios às ações organizadoras da atividade pedagógica. *In*: PEDERIVA, P. L. M.; *et al.* **Educar na perspectiva histórico-cultural: diálogos vigotskianos**. Campinas: Mercado de Letras, 2018. p. 53-77.

NEVES, J. D. **O ensino e a aprendizagem de álgebra nos anos finais do ensino fundamental**: a formação do conceito de função. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Uberaba, Uberaba, 2015.

NÚÑEZ, I. B. Sistema de princípios didáticos derivados da teoria de Galperin, do enfoque histórico-cultural de Vygotsky e da teoria da atividade de Leontiev. *In*: NÚÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin**: formação de conceitos e princípios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009. p. 129-148.

PANOSSIAN, M. L. **Manifestações do pensamento e da linguagem algébrica de estudantes**: indicadores para a organização do ensino. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PANOSSIAN, M. L. **O movimento histórico e lógico dos conceitos algébricos como princípio para constituição do objeto de ensino da álgebra**. 2014. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

PANOSSIAN, M. L., MORETTI, V. D. SOUZA, F. D. de. Relações entre movimento histórico e lógico de um conceito, desenvolvimento do pensamento teórico e conteúdo escolar. *In*: MOURA, M. O. de (Org). **Educação escolar e pesquisa na teoria histórico-cultural**. São Paulo: Edições Loyola, 2017.

PANOSSIAN, M. L.; SOUSA, M. C.; MOURA, M. O. Nexos conceituais do conhecimento algébrico: um estudo a partir do movimento histórico e lógico. *In*: MORETTI, V. D.; CEDRO, Wellington (Org.). **Educação Matemática e a teoria histórico-cultural**. Campinas: Mercado de Letras, 2017. p. 125-160.

PEDRETTI, E. NAZIR, J. **Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On**. Wiley Online Library, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20435>. Acesso em: 02 ago. 2021.

PEQUENO, S., BARROS, D., RIBEIRO, J. S. Cultura, educação e tecnologias digitais na perspectiva histórico-cultural. *In*: PEDERIVA, P. L. M., BARROS, D.,

PEQUENO, S. **Educar na perspectiva histórico-cultural: diálogos vigostkianos**. Campinas: Mercado de Letras, 2018.

PFUETZENREITER, M. R. A epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa no ensino na área de saúde. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, p. 147-159, 2002.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conceito matemático**. 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PONTE, J. P. The history of the concept of function and some educational implications. **The Mathematics Educator**, v. 3, n. 2, 1992.

POZEBON, S. **A formação de futuros professores de matemática: o movimento de aprendizagem da docência em um espaço formativo para o ensino de medidas**. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

PRUDÊNCIO, C. A. V. **Perspectiva CTS em estágios curriculares em espaços de divulgação científica: contributos para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia**. 2013. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

RIBEIRO, D. **Como ganhar dinheiro com pouca terra**. Disponível em: <https://www.esalqjuniorconsultoria.com/como-ganhar-dinheiro-com-pouca-terra/>. Acesso em: 02 ago. 2021.

RICHIT, A.; MALTEMPI, M. V. Pesquisas em Formação Inicial e Continuada de Professores: Percursos e Concepções Emergentes. *In*: BORBA, M. C.; CHIARI, A. **Tecnologias Digitais e Educação Matemática**. São Paulo: Livraria da Física, 2013, p. 221-250.

ROMEIRO, I, de O. **Formas de generalização no processo formativo de professores envolvendo elementos do conhecimento algébrico nos anos iniciais**. 2023. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2023.

RUBTSOV, V. V. Group work with the computer: The developing organisation of joint action. **European Journal of Psychology of Education**, v. 7, n. 4, p. 287–293, dez. 1992.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. *In*: GARNIER, C.; *et al.* (org.). **Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista escola russa e ocidental**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem**, 2002.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. A formação do cidadão e o ensino de CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade. *In: Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003. p. 57-90.

SBRANA, M. de F. C., ALBRECHT, E., AGUIAR, M. A Abordagem CTS e a Educação Matemática Crítica como Estratégia de Ensino-Aprendizagem na Formação de Professores de Matemática **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 3-26, nov. 2019.

SFORNI, M. S. de, F. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade**. 2003. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SFORNI, M. S. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da Teoria da Atividade**. Araraquara: JM, 2004.

SHULMAN, L. S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 196-229, dez. 2014.

SILVA, A. L. da. **O ensino de função exponencial para além das aparências**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SILVA, D. J. R. E. **Abordagem CTS e ensino de matemática crítica: um olhar sobre a formação inicial dos futuros docentes**. 2012. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

SILVEIRA, E.; CALDEIRA, A. D.; WAGNER, G. Modelagem matemática com enfoque CTS: aproximações teóricas. **VIDYA**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 3-20, jan./jun. 2019.

SINDITABACO. **Perfis do produtor e da indústria**. 2019. Disponível em: <https://www.sinditabaco.com.br/sobre-o-setor/perfis-do-produtor-e-da-industria/>. Acesso em: 21 mar. 2023.

SOUSA, M. do C. de. Quando professores têm a oportunidade de elaborar atividades de ensino de Matemática na perspectiva lógico-histórica. **Bolema**, Rio Claro, v. 22, n. 32, p. 83-99, 2009.

SOUSA, M. do, C. de. O movimento lógico-histórico enquanto perspectiva didática para o ensino de matemática. **Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, Uberlândia, v. 2, n. 1, p. 40-68, jan./abr., 2018.

SOUSA, M. do C. de., MOURA, M. O. de. **O movimento lógico-histórico em atividades de ensino de matemática: unidade dialética entre ensino e aprendizagem**. São Paulo: XII ENEM, 2016.

SOUSA, M. do C. de., MOURA, M. O. de. Estudo das historiografias de Paul Karlson, Konstantin Ríbnikov, Howard Eves e Bento de Jesus Caraça: diferentes modos de ver e conceber o conceito de função. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 1081-1099, 2019.

SOUZA, F. D. de; *et al.* Do conceito de Atividade Orientadora de Ensino às situações desencadeadoras de aprendizagem em pesquisas sobre ensino e formação de professores. **Ensino Em Re-Vista**, Uberlândia, v. 28, p.1-26, 2021.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS na educação científica no Brasil**: sentidos e perspectivas. 2012. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**: A Pesquisa Qualitativa em Educação. São Paulo: Atlas S. A., 1987.

UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) - Conselho de Graduação e Educação Profissional. Departamento de Secretaria. **Resolução COGEP/UTFPR nº 122, de 29 de novembro de 2021**. Curitiba, 30 nov. 2021a. Disponível em: [https://sei.utfpr.edu.br/sei/publicacoes/controlador\\_publicacoes.php?acao=publicacao\\_visualizar&id\\_documento=2653846&id\\_orgao\\_publicacao=0](https://sei.utfpr.edu.br/sei/publicacoes/controlador_publicacoes.php?acao=publicacao_visualizar&id_documento=2653846&id_orgao_publicacao=0). Acesso em: 01 dez. 2021.

UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná). **Institucional**. Curitiba, 2 jun. 2021b. Disponível em: <http://portal.utfpr.edu.br/institucional>. Acesso em: 22 mai. 2023.

UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) – Coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática. Departamento Acadêmico de Matemática. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Matemática**, campus Pato Branco. Pato Branco: UTFPR, 2017.

UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) - Conselho de Graduação e Educação Profissional. Departamento de Secretaria. **Resolução nº 149/2019 – COGEP**. Curitiba, 17 dez. 2019. Disponível em: <http://portal.utfpr.edu.br/documentos/conselhos/cogep/resolucoes/resolucoes-2019>. Acesso em: 23 fev. 2021.

VIGOTSKI, L. S. **Obras escogidas IV**. Madrid: Visor, 1996.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2000.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do pensamento e linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

VIRGENS, W. P. das. **Problemas Desencadeadores de Aprendizagem na Organização do Ensino**: sentidos em movimento na formação de professores de matemática. 2019. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

WALDHELM, K. C. **O uso de ferramentas tecnológicas para o ensino de funções**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014.

## **APÊNDICE A - Roteiro de questões para a roda de conversa**

## ROTEIRO DE QUESTÕES PARA A RODA DE CONVERSA

Aspectos a serem observados durante realização da roda de conversa

1. Durante o desenvolvimento das SDA, que ações auxiliaram mais diretamente a aprendizagem do conceito?
2. Considerando os conhecimentos que você já possuía sobre funções, você reconhece novas aprendizagens sobre o conceito?
3. Além da aprendizagem do conceito de função, que era nosso objeto de ensino, que outras aprendizagens você destacaria no desenvolvimento dos encontros?

**APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de  
Consentimento de Uso de Imagem, Som e Voz (TCUISV)**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE  
CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM, SOM E VOZ (TCUISV)**

**Título da pesquisa:** A organização do ensino de funções em um curso de licenciatura em Matemática de uma universidade tecnológica: contribuições da Teoria da Atividade e da abordagem CTS para a aprendizagem da docência.

**Pesquisadoras responsáveis pela pesquisa:**

Divanete Maria Bitdinger de Oliveira – (46)99124-4243 – Comunidade São João Batista, sem número, Pato Branco/PR

Flávia Dias de Souza – (41)3310-4729 – UTFPR - Avenida Sete de Setembro, nº 3165, Curitiba/PR

**Local de realização da pesquisa:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco

**Endereço:** Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/PR

**Telefone do local:** (46)3220-2500

**A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE**

**1. Apresentação da pesquisa.**

Você está sendo convidado a participar da pesquisa desenvolvida na disciplina de Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções que busca apresentar uma forma de organizar o ensino de funções utilizando-se da Teoria da Atividade e da abordagem CTS.

**Objetivo da pesquisa.**

A pesquisa tem como objetivo investigar um modo geral de organização do ensino de conhecimento específico de matemática, em um curso de licenciatura, situado em uma universidade tecnológica, que favoreça a aprendizagem da docência.

**2. Participação na pesquisa.** A aplicação será realizada em sete encontros, todos com duração prevista de 2 horas aula cada, sendo quatro encontros de observação, dois encontros de intervenção com a realização de situações de ensino planejadas, referente aos conceitos de função, e um encontro pós intervenção para roda de conversa de síntese para que o aluno traga as impressões sobre o desenvolvimento da atividade de aprendizagem. Os quatro primeiros encontros serão destinados à observação da turma e levantamento de conhecimento prévios por meio de observação e anotações no diário de bordo da pesquisadora. O objetivo dessa observação será reconhecer as características da turma, se há necessidades especiais, se os estudantes são participativos, comunicativos, se fazem trabalhos em grupo, verificar os conhecimentos prévios da disciplina, o modo de organização da turma e das aulas e conhecer o plano de ensino previsto para o semestre. No quinto e o sexto encontros, serão apresentadas as SDA, que são problemas matemáticos envolvendo o conceito de função. A aplicação das SDA se dará por meio da discussão coletiva, onde os estudantes serão organizados em grupos. Os registros serão captados por meio de seção reflexiva, com a intenção de captar os principais entendimentos de cada grupo. Os dados da pesquisa serão captados por meio de: diário de bordo das observações, registros escritos pelos participantes, vídeo gravações das intervenções e roda de conversa.

**3. Confidencialidade.**

Será garantido durante toda a pesquisa livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, riscos e benefícios, e garantia de anonimato e sigilo.

**4. Riscos e Benefícios.**

**5a) Riscos:**

Quanto aos riscos, a pesquisadora deixará explícito aos participantes que poderão deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo. Será garantido, durante toda a pesquisa, o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, seus riscos e benefícios, a liberdade de expressão aos participantes e garantia de anonimato e sigilo, e a privacidade e garantia de participação voluntária, expressos nos termos de consentimento e assentimento. Em decorrência de posicionamentos de participantes que gerem desconforto aos demais ou distanciamento do tema de interesse durante as falas, a pesquisadora mediará as conversas a fim de minimizá-los. Primar-se-á que os participantes da pesquisa se expressem livremente. Contudo, podem ocorrer comentários entre os participantes durante a intervenção que causem algum desconforto. Nesses casos, a pesquisadora mediará eventuais conflitos, buscando minimizar qualquer constrangimento. Outrossim, qualquer risco referente a quebra de anonimato e sigilo serão minimizados através da garantia de anonimato e sigilo, privacidade e garantia de participação voluntária, expressos nos termos de consentimento e assentimento.

**5b) Benefícios:**

Contribuir com a formação inicial de professores de matemática, ao apresentar aos acadêmicos uma forma de educar com a matemática, utilizando-se de questões ambientais e sociais, além de ter a possibilidade de levá-los a perceber que o conhecimento científico não se dá de forma isolada, mas é produto social, fruto da coletividade; trabalhar coletivamente e refletir coletivamente sobre as práticas; contribuir para a formação inicial dos professores de matemática, valorizando o trabalho individual e coletivo.

## 5. Critérios de inclusão e exclusão.

### 6a) Inclusão:

Alunos regularmente matriculados na disciplina de Fundamentos de Matemática Elementar: Números e Funções, do curso de Licenciatura em Matemática, de ambos os sexos, participantes de todos os encontros previstos, que realizarem todas as etapas da pesquisa, mediante consentimento neste Termo.

### 6b) Exclusão:

Não há.

### 6. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Durante toda a pesquisa será garantido livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, assim como poderão deixar de participar do trabalho a qualquer momento. Será garantida a participação voluntária em todas as etapas. Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

(  ) quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio : \_\_\_\_\_)

(  ) não quero receber os resultados da pesquisa

### 7. Ressarcimento e indenização.

O desenvolvimento da pesquisa não gerará custos financeiros, portanto os participantes não serão ressarcidos. No entanto, o direito à indenização haverá sempre que um participante entender que houve algum tipo de dano, de acordo com a resolução 466/12.

### ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

### B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação na pesquisa, e adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente participar nesse estudo. Estou consciente que poderei deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Permito também, que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham gravação de áudio e voz da intervenção realizada para fins de pesquisa científica/educacional. As gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda. Concordo que o material e as informações obtidas possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não sendo identificado por nome ou qualquer outra forma.

Nome completo: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_ Data de \_\_\_\_\_

Nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: Divanete Maria Bitdinger de Oliveira

Assinatura pesquisador (a) (ou seu representante): \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Divanete, via e-mail: [divanetem@utfpr.edu.br](mailto:divanetem@utfpr.edu.br) ou telefone: (46) 991244243.

**Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:**

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

**Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR,  
**Telefone:** 3310-4494, **E-mail:** [coep@utfpr.edu.br](mailto:coep@utfpr.edu.br)

**ANEXO A - Plano de ensino da disciplina “Fundamentos da Matemática  
Elementar: Números e Funções”**



**Informações da disciplina**

<b>Código Ofertado</b>	<b>Disciplina/Unidade Curricular</b>	<b>Modo de Avaliação</b>	<b>Modalidade da disciplina</b>	<b>Oferta</b>	
FM21M	Fundamentos Da Matemática Elementar: Números E Funções	Nota/Conceito E Frequência	Presencial	Semestral	
<b>Carga Horária</b>					
<b>AT</b>	<b>AP</b>	<b>APS</b>	<b>ANP</b>	<b>APCC</b>	<b>Total</b>
0	4	0	0	0	60
<ul style="list-style-type: none"><li>• AT: Atividades Teóricas (aulas semanais).</li><li>• AP: Atividades Práticas (aulas semanais).</li><li>• ANP: Atividades não presenciais (horas no período).</li><li>• APS: Atividades Práticas Supervisionadas (aulas no período).</li><li>• APCC: Atividades Práticas como Componente Curricular (aulas no período, esta carga horária está incluída em AP e AT).</li><li>• Total: carga horária total da disciplina em horas.</li></ul>					

**Objetivo**

Tornar suave a transição entre a Matemática da Educação Básica com a Matemática do Ensino Superior, buscando suprir lacunas existentes nos conhecimentos dos referidos conteúdos apresentados no conteúdo programático. Os conteúdos da Matemática da Educação Básica são relevantes para a formação do futuro professor de Matemática, aqui revisitados, de um ponto de vista de manipulação de fórmulas e conceitos, sem aprofundamento e sem apresentar demonstrações, sendo assim uma revisão de conteúdos.

**Ementa**

Equações e Inequações. Relação entre conjuntos. Funções Triviais. Tipos de funções. Função exponencial e função Logarítmica. Arcos e Ângulos. Razões trigonométricas na circunferência. Relações Fundamentais. Funções Circulares.

**Conteúdo Programático**

<b>Ordem</b>	<b>Ementa</b>	<b>Conteúdo</b>
1	Equações e Inequações	Equações e Inequações.
2	Relação entre conjuntos.	Relação entre conjuntos.
3	Introdução as Funções.	Conceito de função. Definição de função. Notação de função. Domínio e imagem. Igualdade de funções
4	Funções Triviais	Função Afim. Função Quadrática. Função modular.

<b>Ordem</b>	<b>Ementa</b>	<b>Conteúdo</b>
5	Tipos de funções.	Função composta. Função sobrejetora. Função injetora. Função bijetora. Função inversa.
6	Função exponencial e Logarítmica	Função exponencial: definição, propriedades, imagem, gráfico, equações e inequações. Logaritmo: conceito, propriedades e mudança de base. Função Logarítmica: definição, propriedades, imagem, gráfico.
7	Arcos e Ângulos	Arcos de circunferência. Medida de arcos. Medida de ângulos. Ciclo trigonométrico.
8	Razões trigonométricas na circunferência	Noções Gerais. Seno. Cosseno. Tangente. Cotangente. Secante. Cossecante.
9	Relações Fundamentais.	Introdução. Relações fundamentais.
10	Funções circulares	Noções básicas. Funções periódicas. Ciclo Trigonométrico. Função Seno. Função cosseno. Função tangente. Função cotangente. Função secante. Função cossecante.

**Bibliografia Básica**

IEZZI, Gelson et al. **Fundamentos de matemática elementar**. 8. ed. rev. ampl. São Paulo: Atual, 1993. 10 v. ISBN 857056-266-7 (v. 2).

LIMA, Elon Lages; CESAR, Paulo; WAGNER, E.; MORGADO, A. C. **A matemática do ensino médio**. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: Sociedade Brasileira de Matemática, 2006. 4 v. (Coleção do Professor de Matemática ; 13). ISBN 85-851810-7 (v. 1).

IEZZI, Gelson et al. **Fundamentos de matemática elementar**. 7. ed. rev. ampl. São Paulo, SP: Atual, 1993. 10 v. ISBN 85-7056-270-5 (v. 1).

**Bibliografia Complementar**

DANTE, Luiz Roberto. **Tudo é matemática**. 3. ed. São Paulo, SP: Ática, 2010. 4 v. ISBN 9788508120031 (v.8).

#	Resumo da Alteração	Edição	Data	Aprovação	Data
1	Segue 1ª versão para aprovação.	Matheus Henrique Dal Molin Ribeiro	20/02/2018	Moises Aparecido Do Nascimento	21/02/2018

08/12/2020

18:13