



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ –
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PGECM**

ALINE MARIA DA SILVA CAMILO

**FORMAÇÃO CONTINUADA EM SERVIÇO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA:
UMA ANÁLISE DE SITUAÇÕES DIDÁTICAS PROFISSIONAIS DIRECIONADAS À
GEOMETRIA PLANA E ESPACIAL DO ENSINO MÉDIO**

FORTALEZA

2021

ALINE MARIA DA SILVA CAMILO

FORMAÇÃO CONTINUADA EM SERVIÇO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: UMA
ANÁLISE DE SITUAÇÕES DIDÁTICAS PROFISSIONAIS DIRECIONADAS À
GEOMETRIA PLANA E ESPACIAL DO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado Acadêmico
apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Ensino de Ciências e Matemática do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Ceará (IFCE) - *Campus* Fortaleza, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Régis Vieira
Alves

Coorientadora: Profa. Dra. Francisca Cláudia
Fernandes Fontenele

Área de Concentração: Ensino de Matemática

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C183f Camilo, Aline Maria da Silva.
Formação continuada em serviço do professor de Matemática : Uma análise de Situações Didáticas Profissionais direcionadas à Geometria plana e espacial do Ensino Médio / Aline Maria da Silva Camilo. - 2021.
212 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Régis Vieira Alves .
Coorientação: Prof. Dr. Francisca Cláudia Fernandes Fontenele .
1. Geometria . 2. Formação de professores . 3. Engenharia Didática . 4. Teoria das Situações Didáticas . 5. Didática Profissional. I. Título.

CDD 510.07

ALINE MARIA DA SILVA CAMILO

FORMAÇÃO CONTINUADA EM SERVIÇO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: UMA
ANÁLISE DE SITUAÇÕES DIDÁTICAS PROFISSIONAIS DIRECIONADAS À
GEOMETRIA PLANA E ESPACIAL DO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado Acadêmico
apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Ensino de Ciências e Matemática do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Ceará (IFCE) - *Campus* Fortaleza, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.
Área de Concentração: Ensino de Matemática

Aprovado (a) em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Régis Vieira Alves (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Profa. Dra. Francisca Cláudia Fernandes Fontenele (Coorientadora)
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Profa. Dra. Maria José Araújo Souza
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Profa. Dra. Marluce Alves dos Santos
Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Prof. Dr. Daniel Brandão Menezes
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, me mantendo forte e persistente nos meus objetivos.

À minha família, em especial ao meu pai (Maurício), minha mãe (Edneusa) e minha tia (Maria de Jesus), por ter me proporcionado o privilégio de estudar e por ter me ensinado os verdadeiros valores éticos e morais.

Ao meu esposo, Fernando Marciano, por todo apoio, ajuda, paciência e compreensão.

Aos meus filhos Iuri e Ícaro, por serem as razões que me estimulam a buscar sempre o meu melhor.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco Régis Vieira Alves, pela oportunidade dada e transposição de saberes e experiências, nos quais contribuíram, de forma expressiva, à condução deste trabalho.

À minha coorientadora, Profa. Dra. Francisca Cláudia Fernandes Fontenele, pela disponibilidade e ensinamentos, que foram essenciais durante todo o processo de produção deste trabalho e de todas as outras publicações.

Aos professores da minha banca de defesa, Prof. Dr. Daniel Brandão de Menezes, Profa. Dra. Maria José Araújo Sousa e Profa. Dra. Marluce Alves dos Santos, pela disponibilidade em ler esta pesquisa e promover sugestões para aperfeiçoá-la.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do IFCE, campus Fortaleza, pelo compromisso e dedicação ao trabalho realizado, motivando os alunos e promovendo importantes contribuições, mesmo diante das dificuldades surgidas, durante o ensino remoto.

Aos colegas da turma do mestrado, pela troca de experiências, dúvidas e informações.

Aos professores de Matemática que participaram desta pesquisa, nos quais foram fundamentais para a obtenção dos resultados.

E, por fim, à Secretaria de Educação do Ceará, por proporcionar meu afastamento para dedicação exclusiva a esta pesquisa.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma pesquisa acerca da formação continuada do professor de Matemática, no cenário educacional brasileiro, mediante uma análise, no seu campo de trabalho, do ensino de Geometria plana e espacial no Ensino Médio. A justificativa para o desenvolvimento deste trabalho se dá pela necessidade de um olhar especial, no ensino da Geometria, considerando-se seus obstáculos, bem como sua origem, de ordem histórica, cognitiva e didática. Nesta perspectiva, utilizou-se uma metodologia de pesquisa, propícia ao cenário de formação docente, sendo esta, apresentada pela Engenharia Didática de Formação (EDF). A fundamentação teórica, deu-se a partir das vertentes francesas: Teoria das Situações Didáticas (TSD) e Didática Profissional (DP), que permitiram analisar as Situações Didáticas Profissionais (SDP), elaboradas a partir de situações-problema, de Geometria plana e espacial, na formação continuada em serviço do professor de Matemática, caracterizando assim o objetivo geral deste trabalho. Tais problemas, foram adaptados de itens, retirados dos boletins pedagógicos de Matemática do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE) do Ensino Médio. Os sujeitos envolvidos nesta pesquisa, foram formados por um grupo de oito professores de Matemática, pertencentes ao quadro docente de duas escolas estaduais, localizadas na cidade de Caucaia/CE. Na ocasião, realizou-se um minicurso de formação (de modo remoto), onde foram apresentadas as SDPs, no intuito de observar as ações e estratégias manifestadas no decorrer da resolução e análise de tais situações. Além disso, na busca de favorecer uma melhor compreensão, foram explorados os recursos do *software* GeoGebra, para visualização e manipulação dos elementos matemáticos envolvidos. Por fim, concluiu-se que esta pesquisa contribuiu com a implementação de novas concepções pragmáticas, por meio de uma proposta metodológica, que despertou nos docentes, a reflexão e o interesse no uso de situações didáticas, com a inserção do GeoGebra, tornando a aprendizagem matemática mais significativa.

Palavras-chave: Geometria. Formação de professores. Engenharia Didática. Teoria das Situações Didáticas. Didática Profissional.

ABSTRACT

This work presents a research on the continuing education of the Mathematics teachers, in the Brazilian educational scenario, through an analysis, in their field of activity, of the teaching of plane and spatial Geometry in High School. The justification for the development of this work is given by the need for a special look at the teaching of Geometry, considering its obstacles, as well as its origin, of a historical, cognitive and didactic nature. In this perspective, a research methodology was used, appropriate to the scenario of teacher training, which is presented by Didactic Training Engineering (EDF). The theoretical foundation was based on the French aspects: Theory of Didactic Situations (TSD) and Professional Didactics (DP), which allowed the analysis of Professional Didactic Situations (SDP), elaborated from problem situations, of plane and spatial Geometry, in the continuity of to analyze and understand the role of the teacher, in their own work environment, from the perspective of professional development and competence. Therefore, in order to verify how the TSD and DP can contribute to the continuing education of Mathematics teachers, the general objective was to analyze the SDPs, elaborated from problem situations, of plane/spatial geometry, with the use of the assumptions of DP and TSD, in the continuing education in service of the Mathematics teacher, thus characterizing the general objective of this work. Such problems were adapted from items taken from the Pedagogical bulletins of Mathematics of the Permanent System of Evaluation of Basic Education in Ceará (SPAECE) of High School. The subjects involved in this research were formed by a group of eight Mathematics teachers, belonging to the teaching staff of two state schools, located in the city of Caucaia/CE. On that occasion, a short training course was held (remotely), where the SDPs were presented, in order to observe the actions and strategies manifested during the resolution and analysis of such situations. In addition, in order to promote a better understanding, the resources of the GeoGebra software were explored, for visualization and manipulation of the mathematical elements involved. Finally, it was concluded that this research contributed to the implementation of new pragmatic concepts, through a methodological proposal, which aroused reflection and interest in the teachers in the use of didactic situations, with the insertion of GeoGebra, making learning most meaningful math.

Keywords: Geometry. Teacher training. Didactic Engineering. Theory of Didactic Situations. Professional Didactics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	— As etapas da Engenharia Didática.....	30
Figura 2	— Organização do trabalho entre pesquisadores, formadores e professores.....	36
Figura 3	— Relação do triângulo didático	37
Figura 4	— Representação das etapas de uma transposição didática.....	40
Figura 5	— Processo dialético entre saber (<i>savoir</i>) e conhecimento (<i>connaissance</i>).....	47
Figura 6	— Correntes teóricas e campo prático que compõem a Didática Profissional.....	56
Figura 7	— Tetraedro compondo os elementos envolvidos na formação profissional do adulto	62
Figura 8	— Desenho da engenharia de formação.....	65
Figura 9	— Síntese das competências específicas de Matemática de acordo com a BNCC..	87
Figura 10	— Itens apresentados aos alunos pelo professor P1 durante a aula.....	110
Figura 11	— Definição de arcos congruos apresentada pelo professor P1.....	111
Figura 12	— Exercício proposto pelo professor P1.....	111
Figura 13	— Atividade realizada pelo professor P2.....	113
Figura 14	— Situação-problema apresentada pelo professor P3.....	114
Figura 15	— Jogo no GeoGebra apresentado pelo professor P4.....	115
Figura 16	— Situação-problema apresentada pelo professor P5.....	116
Figura 17	— Situação-problema apresentada pelo professor P6.....	117
Figura 18	— Situação-problema apresentada pela professora P7.....	118
Figura 19	— Situação-problema apresentada pela professora P7.....	119
Figura 20	— Situação-problema apresentada pelo professor P8.....	120
Figura 21	— Construção do enunciado do problema I no GeoGebra	130
Figura 22	— Construção no GeoGebra referente ao problema I	130
Figura 23	— Construção no GeoGebra referente ao problema I.....	132
Figura 24	— Imagem retirada do boletim pedagógico do SPAECE 2015 para compor o problema II	133
Figura 25	— Representação do problema II construído no GeoGebra	134
Figura 26	— Representação do problema II construído no GeoGebra.....	135
Figura 27	— Representação do problema II construído no GeoGebra.....	136
Figura 28	— Item retirado do boletim pedagógico de Matemática do SPAECE 2017.....	137

Figura 29 — Construção do enunciado do problema III no GeoGebra.....	138
Figura 30 — Representação do sólido geométrico com a sua planificação em conclusão.....	139
Figura 31 — Representação do sólido geométrico com a sua planificação concluída.....	139
Figura 32 — Item retirado do boletim pedagógico de Matemática SPAECE 2017.....	141
Figura 33 — Construção no GeoGebra do polígono delimitado pelos pontos P, Q, R, S, U e T.....	142
Figura 34 — Divisão da figura em dois trapézios.....	143
Figura 35 — Duplicação do trapézio PSTU realizada no GeoGebra.....	144
Figura 36 — Rotação do paralelogramo PTP'T' em um ângulo de 45° em sentido anti- horário	144
Figura 37 — Ação de modelização da SDP I no GeoGebra realizada pelo professor P2.....	153
Figura 38 — Formalização de resolução da SDP I apresentada pelos professores P2 e P4.....	154
Figura 39 — Formalização de resolução da SDP I apresentada pelo professor P6.....	155
Figura 40 — Formalização de resolução da SDP I apresentada pelos professores P7 e P8 ...	155
Figura 41 — Utilização do GeoGebra na fase de institucionalização.....	156
Figura 42 — Ação de modelização da SDP II no GeoGebra realizada pelo professor P2.....	159
Figura 43 — Formalização de resolução da SDP II apresentada pelos professores P2 e P4....	161
Figura 44 — Formalização de resolução da SDP II apresentada pelos professores P7 e P8....	169
Figura 45 — Utilização do GeoGebra na fase de institucionalização.....	162
Figura 46 — Utilização do GeoGebra na fase de institucionalização.....	163
Figura 47 — Utilização do GeoGebra na fase de institucionalização.....	163
Figura 48 — Construção no GeoGebra disponibilizada pela pesquisadora para modelização da SDP III.....	166
Figura 49 — Ação de validação da SDP III com o auxílio do GeoGebra.....	167
Figura 50 — Resolução algébrica apresentada pelo grupo da escola A.....	167
Figura 51 — Resolução algébrica apresentada pelo grupo da escola B.....	168
Figura 52 — Momento de institucionalização com o uso do GeoGebra.....	169
Figura 53 — Ação de modelização da SDP IV no GeoGebra realizada pelo professor P4.....	173
Figura 54 — Ação de modelização da SDP IV no GeoGebra realizada pelo professor P4.....	173
Figura 55 — Resolução algébrica da SDP IV apresentada pelos professores da escola A.....	175
Figura 56 — Resolução algébrica da SDP IV apresentada pelos professores da escola B....	175
Figura 57 — Ação de modelização da SDP IV no GeoGebra realizada pelo professor P5.....	176
Figura 58 — Resolução algébrica da SDP IV apresentada pelo professor P5.....	177

Figura 59 — Utilização do GeoGebra na fase de institucionalização.....	178
Figura 60 — QR Code da SDP I.....	207
Figura 61 — QR Code da SDP II.....	207
Figura 62 — QR Code da SDP III.....	207
Figura 63 — QR Code da SDP IV.....	207

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Engenharia de 1ª e 2ª geração.....	34
Quadro 2 — Engenharia Didática para a Investigação e Engenharia Didática de Desenvolvimento.....	34
Quadro 3 — Definição das situações.....	50
Quadro 4 — Descrição das categorias de atuação docente	54
Quadro 5 — Relação de trabalhos acadêmicos relacionados com a pesquisa.....	70
Quadro 6 — Descrição dos itens dos capítulos analisados do livro da escola A.....	77
Quadro 7 — Descrição dos itens dos capítulos analisados do livro da escola B.....	81
Quadro 8 — Competências específicas da área de Matemática e suas Tecnologias e suas devidas habilidades relacionadas à Geometria plana/espacial de acordo com a BNCC.....	88
Quadro 9 — Informações sobre a formação dos professores pesquisados.....	94
Quadro 10 — Concepção dos professores sobre o alinhamento dos conteúdos ensinados.....	100
Quadro 11 — Percepção dos professores acerca das ações dos alunos, professores e instituição de ensino que venham atrapalhar na aprendizagem discente.....	102
Quadro 12 — Respostas dos professores da escola A quanto ao uso de recursos tecnológicos em suas aulas de Matemática.....	104
Quadro 13 — Respostas dos professores da escola B quanto ao uso de recursos tecnológicos em suas aulas de Matemática	105
Quadro 14 — Recursos tecnológicos utilizados no ensino da Geometria.....	108
Quadro 15 — Síntese do plano de ação a ser executado.....	123
Quadro 16 — Organização dos encontros de formação.....	149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Informações sobre a identificação dos professores pesquisados.....	93
---	----

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DM	Didática da Matemática
DP	Didática Profissional
ED	Engenharia Didática
EDF	Engenharia Didática de Formação
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IDD	<i>Ingénierie Didactique du Développement</i>
IDR	<i>Ingénierie Didactique de Recherche</i>
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará
IREM	<i>Institut Universitaire de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques</i>
MMM	Movimento da Matemática Moderna
OBMEP	Olimpíada Brasileira de Matemática de Escolas Públicas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
SD	Situações Didáticas
SDO	Situações Didáticas Olímpicas
SDP	Situações Didáticas Profissionais
SP	Situações Profissionais

SPAECE Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará

TSD Teoria das Situações Didáticas

UT Unidade de Trabalho

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA.....	27
2.1	Engenharia Didática Clássica (ED)	28
2.2	Engenharia Didática de Formação (EDF)	33
2.3	Teoria das Situações Didáticas (TSD)	36
2.4	Didática Profissinal (DP).....	48
2.4.1	<i>Competência profissional</i>	51
2.4.2	<i>Conceituação na ação</i>	56
2.4.3	<i>Psicologia ergonômica.....</i>	58
2.4.4	<i>Didática das disciplinas.....</i>	61
2.4.5	<i>Engenharia de Formação.....</i>	64
2.4.6	<i>Visão comparativa entre a TSD e a DP.....</i>	66
3	ANÁLISES PRELIMINARES	66
3.1	Desenvolvimento histórico do ensino de Geometria no Brasil: obstáculos e lacunas	73
3.2	Análise de trabalhos acadêmicos relacionados à pesquisa	76
3.3	Análise dos conteúdos de Geometria plana/espacial nos livros didáticos adotados nas escolas participantes da pesquisa	83
3.3.1	<i>Livro didático da escola A</i>	84
3.3.2	<i>Livro didático da escola B</i>	87
3.4	Orientações curriculares oficiais relacionadas ao ensino de Geometria no Brasil.....	89
3.4.1	<i>Base Nacional Comum Curricular</i>	85
3.5	Formação docente para o ensino de Geometria	96

3.6	Análise do ensino de Geometria realizada com os professores participantes da pesquisa	99
3.6.1	Questionário (Primeira seção)	100
3.6.2	Questionário (Segunda seção)	101
3.6.3	Questionário (Terceira seção)	102
3.6.4	Questionário (Quarta seção)	113
3.6.5	Questionário (Quinta seção).....	114
3.6.6	Observação das aulas dos professores participantes da pesquisa.....	118
3.6.6.1	Aula do professor P1.....	119
3.6.6.2	Aula do professor P2.....	121
3.6.6.3	Aula do professor P3.....	122
3.6.6.4	Aula do professor P4.....	123
3.6.6.5	Aula do professor P5.....	125
3.6.6.6	Aula do professor P6.....	126
3.6.6.7	Aula do professor P7.....	127
3.6.6.8	Aula do professor P8.....	129
4	CONCEPÇÃO E ANÁLISE A PRIORI	131
4.1	Concepção das Situações Didáticas Profissionais.....	135
4.1.1	Situação Didática Profissional I	137
4.1.2	Situação Didática Profissional II	141
4.1.3	Situação Didática Profissional III	146
4.1.4	Situação Didática Profissional IV	151
5	EXPERIMENTAÇÃO.....	155
5.1	Lócus de investigação e sujeitos da pesquisa.....	156
5.2	Os procedimentos realizados	157
5.3	Experimentação das Situações Didáticas Profissionais.....	160

5.3.1	<i>Experimentação da SDP I</i>	161
5.3.2	<i>Experimentação da SDP II</i>	168
5.3.3	<i>Experimentação da SDP III</i>	174
5.3.4	<i>Experimentação da SDP IV</i>	182
5.3.5	Questionário final	190
6	ANÁLISE A POSTERIORI E VALIDAÇÃO	192
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	198
	REFERÊNCIAS	204
	APÊNDICE A — APRESENTAÇÃO DO PRIMEIRO QUESTIONÁRIO ...	213
	APÊNDICE B — APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL	217
	APÊNDICE C — QR CODE DAS CONSTRUÇÕES DOS PROBLEMAS NO GEOGEBRA	218
	ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	219

1 INTRODUÇÃO

A Geometria tem um papel fundamental, na compreensão do espaço que nos cerca. As formas geométricas estão presentes no cotidiano das pessoas, seja na natureza, nas construções e até nas artes. Portanto, esta compreensão torna-se uma condição necessária, para além de sua dimensão, como conteúdo escolar, pois trata-se, também, de incorporar conhecimentos, inseridos à cultura, e que norteiam a percepção geométrica.

Apesar de toda a relevância dos saberes geométricos, na natureza humana e, conseqüentemente, nos conteúdos escolares, os professores ainda se sentem inseguros para lecioná-la (SANTOS; NACARATO, 2014). A dificuldade em explorar a percepção visual dos elementos geométricos, muitas vezes dispendendo de recursos pedagógicos, limitados a meios tradicionais, acaba ocasionando entraves à compreensão do aluno. Além disso, de acordo com Almouloud *et al.* (2004), a formação do professor de Matemática, quando se trata de Geometria, é tida como insuficiente, uma vez que os cursos de formação inicial não instigam uma prática reflexiva mais profunda, sobre a questão do ensino e aprendizagem; e a formação continuada, por sua vez, não atende ainda aos objetivos esperados. “Assim, a maioria dos professores do Ensino Fundamental e do Ensino Médio não está preparada para trabalhar segundo as recomendações e orientações didáticas e pedagógicas dos PCN¹” (ALMOULOUD *et al.*, 2004, p. 99).

Nacarato e Paiva (2013), ratificam o exposto anterior, ao acrescentarem que existe uma reduzida carga horária, dedicada a conteúdos geométricos, nos cursos de licenciatura no Brasil. Assim, ainda são perceptíveis lacunas e deficiências, na formação do professor de Matemática no Brasil, relacionada à Geometria, fazendo com que muitos docentes prefiram excluir o conteúdo de seu plano de ensino.

Tais condições, derivam dos vários momentos que atravessou o ensino da Geometria no Brasil. No início do século XX, por exemplo, o ensino da Matemática era considerado basicamente utilitarista, no qual, praticamente, se desconsiderava os conteúdos geométricos (SANTOS; NACARATO, 2014). Ainda, de acordo com os autores, até a década de 60, o ensino da Geometria era embasado pelos princípios de Euclides. Já entre as décadas de 70 e 80, ele teve forte influência do Movimento da Matemática Moderna (MMM), no qual houve uma

¹ Parâmetros Curriculares Nacionais. “Instrumento promotor da qualidade do ensino, já que se pretende que orientem e aperfeiçoem o trabalho pedagógico nas escolas. Consoante tal intenção, propõem-se objetivos, conteúdos essenciais, critérios de avaliação e orientações didáticas” (MOREIRA, 1996, p. 11).

grande tentativa de aproximar os conteúdos matemáticos escolares aos ensinados na universidade, ocasionando, entre outras consequências, uma algebrização da Geometria, vindo a provocar o seu abandono, por grande parte dos professores, uma vez que estes, por não dominarem os novos conceitos suficientemente, deixaram de ensiná-la, sob qualquer enfoque (PAVANELLO, 1993). Ainda há de se considerar que os livros didáticos, da época, abordavam a Geometria de modo irrelevante e, geralmente, traziam seus conteúdos nos capítulos finais, acentuando ainda mais o declínio dos conteúdos geométricos, nos currículos escolares. Tal abandono, acabou também por impactar na formação inicial e continuada dos professores que, por sua vez, ainda registra entraves, limitações e metodologias, inertes ao tempo, ocasionando assim, uma deficiência nas habilidades mínimas, necessárias à efetivação da prática docente, como comentado no trecho a seguir:

Esse abandono percebido principalmente durante os anos de 1960 a 1990, também se refletia nos cursos de graduação, pois esses cursos não tinham preocupação e nem um currículo voltado ao ensino de Geometria, fato esse que foi responsável pela geração de inúmeros professores, órfãos dessa formação e consequentemente sem a consciência da importância da aprendizagem desse conteúdo. Essa situação foi responsável pela formação de um grupo de professores que apresentava uma enorme dificuldade em abordar os conhecimentos geométricos deixando uma herança percebida ainda nos dias atuais (MENESES, 2007, p. 4).

Pelo excerto anterior, fica mais evidente que há, então, a necessidade de uma discussão frequente, acerca da formação e reflexão, sobre o ensino da Geometria, na busca contínua pelo aprimoramento das práticas didáticas, relacionadas aos conceitos geométricos, sobretudo, no caso desta pesquisa, da Geometria plana e espacial.

Santos e Nacarato (2014) ainda trazem uma discussão, a respeito da metodologia de ensino dos professores de Matemática, à época que, muitas vezes, era resumida a um ensino reducionista. No campo da Geometria, geralmente predominava o conteúdo de figuras planas, onde se enfatizava a classificação de tais figuras, sem oportunizar aos alunos a possibilidade de explorar suas especificidades, como as semelhanças e diferenças entre elas. As autoras ainda continuam com a reflexão, afirmando que muitos professores, por também não terem tido maior contato com a Geometria, acabaram por ignorar a relevância da concepção do pensamento geométrico, impactando na sua própria prática docente, tornando-a ineficiente e que, de certo modo, vem se arrastando até os dias atuais, acabando, também, por impactar na aprendizagem do aluno.

À vista disso, torna-se necessário que os professores desenvolvam propostas pedagógicas, mais dinâmicas e inovadoras, de modo a tornar o ato de ensinar e aprender

Matemática mais atraente e significativo. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca algumas ações que contribuem para tal realização:

[...] decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem;
[...] conceber e pôr em prática situações e procedimentos para motivar e engajar os alunos nas aprendizagens;
[...] selecionar, produzir, aplicar e avaliar recursos didáticos e tecnológicos para apoiar o processo de ensinar e aprender;
[...] criar e disponibilizar materiais de orientação para os professores, bem como manter processos permanentes de formação docente que possibilitem contínuo aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem [...] (BRASIL, 2017, p. 16-17).

Há também de se considerar o frenético avanço da tecnologia, que desafia constantemente o professor a abordar a Matemática, de forma mais dinâmica e inovadora, e menos mecanicista, de modo que seus conteúdos apresentem real sentido ao aluno – nos quais se apresentam cada vez mais diversos e heterogêneos, em relação às suas expectativas e necessidades de conhecimento – em busca de uma melhoria na qualidade do ensino e aprendizagem na Educação Básica. À vista disso, este trabalho traz uma proposta de utilização do *software* GeoGebra, como uma opção, capaz de aliar o dinamismo com a tecnologia, no contexto do ensino da Geometria. O GeoGebra é um *software* dinâmico, dotado de várias ferramentas, com uma *interface* fácil e intuitiva, que permite a construção e a manipulação de elementos, relacionados à Álgebra e à Geometria, promovendo a intuição geométrica e amenizando a abstração dos conceitos matemáticos.

Diante desta abordagem inicial, apresenta-se como justificativa para o desenvolvimento desta pesquisa, a necessidade de um olhar especial ao ensino da Geometria. Para tanto, torna-se extremamente necessário analisar o papel do professor de Matemática, em seu campo de trabalho, na perspectiva do desenvolvimento de sua competência profissional que, por sua vez, é definida como sendo a “capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situações” (PERRENOUD, 2000, p. 15). De fato, é esperado que o profissional, quando submetido a uma situação desafiadora e complexa, utilize de suas habilidades, como recursos, para cumprir as exigências da tarefa designada, visando assim, construir novas experiências e práticas.

Nesse sentido, é válido destacar a importância da formação continuada destes profissionais, em seu próprio ambiente de trabalho, para a análise e o desenvolvimento da competência profissional, caracterizando assim uma formação continuada em serviço

(SALLES, 2004). Esta formação é entendida como aquela que é realizada no próprio local de trabalho, trazendo o cotidiano do ambiente escolar e, desenvolvendo-se, conforme a realidade da escola e necessidades reconhecidas por todos os envolvidos neste local (FLÓRIDE; STEINLE, 2008). Diferente da formação continuada “clássica” (FLÓRIDE; STEINLE, 2008) (seminários, simpósios, cursos específicos, etc.), que é baseada na racionalidade técnica e vista como uma extensão e complementação da formação inicial, a formação continuada em serviço é encarada como uma espécie de “reflexão da reflexão da prática” (GARRIDO, 2000, p. 5 *apud* SALLES, 2004, p. 5), sendo, portanto, baseada na reflexão da prática.

De acordo com o autor, este tipo de formação:

- i. permite que o professor se apresente como personagem do seu próprio processo de conhecimento, partindo da ação para a teoria e tendo total autonomia durante o processo formativo;
- ii. encara a valorização da prática docente, como a única possibilidade de sucesso do professor, em aplicar, criativamente, a racionalidade técnica, adquirida no processo de obtenção de competências escolares.

Flóride e Steinle (2008, p. 11-12) também elencam algumas contribuições que este tipo de formação traz:

- nas estratégias de formação em serviço, os professores constituem-se em sujeitos do próprio processo de conhecimento onde ora são professores “ensinantes” ora professores “aprendentes”;
- esta modalidade de formação, por estar mais centrada no espaço escolar acaba oferecendo ao professor plena autonomia, decorrência natural da condição de sujeito do próprio conhecimento;
- por estar centrada nos reais problemas da escola, a probabilidade de adesão e de comprometimento coletivo, com certeza, será maior;
- favorecendo o envolvimento coletivo alunos e professores só terão a ganhar, pois professores conscientes de sua ação, através da prática pedagógica refletida, conseqüentemente, alunos aprendendo mais e melhor e professores mais satisfeitos.

Em consonância com o excerto anterior, Nóvoa (1995) informa que a formação de professores não se desenvolve por meio de acumulação (de cursos, de conhecimentos ou de técnicas), e sim através de um trabalho de reflexividade crítica sobre a práxis, e de constante (re) construção de uma identidade pessoal. O autor ainda reforça que a troca de experiências e o compartilhamento de conhecimentos, proporcionam ambientes de formação mútua, onde os docentes acabam por desempenhar tanto o papel de formador quanto o de aprendiz. Assim, o desenvolvimento profissional dos professores, deve estar vinculado à escola e aos seus projetos, visto que, é no espaço concreto de cada escola, em volta de reais problemas pedagógicos ou

educativos, que se desenvolve a verdadeira formação do professor (NÓVOA, 1995). Candau (1997, p. 57 *apud* Flóride e Steinle, 2008, p. 8) complementa o exposto, por meio da seguinte reflexão:

Neste sentido, considerar a escola como lócus de formação continuada passa a ser uma afirmação fundamental na busca de superar o modelo clássico de formação continuada e construir uma nova perspectiva na área de formação continuada de professores. Mas este objetivo não se alcança de uma maneira espontânea, não é o simples fato de estar na escola e de desenvolver uma prática escolar concreta que garante a presença das condições mobilizadoras de um processo formativo. Uma prática repetitiva, uma prática mecânica não favorece esse processo. Para que ele se dê, é importante que essa prática seja uma prática reflexiva, uma prática capaz de identificar os problemas, de resolvê-los, e cada vez as pesquisas são mais confluentes, que seja uma prática coletiva, uma prática construída conjuntamente por grupos de professores ou por todo o corpo docente de uma determinada instituição escolar.

Portanto, de acordo com o trecho anterior, o êxito de uma formação continuada docente se dá pela junção do espaço escolar, enquanto ambiente formador, com a proposta de uma ação reflexiva, no sentido de despertar um senso crítico e estimular uma ressignificação das práticas docentes, bem como a concepção de novas situações que venham a favorecer o processo de ensinar.

Doravante, para uma melhor compreensão à questão da atuação docente, este trabalho se apoia em alguns quadros teóricos, desenvolvidos, a princípio na França, entre as décadas de 80 e 90, no cenário da Didática da Matemática (DM)².

O primeiro se constitui a partir da Engenharia Didática de Formação (EDF), surgida por meio dos pressupostos da Engenharia Didática clássica (ED). A ED, tanto se apresenta como uma metodologia de pesquisa, como também está centrada no desenvolvimento da concepção, realização, observação, análise e avaliação de situações didáticas, em sala de aula, objetivando a aprendizagem de um determinado conteúdo (ARTIGUE, 2014a). Sendo assim, ela acaba por possuir dupla função, que pode ser compreendida como uma produção para o ensino e também como uma metodologia de pesquisa qualitativa (POMMER, 2013).

² De acordo com Brousseau (1986) *apud* Teixeira e Passos (2013), a Didática da Matemática estuda atividades didáticas que priorizam o ensino da parte específica dos saberes matemáticos, fornecendo explicações, conceitos e teorias, bem como meios de previsão e análise; reunindo resultados advindos dos comportamentos cognitivos dos alunos, além dos tipos de situações empregadas e os fenômenos de comunicação do saber (TEIXEIRA; PASSOS, 2013). Os primeiros trabalhos que se destacaram neste cenário foram os de “Yves Chevallard (Teoria Antropológica do Didático); Règine Douady (Dialética Ferramenta-Objeto); Raymond Duval (Teoria dos Registros de Representação Semiótica) e Gérard Vergnaud (Teoria dos Campos Conceituais)” (AZEVEDO, 2020, p. 30).

A EDF, por sua vez, estende seu objeto de estudo ao papel do professor, com o objetivo de contribuir com a elaboração de atividades, que proporcionem o desenvolvimento de competências, satisfatórias ao exercício do ofício docente, promovendo, assim, a criação de recursos e treinamentos para professores da educação básica, apresentando uma contribuição para o exercício docente, na criação e aplicação de situações de aprendizagem, no ensino da Matemática (PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2019). A EDF, assim como a ED, perpassa por quatro fases: análises preliminares; concepção e análise *a priori*; experimentação; e análise *a posteriori* e validação (ARTIGUE, 1988).

O segundo quadro, diz respeito à Teoria das Situações Didáticas (TSD), criada por Guy Brousseau (1988, 2002, 2008, 2011) e apresentada a partir da interação entre professor, aluno e saber, mediante uma situação didática que, por sua vez, é definida como:

o conjunto de relações estabelecidas explicitamente e/ou implicitamente entre um aluno ou grupo de alunos, um certo *milieu* (contendo eventualmente instrumentos ou objetos) e um sistema educativo (o professor) para que esses alunos adquiram um saber constituído ou em constituição (BROUSSEAU, 1978 *apud* ALMOULOU 2007, p. 33).

Ainda, dentro do contexto da TSD, apresentam-se algumas teorias que a sustenta, tais como a noção de transposição didática, descrita por Chevallard (1991) como sendo a passagem do saber sábio para o saber ensinado; de contrato didático, definido por Brousseau (2002) como sendo um conjunto de compromisso bilateral e, frequentemente implícito, entre professor e aluno, que assumem um acordo de obrigações e responsabilidades recíprocas, com suas regras voltadas a um saber específico que se deseja transmitir; e da noção de obstáculos epistemológicos (aqueles que não podem e nem devem ser evitados, pois são constitutivos do conhecimento propriamente dito) e didáticos (aqueles que parecem depender das escolhas do processo de ensino) (BROUSSEAU, 2008).

Por fim, é importante mencionar a classificação das diferentes fases dialéticas das situações didáticas (BROUSSEAU, 2002, 2008, 2011), a saber:

Dialética de ação – momento em que o aluno interage com o meio, elaborando estratégias, por meio de seus conhecimentos prévios.

Dialética de formulação – momento em que ocorre a troca de informações entre os alunos, por meio de uma linguagem compreensível a todos.

Dialética de validação – momento em que o aluno deverá explicar suas estratégias e raciocínio, utilizando-se de uma linguagem matemática formal.

Dialética de institucionalização – momento em que o professor reassume a responsabilidade total, revelando a sua real intenção de ensino.

Finalmente, o último quadro teórico, refere-se à Didática Profissional (DP), que envolve uma análise, no cenário de trabalho, de ação e inserção do adulto, e na sua formação, enquanto profissional, inclusive a do professor, visto que este é considerado como uma espécie de “operário da educação” ou “operador educacional” e, com efeito, um trabalhador e relevante agente de transformação social (ALVES, 2020, p. 401). Esta análise se dá por meio de situações profissionais, que, no caso do cenário acadêmico, pode ser denominada de Situações Didáticas Profissionais (SDP) (ALVES, 2019).

Isso posto, para o desenvolvimento desta pesquisa, define-se a seguinte questão: Como as teorias das Situações Didáticas e da Didática Profissional podem contribuir para a formação continuada em serviço, dos professores de Matemática, na Geometria plana e espacial?

Nesse sentido, a fim de responder à pergunta central deste trabalho, o objeto geral foi o de analisar as Situações Didáticas Profissionais, elaboradas a partir de situações-problema de Geometria plana/espacial, na formação continuada dos professores de Matemática do Ensino Médio.

Finalmente, com o propósito de alcançar esse objetivo, apresentam-se os seguintes objetivos específicos:

- i. identificar as competências e os obstáculos profissionais, vivenciados pelos professores de Matemática em formação;
- ii. elaborar Situações Didáticas Profissionais, para o ensino da Geometria plana/espacial, a serem desenvolvidas na formação dos participantes, com o auxílio do *software* GeoGebra, de modo a contribuir com a superação dos obstáculos identificados;
- iii. analisar as concepções pragmáticas dos professores, ao vivenciarem as Situações Didáticas Profissionais apresentadas, instigando uma reflexão sobre suas práticas docentes.

Destarte, a seguir, apresenta-se o levantamento bibliográfico, a respeito das teorias que embasam a presente pesquisa:

Sobre a Engenharia Didática Clássica e a de Formação, assinalam-se, principalmente, as leituras de Almouloud (2007, 2016), Almouloud e Silva (2012), Alves (2018a), Alves e Catarino (2019), Artigue (1988, 1995, 2014a), Carneiro (2005), Machado (1999), Pommer (2013), Pais (2015) e Perrin-Glorian e Bellemain (2019).

No que concerne à Teoria das Situações Didáticas e as teorias que a embasa, destacam-se os trabalhos de Brousseau (1988, 2002, 2008, 2011), Bachelard (1996), Chevallard (1991),

Almouloud (2007), Perrin-Glorian (2008), Margolinas (2012), Alves (2016, 2018a) e Teixeira e Passos (2013), nos quais realizam uma análise de abordagem teórica e metodológica, acerca do processo de ensino e aprendizagem, baseado em situações de ensino, nas quais objetivam induzir o raciocínio dos alunos, seguindo uma sequência de aprendizado e de desenvolvimento.

Em relação à Didática Profissional, apresentam-se principalmente as obras de Pastré (1999, 2002, 2004, 2011); Vergnaud (2001, 2003); Pastré, Mayen e Vergnaud (2006); Alves (2018a, 2018b, 2019, 2020); Alves e Catarino (2019) e Alves e Jucá (2019).

Assim, o percurso metodológico foi apresentado mediante a aplicação das etapas da EDF (análises preliminares; concepção e análise a priori das situações didáticas; experimentação; e análise a posteriori e validação) e conduzidas por meio das quatro fases dialéticas da TSD (ação, formulação, validação e institucionalização). As SDPs, que serviram de instrumento para análise do papel do professor, foram elaboradas a partir de situações-problema, selecionadas dos boletins pedagógicos de Matemática do Ensino Médio do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE). O SPAECE é uma avaliação externa e de larga escala, que analisa o nível de desempenho, nas disciplinas de língua portuguesa e Matemática, dos alunos do Ensino Fundamental, Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA). A matriz de referência de Matemática no Ensino Médio é dividida em quatro temas – interagindo com números e funções; convivendo com a Geometria; vivenciando as medidas; e tratamento da informação (CEARÁ, 2013) – subdivididos em 24 descritores³⁴, sendo 15 deles relacionados à Geometria. A última avaliação do SPAECE ocorreu no ano de 2019, visto que, nos dois anos posteriores, não houve tal avaliação, devido ao atual sistema de ensino remoto adotado nas escolas públicas⁵.

A DP, por sua vez, apresenta-se com um importante papel nesta pesquisa, uma vez que há o interesse investigativo na formação do professor de Matemática, em seu ambiente de trabalho. Por fim, o GeoGebra, como recurso tecnológico, propicia atuar, como fonte auxiliar ao professor, na resolução dos problemas, através de uma modelagem matemática dos elementos envolvidos, oportunizando uma visualização mais dinâmica.

Doravante, a estruturação dos capítulos foi feita da seguinte maneira:

³ Associam o conteúdo curricular a operações cognitivas, indicando as habilidades que serão avaliadas por meio de um item (CEARÁ, 2013, p. 18).

⁴ Não houve aplicação do SPAECE nos anos de 2020 e 2021, sendo assim, as informações, relacionadas aos descritores da avaliação, foram coletadas até o ano de 2019.

⁵ A adoção do sistema de ensino remoto, entre os anos de 2020 e 2021, nas escolas públicas do Ceará, se deu porque as aulas presenciais estiveram suspensas, até meados de Agosto/2021, devido à pandemia do coronavírus, ocorrida no Brasil e no mundo.

O capítulo 1 aborda os aspectos introdutórios, trazendo uma breve apresentação sobre a importância da Geometria no cotidiano social e, conseqüentemente, nos currículos escolares; as dificuldades enfrentadas pelos professores e pela sua formação, no que concerne ao referido conteúdo; um breve relato sobre a avaliação externa realizada no estado do Ceará; e as Situações Didáticas Profissionais a serem implementadas, elaboradas pela metodologia de pesquisa da EDF, fundamentadas pela TSD e DP, e apoiadas pelo *software* GeoGebra, como subsídio à formação do professor de Matemática. Além disso, ainda se apresenta a justificativa, problemática e objetivos.

O capítulo 2 traz a fundamentação teórica e metodológica, apresentando as características do tipo de pesquisa, realizando uma abordagem às teorias aqui mencionadas e que sustentam este trabalho, tais como a evolução histórica da Engenharia Didática de Formação, que se deu a partir da Engenharia Didática Clássica; o desenvolvimento teórico das fases dialéticas da Teoria das Situações Didáticas; e as correntes teóricas que integram a Didática Profissional.

No capítulo 3, aborda-se a fase das análises preliminares, nos campos epistemológicos e didáticos. Na análise epistemológica, foram realizados alguns levantamentos, acerca do desenvolvimento histórico do ensino da Geometria no Brasil, bem como sua devida importância no processo educacional. Já na análise didática, foram realizadas consultas de trabalhos acadêmicos (dissertações e teses), sobre o ensino da Geometria e formação docente; uma análise do contexto da Geometria plana e espacial, nos livros didáticos adotados nas escolas participantes; uma verificação dos documentos oficiais de orientação curriculares de Matemática; uma discussão sobre a formação docente para ensinar Geometria; bem como a aplicação de um questionário e a observação das aulas dos professores participantes, visando investigar as suas características.

O quarto capítulo traz a descrição da concepção das Situações Didáticas Profissionais, a serem apresentadas aos professores participantes, realizando uma previsão das ações e estratégias destes sujeitos, por meio da análise *a priori*.

O capítulo 5 apresenta as fases de desenvolvimento da pesquisa e a descrição do processo metodológico, por meio da fase de experimentação. Na ocasião, se descreveram os procedimentos realizados, bem como o lócus e os sujeitos da pesquisa, e os procedimentos utilizados na coleta de dados.

No sexto capítulo, realiza-se uma discussão sobre o detalhamento da análise de dados, mediante a análise *a posteriori* e validação das situações didáticas, aplicadas durante o processo investigativo, fazendo o confronto da análise *a priori* e *a posteriori* de cada uma das situações.

Finalmente, o capítulo 7 apresenta as considerações finais, onde são mostrados os resultados mais relevantes desta pesquisa, bem como a percepção futura relacionada à temática deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA

Esta pesquisa se classifica como qualitativa, pois, pelo fato de atender, comumente, aos modelos experimentais e aos estudos empiricistas (GIL,2002), o pesquisador interage com os personagens investigados, observa a realidade, insere-se no cenário onde se realiza a coleta de dados e instiga o sujeito da pesquisa a pensar livremente sobre um determinado tema. Para uma melhor compreensão, acerca da pesquisa qualitativa, seguem algumas afirmações, realizadas por Bogdan e Biklen (1994), nas quais serão correlacionadas com os elementos da presente pesquisa:

i. “Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal” (p. 47). Portanto é necessária a participação direta do pesquisador, com os envolvidos, em um processo de observação ativa que, na ocasião, ocorreu durante os encontros formativos, propostos no minicurso, no ambiente habitual de trabalho dos participantes.

ii. “A investigação qualitativa é descritiva” (p. 48), pois as informações obtidas são em forma de palavras ou imagens, e não de números. Tais informações descritivas, na presente pesquisa, foram retratadas por meio dos dados obtidos da aplicação do questionário e das SDPs. Vale ressaltar que é extremamente relevante que estes dados sejam analisados minuciosamente, tentando respeitar, o máximo possível, a forma em que estes foram registrados ou transcritos.

iii. “Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos” (p. 49). Ou seja, não basta apenas tomar conhecimento sobre as alterações ocorridas ao longo do processo, mas sim, interessar-se pelos processos de reflexão e transformação, que ocorrem no decorrer da investigação. Este interesse foi revelado diante do momento formativo, no qual tornou possível observar, dentre outros aspectos, as concepções, anseios, obstáculos, estratégias e ações, que mobilizaram a reflexão da prática docente, diante das SDPs.

iv. “O significado é de importância vital na abordagem qualitativa” (p. 50). Logo, é de extrema relevância, compreender aquilo que os investigados “experimentam, o modo como eles interpretam as suas experiências e o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem” (PSATHAS, 1973 *apud* BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 51). Trazendo tais considerações ao presente trabalho, a compreensão do significado, se dará por meio das SDPs, nas quais pretenderão mobilizar as experiências e a reflexão das práticas docentes dos professores participantes.

Além disso, esta pesquisa também se classifica como uma pesquisa-ação, visto que os participantes e a pesquisadora estarão envolvidos, de modo participativo, havendo um interesse coletivo, quanto ao suprimento das necessidades detectadas (GIL, 2002), ou seja, quanto ao estabelecimento de modificações, no interior da situação pesquisada.

Destarte, neste capítulo, se expõe o quadro teórico/metodológico, que se desenvolve por meio da Engenharia Didática de Formação (EDF), da Teoria das Situações Didáticas (TSD) e da Didática Profissional (DP). Além disso, antepondo-se às teorias a serem abordadas, apresenta-se uma breve discussão acerca da Engenharia Didática Clássica (ED), uma vez que esta teoria foi responsável pela estruturação da EDF, concedendo grandes contribuições ao seu embasamento teórico/metodológico.

A escolha da EDF – e consequentemente da ED, por meio de suas quatro fases – como metodologia de pesquisa, surgiu pelo fato desta teoria priorizar o estudo do papel formativo docente, indo ao encontro dos objetivos deste trabalho. A relevância da TSD, por sua vez, se mostra pela relação estabelecida entre os personagens do processo de ensino e aprendizagem: professor, aluno e saber, através da concepção e desenvolvimento de situações didáticas, que favoreçam a realização deste processo. A Didática profissional, como já mencionado anteriormente, mostra-se de fundamental importância nesta pesquisa, por revelar forte interesse pela análise do trabalho do professor, considerando-se, sobretudo, os aspectos relativos às habilidades mobilizadas, diante de situações desafiadoras, em seu ambiente de trabalho.

2.1 Engenharia Didática Clássica (ED)

A Engenharia Didática Clássica (ED), Engenharia Didática de 1ª geração ou Engenharia Didática para a Investigação (IDR) (ALMOULOU; SILVA, 2012), surgiu dos anseios por desenvolver quadros teóricos e conceituais, próprios da Matemática, no contexto da Didática da Matemática (DM), durante as discussões do IREM⁶ que, por sua vez, foram centros universitários, criados na França, no início dos anos 80, com o intuito de reunir diferentes profissionais, de diferentes áreas, dedicados ao aperfeiçoamento do sistema de ensino da Matemática, além de realizar trabalhos voltados à formação dos professores, onde se

⁶ *Institut Universitaire de Recherche sur L'Enseignement des Mathématiques* (IREM) ou, traduzido para o português, Institutos de Pesquisa sobre Ensino da Matemática. Centros universitários, criados na França, na década de 80, difundidos por todo o país que se empenharam na melhoria do sistema de formação, impulsionando a organização e trabalho conjunto de vários profissionais de diferentes formações e a produção e divulgação de materiais de apoio para professores de Matemática (POMMER, 2013).

desenvolviam pesquisas sobre o ensino da Matemática, produzindo e divulgando materiais de apoio para o uso em sala de aula (ARTIGUE, 1995). Os primeiros estudos, realizados em 1982, partiram dos trabalhos de Yves Chevallard e Guy Brousseau, seguidos dos de Michèle Artigue, em 1989 (ALMOULOU; SILVA, 2012).

Assim, a ED surge como uma metodologia de pesquisa, criada a partir do interesse na concepção, realização, observação e análise de situações de ensino (ARTIGUE, 1988). Chevallard (2009) complementa a definição ao afirmar que a ED consiste em determinar dispositivos de ensino, comunicáveis e reproduzíveis. Artigue (1988) explica que o termo Engenharia Didática é utilizado para comparar o trabalho didático, ao trabalho de um engenheiro que, para realizar um determinado projeto, fundamenta-se em conhecimentos científicos da sua área, resigna-se a um controle do tipo científico, mas também fica sujeito a trabalhar em objetos muito mais complexos do que os objetos puros da ciência e ele, portanto, deve enfrentar, de forma prática, construindo soluções, com todos os meios que dispõe, diante de obstáculos que venham a surgir e que, porventura, a ciência não quer ou não pode resolver.

Em outras palavras, a ED pode ser entendida como um conjunto de sequências de aulas concebidas, organizadas e articuladas, no decorrer do tempo, de modo compreensível, por um professor-engenheiro, para realizar um projeto de aprendizagem, para um determinado público de alunos. Durante a interação entre o professor e os alunos, o projeto avança, conforme a conduta dos alunos e segundo as escolhas e decisões do professor. (DOUADY, 1993).

A metodologia representa um método, um caminho ou um meio adequado para se alcançar determinada meta ou objetivo. A função da metodologia é mostrar como trilhar no ‘caminho das pedras’ para a investigação de uma pesquisa ou para a prática de sala de aula, com a pretensão de ajudar o pesquisador/professor a refletir e instigar um novo olhar sobre o mundo, um olhar que seja organizador, dedutivo, curioso, indagador e criativo (POMMER, 2013, p. 20).

Percebe-se, então, que a ED se apresenta de acordo com a proposta metodológica deste trabalho, uma vez que esta realiza a concepção de uma sequência de aulas, organizadas e articuladas no tempo, visando atingir um projeto de aprendizagem, para certa população de alunos (MACHADO, 1999). Na realidade, ela foi criada para abordar duas questões: a relação entre pesquisa e ação, no sistema de ensino, e a função, reservada às produções didáticas, entre as metodologias de pesquisa (ARTIGUE, 1988, 1995, 2014a). Portanto, é uma expressão com duplo sentido, na qual a prática de ensino, articula-se com a prática de investigação, pois tanto designa recursos, oriundos de resultados de pesquisa voltada ao ensino, como designa uma metodologia de pesquisa própria, baseada em experiências em sala de aula (CARNEIRO,

2005). Logo, de acordo com seus pressupostos, é possível verificar que a ED tem um maior interesse voltado à modelização das atividades do aluno, sua evolução de aprendizagem e o trinômio professor-aluno-saber. Almouloud e Silva (2012, p. 27) corroboram, ao afirmarem que a Engenharia Didática de 1ª geração:

Tinha por objetivo a elaboração e o estudo de uma proposta de uma transposição didática para o ensino, sendo essa transposição didática o objetivo principal da pesquisa. Mas, ao mesmo tempo, estudavam-se, também, outros fenômenos didáticos mais gerais que permitiam enriquecer e ampliar os quadros teóricos em construção.

Nesse sentido, a ED apresenta dois níveis de pesquisa: microengenharia e macroengenharia. As investigações da microengenharia são mais fáceis de realizar (ARTIGUE, 1988, 1995), no entanto, aborda uma visão mais restrita, na medida em que se interessa pelas relações e fenômenos, que ocorrem no ambiente da sala de aula. A pesquisa em macroengenharia, por sua vez, busca uma visão mais ampla e apresenta dificuldades de ordem metodológica e/ou institucionais. Portanto, as investigações, realizadas neste trabalho, se relacionam com a macroengenharia, pois pretende desenvolver uma Engenharia Didática, no ensino da Geometria plana/espacial, perspectivando a formação continuada em serviço do professor de Matemática.

A Engenharia Didática compreende quatro fases: i) análises preliminares; ii) concepção e análise *a priori*; iii) experimentação; iv) análise *a posteriori* e validação. Estas fases, não necessariamente, ocorrem na mesma ordem descrita, podendo, em algumas ocasiões, necessitar da articulação, da antecipação ou até mesmo da superposição dos elementos que as caracterizam (POMMER, 2013).

Figura 1 – As etapas da Engenharia Didática.



Fonte: Pommer (2013, p. 22).

Sobre as análises preliminares, Artigue (2014a) informa que esta fase serve de base para a fase seguinte: a de concepção do processo. Neste momento, se realiza basicamente:

- uma análise epistemológica, associada às características do saber em jogo, perspectivando indicar os objetivos precisos, identificar possíveis obstáculos epistemológicos e geralmente envolve o uso de fontes históricas;
- uma análise didática, relacionada às particularidades do funcionamento do sistema de ensino, que tem o propósito de averiguar o que a pesquisa tem a oferecer sobre o ensino e aprendizagem do conteúdo visado e, certamente orientar o projeto;
- uma análise cognitiva, associada às características do público, ao qual se dirige o ensino, cujo objetivo é identificar as características do contexto em que ocorre a pesquisa, bem como as condições e restrições que enfrenta. Tais condições e restrições:

Podem estar associadas a escolhas curriculares relacionadas ao conteúdo em jogo e às práticas de ensino, às características curriculares mais gerais relativas ao ensino da disciplina, os recursos (tecnológicos) acessíveis, às práticas de avaliação e à organização da escola. Elas também podem estar ligadas às características dos alunos e professores envolvidos, à maneira como a escola está conectada com o ambiente... (ARTIGUE, 2014a, p. 471, tradução nossa).

Ademais, cabe explicar que, conforme Artigue (1988), estas análises iniciais são apenas preliminares, a um primeiro nível de desenvolvimento, visto que, as ações de cada uma das fases, podem ser retomadas e aprofundadas, no decorrer do trabalho, em função das necessidades manifestadas.

A segunda fase: da concepção e análise *a priori*, é considerada por Artigue (2014a) como a fase primordial da metodologia. É neste momento que, a partir das análises preliminares realizadas, as hipóteses de pesquisa são apresentadas e engajadas na construção das situações didáticas. Esta concepção exige uma série de escolhas, situadas em diferentes níveis, nas quais determinam as variáveis do sistema, consideradas relevantes ao problema investigado, denominadas de variáveis de comando (ARTIGUE, 1988).

Dentro deste contexto, define-se variável didática de uma situação, como sendo uma variável “cujos valores podem ser alterados pelo professor e cujas modificações podem provocar sensivelmente o comportamento dos alunos em termos de aprendizagem, assim como provocar procedimentos ou tipos de resposta distintos” (ALMOULOUD, 2016, p. 121). Artigue (1988) apresenta dois tipos de variáveis de comando, a saber: as variáveis macrodidáticas (ou globais), relativas à organização global da engenharia; e as variáveis microdidáticas (ou locais), relacionadas à organização local de uma engenharia, isto é, a organização de uma sequência ou fase. Conforme Artigue (2014a), estas variáveis condicionam o meio, ou seja, as interações

entre aluno-saber, aluno-aluno e aluno-professor. Portanto, o objetivo da análise *a priori*, é verificar como as escolhas realizadas possibilitam controlar a ação e o comportamento dos alunos; e explicar seu sentido. Desse modo, nesta fase, deve-se:

- descrever cada escolha local feita (eventualmente relacionando-as às escolhas globais) e as características da situação a-didática decorrentes de cada escolha;
- analisar qual o desafio da situação para o aluno decorrente das possibilidades de ação, de escolha, de decisão, de controle e de validação de que ele disporá durante a experimentação;
- prever os comportamentos possíveis e mostrar no que a análise efetuada permite controlar o sentido desses comportamentos; além disso, deve-se assegurar que, se tais comportamentos ocorrerem, resultarão do desenvolvimento do conhecimento visado pela aprendizagem (MACHADO, 1999).

Oliveira (2017) informa que a escolha das variáveis possibilita compreender características, que auxiliam no desenvolvimento da aprendizagem, de algum conhecimento matemático, de uma forma mais coerente e eficiente, visto que esta ação, proporciona entender as deficiências e obstáculos de um determinado conhecimento. Santos (2005, p. 41) correlaciona a escolha das variáveis com a dificuldade dos alunos ao afirmar que:

A identificação de variável didática é fortemente imbricada com o estudo das dificuldades que os alunos encontram na resolução dos problemas e das respostas corretas ou erradas que fornecem. Da mesma forma, os objetivos de aprendizagem de uma situação problema são intrinsecamente ligados aos valores das variáveis. É, portanto, necessário conhecê-las para otimizar as aprendizagens que estão realmente em jogo.

Em relação à construção das situações didáticas, Almouloud (2007, p. 176-177) destaca que estas devem ser construídas, com a finalidade de responder às questões levantadas e validar, ou não, as hipóteses de pesquisa, realizando assim, uma análise matemática e uma didática:

Análise matemática: Neste estudo, queremos identificar os métodos e/ou as estratégias de resolução de cada situação, evidenciando os conhecimentos e saberes matemáticos envolvidos.

Análise didática: deve ser feita, considerando-se, pelo menos os seguintes aspectos:

- Analisar a pertinência das situações propostas, em relação ao saber matemático visado e em relação aos saberes anteriormente adquiridos.
- Identificar as variáveis de comando da situação e escolher aquelas necessárias para o estudo.
- Estudar a consistência das situações, isto é, verificar se as variáveis escolhidas não possibilitam que os alunos construam conhecimentos incompatíveis, mesmo que de modo provisório.
- Prever e analisar as dificuldades que os alunos podem enfrentar na resolução de cada atividade.
- Identificar os novos conhecimentos e/ou métodos de resolução que os alunos podem adquirir.
- Prever os saberes/conhecimentos e/ou métodos de resolução de problemas que devem ser institucionalizados.

Em seguida, tem-se a fase de experimentação, que consiste em implementar todo o dispositivo construído, corrigindo possíveis falhas, de acordo com as necessidades apresentadas pelas análises locais, implicando em uma retomada à análise *a priori* (ALMOULOU, 2007). Durante a realização desta etapa, os pesquisadores desempenham um papel de observadores, nos quais coletam os dados, de acordo com os objetivos da pesquisa, as hipóteses apresentadas e as conjecturas realizadas na fase anterior. Geralmente, estes dados coletados incluem as produções dos alunos, notas de campo de observadores, áudios e vídeos de trabalho em grupo e fases coletivas. Habitualmente, ainda são acrescentados à coleta, dados adicionais, tais como questionários, entrevistas com alunos e professores, testes, dentre outros, nos quais proporcionam uma melhor avaliação dos resultados da ED (ARTIGUE, 2014a).

A quarta e última fase, diz respeito à análise *a posteriori* e validação. Pais (2015) afirma que este é o momento em que ocorre o tratamento das informações, obtidas através da aplicação da situação didática, durante a experimentação. De acordo com Artigue (1995), a análise *a posteriori* é o conjunto de resultados obtidos ao longo da experimentação, tais como as observações, realizadas durante as sequências de ensino, e as produções dos alunos, efetuadas dentro ou fora do ambiente escolar. A validação dos resultados, por sua vez, é alcançada pela confrontação entre os dados previstos na análise *a priori* e na análise *a posteriori*, verificando as hipóteses realizadas no início da pesquisa (PAIS, 2015).

2.2 Engenharia Didática de Formação (EDF)

A Engenharia Didática de Formação (EDF), de desenvolvimento ou Engenharia de 2ª Geração (ALVES; CATARINO, 2019), emergiu a partir da Engenharia Didática Clássica, pelos objetivos da Engenharia de Formação (BAILLEUL, 2015), da necessidade de se investigar o papel do professor, mediante as situações de aprendizagem. Almouloud e Silva (2012) reportam que, durante a produção de recursos didáticos, as situações eram desenvolvidas por professores experientes, extremamente competentes e dedicados à pesquisa. Contudo, após esta fase, a ED tornou-se unicamente uma metodologia de pesquisa, sem apresentar maior interesse investigativo sobre o papel docente, durante a condução de tais situações.

Assim, “a partir da década de 1990, enquanto os didáticos estavam cada vez mais envolvidos na formação de professores, o papel do professor, em situações didáticas, torna-se um assunto de estudo, bem como as práticas comuns dos professores de Matemática” (PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2019, p. 67, tradução nossa). Deste modo, surge a Engenharia

Didática de segunda geração, apresentada como uma engenharia que propõe produzir recursos para o ensino regular e formação de professores. Ela é nomeada desta maneira, por se apoiar em uma primeira engenharia didática, no sentido clássico, prolongando o questionamento para se adaptar a esses novos problemas (PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2019). O excerto a seguir mostra as ponderações da EDF, de forma mais esclarecedora:

A engenharia didática de desenvolvimento é, segundo Perrin-Glorian (2009), ao mesmo tempo uma engenharia didática para o desenvolvimento de recursos e para a formação de professores envolvidos no projeto. O tamanho das engenharias é uma questão importante para a engenharia de desenvolvimento e a produção de recursos. Uma situação isolada pode ser desenvolvida facilmente, mas não se pode esperar um efeito positivo na prática dos professores, aliás este tipo de situações pode ter, às vezes, um efeito negativo nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos. A engenharia de desenvolvimento está fortemente ligada às investigações nos saberes matemáticos necessários aos professores para ensinar a Matemática. É neste sentido que ela está ligada à formação (ALMOULOU; SILVA, 2012, p. 32).

A seguir apresentam-se algumas particularidades e diferenças entre as duas engenharias aqui citadas:

Quadro 1 – Engenharia de 1ª e 2ª geração.

	Objetivo(s)	Aspectos centrais
ED 1ª geração	Elaborar e estudar propostas de transposição didática para o ensino.	Metodologia de pesquisa e produto.
ED 2ª geração	Determinar os princípios que comandam a engenharia que se quer transformar em recurso para o ensino regular, e estudar as condições de sua divulgação.	Três funções não independentes: a investigação, o desenvolvimento e a formação de professores por meio da análise. Necessita de vários níveis de construção.

Fonte: Almouloud; Silva (2012, p. 46)

Os autores ainda classificam a ED e a EDF, respectivamente, como: Engenharia Didática para a Investigação (IDR)⁷ e Engenharia Didática de Desenvolvimento (IDD)⁸. O quadro a seguir mostra as características e especificidades de cada uma delas:

Quadro 2 – Engenharia Didática para a investigação (IDR) e Engenharia Didática de Desenvolvimento (IDD).

Engenharias Didáticas de 1ª e 2ª geração
--

⁷ Do francês *Ingénierie Didactique de Recherche*.

⁸ Do francês *Ingénierie Didactique du Développement*.

IDR	IDD
• Faz emergir fenômenos didáticos para estudá-los; • Visa um avanço no resultado de investigação, fazendo uso de experimentações montadas em função da questão de pesquisa; • Não há a preocupação imediata em divulgar as situações utilizadas.	• Produzir recurso (s) para professores ou para a formação de professores; • Liberdade de ação para o professor; • A investigação continua a ser essencial, mas, as questões de investigação não são motivadas, em primeiro lugar, pela ampliação dos quadros teóricos; • Baseia-se na engenharia de 1ª geração.

Fonte: Almouloud; Silva (2012, p. 46).

Portanto, pelos dados contidos nos dois quadros anteriores, ratifica-se o propósito de cada uma dessas engenharias. Enquanto a Engenharia Didática clássica possui a dupla função de construir produções para o ensino, através dos resultados de pesquisa, e também de apresentar-se como uma metodologia de pesquisa, baseada em experiências em sala de aula (CARNEIRO, 2005); a Engenharia Didática de Formação (foco deste trabalho), perspectiva a produção de recursos didáticos e a realização de formação inicial ou continuada de professores (PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2019). Estes recursos efetivam-se por intervenção das situações de aprendizagem que, por sua vez, são conduzidas e organizadas pelo professor/pesquisador, na busca de melhorar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, prevendo possíveis ajustes e métodos para conduzir estas situações, tendo, no papel do professor, a responsabilidade pelo ensino na sala de aula (ALMOULOU, 2007). Desta forma, a fim de atingir tal objetivo, é necessário:

1. Deixar uma certa liberdade de ação ao professor: esta condição já é válida no primeiro nível, mas agora trata-se de definir a sequência de situações com o professor e analisar como o professor adapta o documento que lhe é fornecido.
2. Utilizando os documentos produzidos, os professores devem procurar não reproduzir a história, mas as condições da aprendizagem, a questão essencial para a engenharia didática, sendo como identificar os elementos essenciais para a realização efetiva da atividade.
3. É necessário apoiar-se em uma engenharia didática de primeira geração que possibilite a construção de uma situação fundamental e sua análise (PERRIN-GLORIAN, 2009 *apud* ALMOULOU; SILVA, 2012).

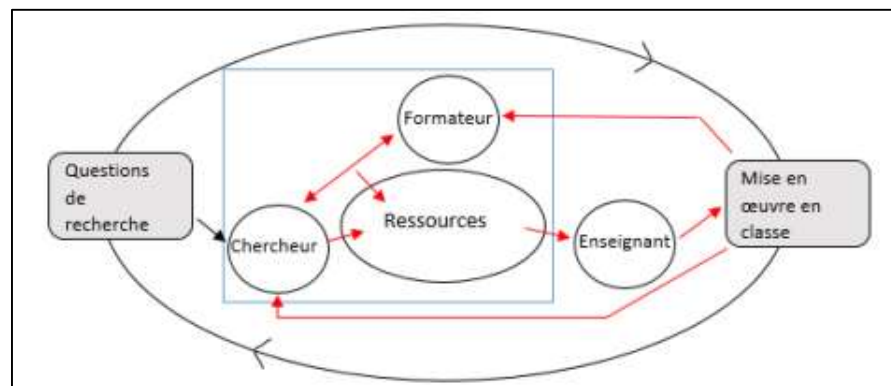
Destarte, há de se considerar, na pesquisa, a necessidade despertada nos professores, bem como, as apontadas pelos pesquisadores, nas quais, não necessariamente, são análogas (PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2019). Assim, os personagens principais deste processo: pesquisadores, formadores e professores, protagonizam dois níveis de questionamento da EDF:

Um primeiro nível, onde se trata, sobretudo, de testar a validade teórica das situações, no plano epistemológico e cognitivo, e identificar as escolhas essenciais da engenharia [...] um segundo nível, sobre as práticas atuais no ensino deste conteúdo, e identificar

as necessidades dos alunos (dificuldades de aprendizagem) e professores (dificuldades de ensino) comparando os identificados pelos pesquisadores com os que são expressos por professores e pela instituição (PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2019, p. 74, tradução nossa).

A figura a seguir mostra uma Engenharia Didática de Formação colaborativa, entre estes três personagens, no desenvolvimento da metodologia:

Figura 2 – Organização do trabalho entre pesquisadores, formadores e professores.



Fonte: Perrin-Glorian; Bellemain (2019, p. 77).

O retângulo dentro da elipse, representa um grupo de trabalho, composto por pesquisadores e formadores, envolvidos na conversão entre pesquisa e ensino, no qual contém um grupo estendido aos professores, que analisam as situações e fornecem *feedbacks*, entre os participantes da pesquisa. O pequeno grupo, de pesquisadores e formadores, controla o dispositivo e constroem versões provisórias do recurso que, antes de compartilhar para a aplicação em sala de aula, são testadas pelos formadores. O *design* de recurso, por sua vez, é organizado, de acordo com a representação das setas vermelhas da figura, cujo objetivo é construir situações de ensino, possíveis de adaptar, para serem utilizadas e disseminável no ensino regular (PERRIN-GLORIAN, 2019).

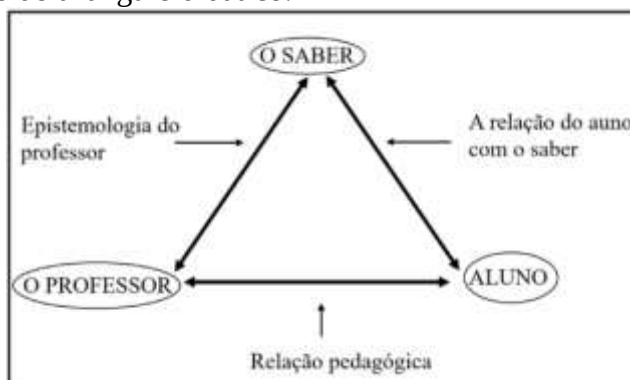
Por fim, cabe ressaltar que, pelo fato da EDF ter se manifestado a partir da ED, ambas perpassam pelas mesmas fases: i) análises preliminares; ii) concepção e análise *a priori*; iii) experimentação; iv) análise *a posteriori* e validação.

2.3 Teoria das Situações Didáticas (TSD)

A Teoria das Situações Didáticas (TSD) foi desenvolvida em 1970 (BROUSSEAU, 2011), na França, por Guy Brousseau (1988, 2002, 2008, 2011). Também advinda da Didática

da Matemática, tem um interesse voltado à investigação do trinômio professor-aluno-saber. Desta forma, apresenta-se tanto o personagem professor, que desenvolve concepções precisas, assumindo, inclusive, um papel social, no processo de ensino e aprendizagem; como o aluno, com suas devidas necessidades particulares, para o entendimento que se deseja que o mesmo aprenda; como, por fim, um saber (científico) que se apresenta no ambiente de ensino, sem desvincular-se de suas origens e condicionantes sociais, históricos e epistemológicos. A figura a seguir mostra a relação entre estes três elementos, unidos na intenção de estruturar esta teoria, como um sistema didático ou triângulo didático que, a partir de seus vértices, são estabelecidas as relações entre: professor-saber, saber-aluno e professor-aluno, sendo tais relações assimétricas e conflituosas (SANTOS; ALVES, 2018).

Figura 3 – Relação do triângulo didático.



Fonte: Almouloud (2007, p. 32).

De acordo com a Figura 3, a interação entre o professor e o saber se manifesta por meio do conhecimento epistemológico do professor; enquanto que a entre o saber e o aluno é representada através da relação do aluno com o saber que se pretende transmitir; e, por fim, a interação entre professor e aluno é verificada por meio da relação pedagógica desenvolvida ao longo do processo.

Em suma, a TSD apresenta-se como um modelo teórico de ensino, apresentado a partir de uma situação didática que, por sua vez, caracteriza-se em uma situação de aprendizagem, elaborada e organizada pelo professor ao aluno, a ser desenvolvida no ambiente de ensino, mediante as interações dos personagens destacados na Figura 3. (BROUSSEAU, 2008).

Brousseau (2011) apresenta a distinção entre situações matemáticas e situações didáticas. Enquanto a primeira se apresenta, geralmente, por meio de exercícios e problemas, sem nenhum tipo de intervenção didática, a segunda, considera uma situação matemática,

associada a um sistema de condições, que não leve o aluno a adotar medidas e ações, vinculadas apenas à intervenção do professor, no qual se percebe ou não a necessidade da Matemática.

Assim, a situação didática pode ser definida como um conjunto de relações, estabelecidas explicitamente e/ou implicitamente, entre o aluno e o professor, inseridos em um meio (*milieu*) e ligados no propósito de transformação de conhecimento em saber (BROUSSEAU, 2008). Entende-se por *milieu* um “subsistema autônomo e antagônico ao sujeito” (BROUSSEAU, 2008, p. 21) e onde deve ser uma fonte de contradições e desequilíbrios (ARTIGUE, 2014b). Em outras palavras, ele representa os vários recursos com o qual os alunos interagem, com o objetivo de resolver a situação-problema proposta, na perspectiva de evoluir em seus conhecimentos, podendo compreender, dentre outros recursos, situações-problema, jogos, os conhecimentos dos colegas e professor, uma história contada, uma simulação ou uma experiência realizada (POMMER, 2013).

Brousseau (2002, 2008) afirma que tais situações não devem estar condicionadas à memorização de fórmulas e teoremas. Estas, devem priorizar o raciocínio, de modo que seja possível realizar um trabalho intelectual, de cunho investigativo científico, despertando no aluno a capacidade de formular, demonstrar e construir modelos, por meio de uma linguagem formal que sejam de entendimento de todos. Ainda, segundo o autor, para que ocorra a aprendizagem, o aluno deve adaptar-se ao meio, criado pela situação didática, de modo autônomo, sem a interferência (ou a mínima possível) do docente.

O professor, portanto, deverá dispor o aluno diante de circunstâncias em que ocorra desequilíbrio, ou seja, circunstâncias, geralmente representadas por situações-problema, em que suas estratégias cognitivas, a princípio, não sejam capazes de resolver. Na ocasião, ele deve ter o controle da situação, prevendo os comportamentos possíveis dos alunos, diante das situações-problema propostas, e suas devidas mediações, diante de tais comportamentos, sempre visando modificar o sistema de conhecimento do aluno, caracterizando assim em uma interação didática.

É importante destacar que algumas partes do conhecimento não podem ser transmitidas apenas pelo professor, e no momento em que a relação de ensino é interrompida, os alunos devem ser capazes de utilizar o conhecimento fora do sistema didático, em diferentes contextos (PERRIN-GLORIAN, 2008). Portanto, convém mencionar sobre a situação adidática, parte mais importante da aprendizagem, pois é nesse momento que o aluno, por seu próprio mérito, consegue desenvolver um conhecimento (FREITAS, 1999). Uma situação adidática não deve ser confundida com uma situação não didática, uma vez que esta última, representa uma situação que não foi idealizada para objetivar uma aprendizagem (o problema simplesmente aparece de forma eventual, na experiência pessoal do aluno), enquanto a situação adidática, é

caracterizada por determinados momentos do processo de aprendizagem, em que os alunos agem sobre o problema, de forma independente, não sofrendo nenhum tipo de controle direto, por parte do professor (FREITAS, 1999). Artigue (2014b) esclarece então, que, o prefixo “a” significa que a situação foi desprendida, provisoriamente, da sua intencionalidade didática. Portanto, “o objetivo da situação didática é a aprendizagem do aluno e a situação adidática é também uma forma de aprendizagem, porém o aluno é parte ativa nesse meio” (PICELLI, 2010, p. 25).

Para Brousseau (1986 *apud* Almouloud 2007, p. 33), uma situação adidática apresenta as seguintes características:

- o problema matemático é escolhido de modo que possa fazer o aluno agir, falar, refletir e evoluir por iniciativa própria;
- o problema é escolhido para que o aluno adquira novos conhecimentos que sejam inteiramente justificados pela lógica interna da situação e que possam ser construídos sem apelo às razões didáticas;
- o professor, assumindo o papel de mediador, cria condições para o aluno ser o principal ator construção de seus conhecimentos a partir da(s) atividade(s) propostas.

Segundo Brousseau (2002), cada conhecimento matemático pode ser definido por pelo menos uma situação adidática, que preserva seu significado, denominado de situação fundamental. Assim:

Uma situação fundamental constitui um grupo restrito de situações adidáticas cuja noção a ensinar é a resposta considerada a mais adequada/indicada, situações que permitem introduzir os conhecimentos em sala de aula numa epistemologia propriamente científica (Almouloud, 2007, p. 34).

É importante ressaltar que, conforme Brousseau (2008), o conceito de situação fundamental não é o de uma situação “ideal” para o ensino, muito menos mais eficaz. O fundamental, é a busca por um conjunto de situações e sua articulação para:

- representar os diferentes significados de um conceito;
- garantir consistência epistemológica contra parcelamento, fragmentação;
- resumir o significado geral do todo;
- permitir a entrada rápida em uma verdadeira dimensão epistemológica do conhecimento a ser ensinado (PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2019, p. 57).

Brousseau (2002) ainda afirma que os matemáticos não transmitem seus conhecimentos, tal qual os encontra, eles os modificam, dando uma forma mais geral possível. “Eles procuram situações que possam dar sentido ao conhecimento a ser ensinado” (BROUSSEAU, 2002, p. 227, tradução nossa). Assim, “o professor deverá recontextualizar e repersonalizar o saber científico” (ALVES, 2016, p. 60),

remetendo ao conceito de transposição didática, denominada por Chevallard (1991, p. 45, tradução nossa), como sendo a passagem do saber sábio para o saber ensinado. De modo pormenorizado, a transposição didática se apresenta como:

Um conteúdo de conhecimento que foi designado como saber ensinar, sofre posteriormente um conjunto de transformações adaptativas que o tornarão adequado para ocupar um lugar entre objetos de ensino. O “trabalho” que se transforma de um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino é chamado de transposição didática.

A transposição didática foi, a princípio, criada para suprir as necessidades oriundas da Matemática, vindo a se expandir posteriormente para as demais áreas. A figura a seguir representa as suas etapas:

Figura 4 – Representação das etapas de uma transposição didática.



Fonte: PEREIRA; PAIVA; FREITAS (2018, p. 44).

Assim, o saber sábio (científico) – que se mostra por meio do resultado de investigações científicas ou intelectuais, relativas a uma forma de percepção da realidade, e apresentada ao público através de publicações científicas – passa por um processo de transformações, de acordo com determinações da noosfera⁹, transformando-se em objeto de ensino (representado por livros textos e manuais de ensino) que, por sua vez, se transforma em saber ensinado, apresentando-se no ambiente escolar, na figura do professor, que prepara suas aulas de acordo com os recursos disponibilizados pelo saber a ensinar. Pais (2015) classifica a transposição didática em *stricto sensu*, quando o desenvolvimento das ideias é investigado em relação a um determinado conceito; e *lato sensu*, quando esta análise ocorre no quadro mais abrangente, sem se limitar a um conceito específico.

Contudo, é necessário um certo cuidado, sobre o processo de transposição didática, no qual pode ser percebido tanto de modo positivo (em relação à aprendizagem do aluno), como de modo negativo, quando se considera possíveis erros e distorções, que possam vir a ocorrer durante tal processo. Para amenizar os fatores negativos, provocados por tais erros e distorções,

⁹ A noosfera é denominada por Chevallard (1991) como sendo uma esfera pensante do funcionamento didático representada pela interação entre os representantes do ensino, dos quais fazem parte cientistas, professores, especialistas, políticos, autores de livros e outros personagens que influenciam no processo educativo (PAIS, 2015).

é de fundamental importância a atuação dos componentes da noosfera, a fim de realizar uma sondagem, de caráter epistemológico, preservando a distância específica, entre o saber sábio e o ensinado, sem ocasionar deficiência à transmissão do objeto do saber (PEREIRA; PAIVA; FREITAS, 2018).

Deste modo, o uso do *software* GeoGebra apresenta-se como um exemplo de processo de transposição didática, uma vez que “um conteúdo de conhecimento que foi designado como saber ensinar, sofre posteriormente um conjunto de transformações adaptativas que o tornarão adequado para ocupar um lugar entre os objetos de ensino” (Chevallard, 1991, p. 45). Ou seja, os recursos trazidos pelo aplicativo, transformam a capacidade de investigação e visualização, por meio da seleção e recontextualização do conteúdo matemático, promovendo assim, novas formas de construção do conhecimento.

Esta inserção, da mediatização do computador no sistema de ensino, é caracterizada como uma transposição informática, considerada por Bachelard (1996 *apud* Celina Abar, 2020) como um complemento da transposição didática, onde Celina Abar (2020) ratifica, declarando que a considera não só como um complemento da transposição didática, mas “[...] como um processo de transposição didática integrando explicitamente a dimensão informática desde o início” (CELINA ABAR, 2020, p. 62).

É importante destacar que o processo de transposição didática não ocorre de maneira isolada, e sim associada, intrinsecamente, a outro fenômeno: o contrato didático, definido por Brousseau (2002) como um conjunto de compromisso bilateral e frequentemente implícito, entre professor e aluno, que assumem um acordo de obrigações e responsabilidades recíprocas, com suas regras voltadas a um saber específico que se deseja transmitir, se caracterizando como:

Um relacionamento que determina - explicitamente até certo ponto, mas principalmente implicitamente - o que cada parceiro, professor e aluno, terá a responsabilidade de gerenciar e, de uma maneira ou de outra ser responsável perante o outro (BROUSSEAU, 2002, p. 31, tradução nossa).

Souza e Lima (2014, p. 37) indicam que, neste cenário, “professor, alunos e saber interagem, entre si, por meio de regras e convenções, e que, o contrato didático, joga com os paradoxos da relação didática: implícito e explícito, unilateral e negociado, interno à aula e externo à aula, espontâneo e imposto”. Os tipos de relações que acontecem durante as interações do professor, aluno e saber, são determinados, mediante um modelo de contrato didático que, dependendo de como este é conduzido pelos participantes, podem ou não apresentar fragilidades, ocasionando, assim, em sua quebra. Brousseau (2002) afirma que estas quebras

(ou rupturas) é que são importantes. De fato, ao analisar os pontos vulneráveis, é possível obstruir possíveis dificuldades, que venham prejudicar à dinâmica das situações didáticas (SANTOS; DIAS, 2016). O trecho a seguir, apresenta algumas situações, cotidianas de sala de aula, que possam vir a ocorrer na ruptura do contrato didático:

A ruptura do contrato didático pode ocorrer, na ocasião, em que o professor apresenta em suas provas um nível não condizente ao de suas aulas. Outra situação ocorre quando o professor apresenta uma postura pedagógica incompatível durante o ensino. Ou seja, é quando o professor perde o controle em sala e aplica punições aos alunos, que por motivos diversos apresentam um comportamento inadequado ao momento. [...] Outra ocasião é quando temos alunos que não apresentam interesse e envolvimento com as atividades propostas, quebrando um acordo implícito da atividade educativa, a participação e o envolvimento (SANTOS; DIAS, 2016, p. 182).

Por fim, a seguir, destacam-se três exemplos de contratos didáticos, de acordo com os estudos de Brousseau (1986) *apud* Pais (2015), apontando as diferentes ações do professor, diante do aluno, e priorizando a valorização do saber matemático:

i. Ênfase na importância do conteúdo, onde o professor se considera detentor exclusivo do conhecimento: ele se encarrega de escolher a parte fundamental dos conteúdos a serem apresentados, descartando a participação do aluno nesta escolha, e se prendendo a métodos tradicionais, tais como a escolha de uma sequência linear, apresentada por meio de axiomas, definições, teoremas, demonstrações e exercícios. Além disso, o professor acredita que para garantir a sua aprendizagem, o aluno deve limitar-se a prestar bastante atenção na aula, tomar nota, repetir os exercícios e estudar para fazer as avaliações. Para concretizar o processo de elaboração do conhecimento matemático, o professor considera ser suficiente utilizar a metodologia lógico-dedutiva, resolvendo alguns problemas desafiadores, e utilizando a avaliação como instrumento de controle de possíveis rupturas no contrato didático.

ii. Ênfase atribuída ao relacionamento entre o aluno e o saber: baseia-se na ideia de que o aluno é o responsável por sua aprendizagem, devendo, este, empenhar-se, efetivamente, para aprender, utilizando os conhecimentos prévios que já possui. Neste caso, atribui-se a ele, praticamente, a dinâmica de toda a aprendizagem, na qual ele mesmo construirá sua trajetória, estudando os aspectos que mais lhe interessam. O professor, por sua vez, geralmente propõe a realização de trabalhos em grupo, fazendo pouca intervenção para não “atrapalhar” o processo. Ele também pode estimular os alunos a agirem, mas, em contrapartida, não têm o objetivo de controlar os seus erros. Neste tipo de contrato, a atividade do saber escolar torna-se espontânea e não diretiva, sem um efetivo controle pedagógico sobre o processo de ensino e aprendizagem.

iii. Ênfase também atribuída à relação do aluno com o saber, porém com uma maior participação do papel do professor, onde não é mais visto como detentor do conhecimento: há

uma preocupação com o aspecto sociocultural, onde o aluno está inserido, considerando, além do próprio saber, os referenciais extraescolares, no ensino e aprendizagem. Desta maneira, o professor seleciona e planeja as situações didáticas, fundamentadas na ação e reflexão, compatíveis à realidade e ao nível cognitivo dos alunos, tendo por objetivo, analisar os possíveis erros e acertos. Este modelo de contrato, prioriza a resolução de problemas, instigando os alunos a participarem, ativamente, na concepção dos conceitos matemáticos.

Tratando-se do conhecimento a ser ensinado, cabe ao professor realizar uma seleção apropriada de problemas, de modo a construir possibilidades que conduza o aluno a “entrar no jogo”, ou seja, aceitar o problema proposto como interessante e desafiador, tomando para si uma parte da responsabilidade pela aprendizagem, provocando, assim “uma interação suficientemente rica e que permita ao aluno desenvolvimento autônomo” (ALMOULOU, 2007, p. 35). Este momento é denominado de devolução¹⁰, componente essencial do contrato didático (BROUSSEAU, 2008).

Margolinas (2012) destaca que a devolução envolve, de um lado, o desejo do professor de devolver, e de outro, a aceitação pelo aluno da devolução pelo professor. Este processo, conforme Jonnaert (1996), acaba por se caracterizar como um tipo de ruptura no contrato didático, uma vez que, o professor exime-se do seu papel de professor (da forma como o aluno, implicitamente, espera dele), para que o aluno ponha em prática suas ações, necessárias para o processo de aprendizagem. Em outras palavras, o professor deverá dizer ao aluno: “eu me recuso em fazer meu ofício de professor para que você faça seu ofício de aluno” (JONNAERT, 1996, p. 19), fazendo da devolução didática, um instrumento de transferência da responsabilidade do professor ao aluno, em um processo de construção do saber do aluno, por ele mesmo. No entanto, é necessário considerar, conforme Picelli (2010), que o processo de devolução pode não ocorrer, quando o aluno não se sentir interessado pelo problema proposto, por este ser caracterizado, por exemplo, como muito fácil ou muito difícil. Portanto é extremamente importante que o professor realize uma escolha de um bom problema, e que este seja, sobretudo, nivelado aos conhecimentos do aluno (SANTOS; DIAS, 2016).

Ainda, dentro do contexto da apropriação do conhecimento, Bachellard (1996, p. 17) afirma que “o conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras”. Ou seja, o conhecimento não se adquire de forma acabada e imediata. O aluno, por sua vez, não inicia a construção de um novo conhecimento sem a existência de um precedente. Ele, certamente, traz

¹⁰“A devolução é um ato pelo qual o rei – de direito divino – reparte-se do poder ao despachar do gabinete. A devolução significa: isto não é eu que quero, isto é vocês que devem querer, mas eu vos dou este direito porque vocês não podem tomar tudo sozinho” (BROUSSEAU, 1986, p.43 *apud* JONNAERT, 1996, p. 19).

em sua bagagem saberes adquiridos, ao longo de suas experiências vividas, que não devem ser desconsiderados, durante o processo de aprendizagem, mesmo que acompanhados de erros. Bachelard (1996) afirma que estes erros se caracterizam por conhecimentos mal estabelecidos e, geralmente, concebidos empiricamente, devendo ser desconstruídos e corrigidos para, assim, estabelecer o ato de conhecer. Brousseau (2002), por sua vez, esclarece que tais erros não devem ser apontados como resultado de ignorância ou incerteza, e sim, como um elemento relevante, no processo de aprendizagem, resultado de uma parte de um conhecimento anterior, interessante e exitoso, mas que, agora, é identificado como incorreto ou inadequado. De acordo com Alves (2018a), estes erros atuam como catalisador para a identificação de certos obstáculos inevitáveis, porém indispensáveis para o desenvolvimento do pensamento científico, a ser absorvido pelos alunos. No campo profissional, Clot e Leplat (2005) apresentam importante campo de aplicação do Método Clínico ¹¹, na análise do trabalho, considerando-se a interpretação do erro e outros obstáculos resistentes à atividade:

A atividade às vezes leva a efeitos não direcionados pelo assunto: erros, incidentes, acidentes. Os efeitos indesejados também podem acompanhar os efeitos pretendidos. Esses efeitos parasitários têm sido frequentemente descritos em análises de trabalho: por exemplo, o motorista evitou um obstáculo, mas ao fazê-lo colidiu com outro. O conhecimento e a análise desses efeitos indesejados são particularmente úteis para a análise da atividade quando esses efeitos não são vistos apenas sob o ângulo negativo, mas como sintomas indicativos das características da atividade. O método clínico encontrou um campo de aplicação privilegiado no estudo desses efeitos indesejados e os métodos de análise do trabalho oferecem muitos exemplos, mesmo que não se façam nenhuma referência ao método clínico (CLOT; LEPLAT, 2005, p. 298, tradução nossa).

O trecho acima mostra que erros e obstáculos, também estão presentes no campo profissional e, assim como ocorre no campo educacional, estes não devem ser desconsiderados, e nem vistos, exclusivamente, sob o olhar negativo, pois eles podem desempenhar um importante papel para a análise das características das atividades profissionais.

Destarte, Brousseau (2002,2008) diferencia três tipos de obstáculos que se apresentam no sistema didático: os de origem epistemológica, que são aqueles ligados à resistência de um saber mal adaptado, especialmente próprio do conhecimento, no qual não podem e nem devem ser evitados; os de ordem didática, nos quais dependem somente das escolhas realizadas dentro de um sistema educacional, geralmente, representados pelas dificuldades no ato de ensinar e de

¹¹ O método clínico marcou os primeiros desenvolvimentos nos estudos em ergonomia e psicologia do trabalho. O seu objetivo é então epistêmico, visto que está essencialmente orientado para a aquisição dos conhecimentos sobre uma situação de trabalho, sendo esta entendida como o acoplamento do operador com suas condições de trabalho (CLOT; LEPLAT, 2005, p. 290).

conduzir situações, que proporcione a aprendizagem de fato; e os de ordem ontogenética, caracterizados por obstáculos processados, a partir das limitações da capacidade cognitiva dos alunos, envolvidos no processo de ensino (BROUSSEAU, 2002).

No cenário pedagógico, Pais (2015) esclarece que é mais pertinente se referir à existência de obstáculos didáticos, nos quais alguns são exemplificados a seguir:

O caso da aprendizagem do produto de dois números inteiros positivos, que é sempre maior do que cada parcela. Este conhecimento pode representar um obstáculo, à aprendizagem das propriedades do produto de dois números racionais, uma vez que, nesse caso, tal proposição, não necessariamente, é verdadeira, como é o caso, por exemplo, do produto de duas frações unitárias, que é menor do que cada parcela.

Outro exemplo consiste na divisão de um número inteiro positivo, por um número racional, menor do que um, cujo resultado é um número maior do que o dividendo. Nesse caso, o aluno pode concluir, intuitivamente, por intermédio de seu conhecimento, trazido de sua vivência cotidiana, que o resultado de uma divisão será sempre menor do que o dividendo, contrariando o caso da divisão de frações.

Um terceiro exemplo de obstáculo didático, está relacionado à aprendizagem da Geometria espacial, quando faz intervir a utilização de uma representação, por meio de uma perspectiva. A realização ou leitura desse desenho não é uma ação perceptível. Um cubo, por exemplo, representado em perspectiva paralela, geralmente, apresenta-se com a face superior representada por um paralelogramo não quadrado, onde os ângulos não são retos, quando medidos sobre uma superfície plana, como a do papel, mas que, no entanto, representam os ângulos retos da face superior do cubo. Logo, se o aluno se prender a uma interpretação visual, baseada nas particularidades do desenho em si, certamente ele terá dificuldades em compreender as propriedades geométricas do sólido construído.

Finalmente, é importante mencionar as diferentes fases dialéticas das situações, chamadas de dialéticas, pelo fato de que, enquanto o aluno mostra ser possível antecipar o resultado de suas escolhas, suas estratégias são, de certa forma, proposições, confirmadas ou invalidadas, pela experimentação, como um tipo de diálogo com a situação (BROUSSEAU, 2002). São elas:

A dialética de ação se apresenta como um momento de uma situação adidática, em que o aluno, ao receber o problema, proposto pelo professor, atua, formando estratégias, na busca de compreender e encontrar métodos para resolvê-lo, representando, assim, uma sucessão de interações entre o aluno e o meio (BROUSSEAU, 2002).

A dialética de formulação apresenta-se também como uma situação adidática, na qual o aluno, já familiarizado com o problema, troca informações com os demais, por meio de uma linguagem compreensível por todos, evitando a ocorrência de ambiguidade, redundância, dentre outros fatores, que poderiam causar falta de pertinência e eficácia na mensagem (BROUSSEAU, 2002). Brousseau (2008) exemplifica esta situação por meio do jogo “Quem vai dizer 20?” (BROUSSEAU, 2008, p. 22), que consiste em uma disputa, entre equipes, cujo requisito, para obter a vitória, não se resume somente em o aluno saber como ganhar, mas, também, saber transmitir aos demais sua proposta de estratégia.

Na dialética de validação, ainda caracterizando uma fase de uma situação adidática, os alunos empenham-se em demonstrar a validade de seus enunciados produzidos, mesmo que acompanhados de raciocínio incompleto, errôneo ou desajeitado; por meio de razões desvendadas, construídas, experimentadas, analisadas e acordadas (BROUSSEAU, 2002).

A situação de institucionalização surgiu da percepção de que, após a aplicação das situações de ação, validação e formulação, o professor não tinha um tempo necessário para organizar um espaço, a fim de verificar o que os alunos necessitavam fazer (e refazer) ou não, o que haviam aprendido ou precisavam aprender (BROUSSEAU, 2008). Portanto, esta fase se apresenta como uma situação didática, na qual “se tenta proceder a passagem do conhecimento, do plano individual e particular, à dimensão histórica e cultural, do saber científico” (PAIS, 2015, p. 74). Assim, o professor assume a total responsabilidade, anteriormente cedida, em partes, ao aluno, lhes conferindo o estatuto do saber ou desconsiderando algumas de suas produções e, “definindo assim os objetos de estudo por meio da formalização e da generalização” (TEIXEIRA; PASSOS, 2013, p. 166). Com isso, o aluno, “oficialmente”, leva em conta o objeto de conhecimento, e o professor, considera a aprendizagem do aluno, fazendo deste duplo reconhecimento, o objeto da institucionalização (BROUSSEAU, 2008).

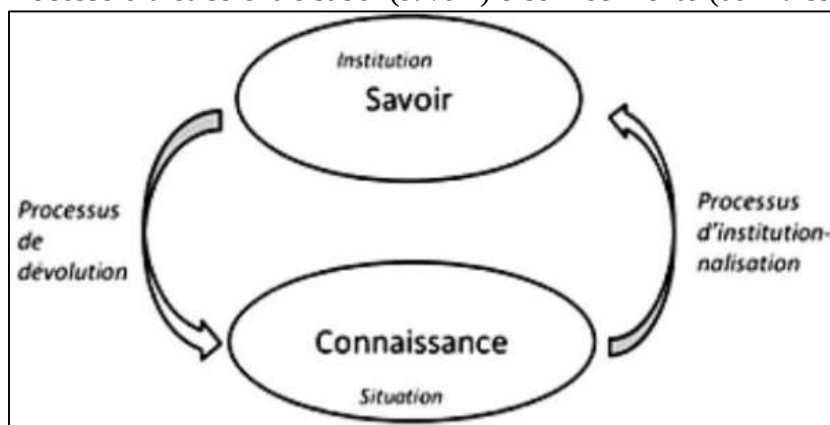
Como já mencionado, no processo de aprendizagem, por meio das situações didáticas, o aluno utiliza seus conhecimentos – “seja por tê-lo tido sempre (reminiscência), seja por tê-lo construído por sua atividade própria e isolada” (BROUSSEAU, 2008, p. 34) – para a construção do saber. Portanto, é importante explicitar a diferença entre conhecimento (*connaissance*) e saber (*savoir*):

Conhecimento é o que alcança o equilíbrio entre sujeito e meio, o que o sujeito coloca em jogo quando investe uma situação. Ele é um conceito muito amplo, que inclui tanto o conhecimento de corpo, conhecimento em ação, conhecimento de interação, conhecimento memorizado etc. O saber é de outra natureza, é uma construção social e cultural, que mora em uma instituição (Douglas, 2004) e que é por natureza um texto (o que não significa que seja sempre materialmente escrito). O saber é

despersonalizado, descontextualizado, atemporal. É formulado, formalizado, validado e memorizado. Ele pode ser linearizado, o que corresponde à sua natureza textual (MARGOLINAS, 2012, p. 7-8, tradução nossa).

Ainda, conforme Margolinas (2012) existe um processo dialético entre as duas definições, uma vez que se o saber foi incorporado em uma instituição de ensino, é porque ele, primeiramente, foi encontrado como conhecimento *in situ* e reconhecido como útil, formulado, formalizado, validado e memorizado, portanto adquirido *status* institucional (processo de institucionalização). O conhecimento, por sua vez, é encontrado através da desconstrução dos saberes, relacionando-se assim com o momento de devolução. A figura a seguir representa este processo:

Figura 5 – Processo dialético entre saber (*savoir*) e conhecimento (*connaissance*).



Fonte: Margolinas (2012, p. 8).

No contexto do ensino da Matemática, Brousseau (1988) realiza esta diferenciação, associando à análise de uma família de situações didáticas, em que a situação de ação, se apresenta vinculada ao conhecimento, uma vez que, esta, se relaciona mais com o aspecto experimental. O saber, por sua vez, aparece associado à situação de validação, onde se identifica a necessidade de conhecimento e a possibilidade de satisfazê-lo, através da comunicação do saber correspondente.

Por fim, Alves (2018a) afirma que, pelo fato da TSD considerar um olhar totalmente voltado ao desenvolvimento cognitivo e intelectual do aluno, torna-se também necessário estudar o processo de aprendizagem, voltado para a atividade do professor de Matemática, bem como suas ações e sua constante sistematização, em seu ambiente de trabalho. Portanto, a caráter de complementaridade à TSD, no tópico a seguir, apresenta-se uma discussão acerca de alguns pressupostos da Didática Profissional (DP).

2.4 Didática Profissional (DP)

A Didática Profissional (DP), surgida na França, na década de 90, tem como principal objetivo intensificar a aprendizagem nos adultos e aperfeiçoar suas competências profissionais, por meio da análise do trabalho (PASTRÉ, 1999). De acordo com Pastré, Mayen, Vergnaud (2006), as primeiras análises foram realizadas na esfera industrial, difundindo-se, posteriormente, aos ramos de serviço e ensino. Assim, conforme os autores, ela concentra-se em situações e problemas profissionais, enfatizando a utilização dos métodos de análise do trabalho, antes e durante a formação.

O estudo da DP teve como principal agente impulsionador, a mudança do foco de atenção, sobre o funcionamento dos princípios básicos, para a execução de tarefas essenciais, complexas e fundamentais, no ambiente de trabalho (PASTRÉ, 2011). Durante o período *taylloriano*, atribuíam maior relevância ao sujeito (individual) trabalhador, associando a competência profissional ao “saber fazer”. Ou seja, a definição de trabalhador competente era representada por aquele que sabia executar e processar tarefas preestabelecidas. Contudo, devido à crise desta perspectiva *taylloriana*, o significado de competência expandiu-se para, além de saber fazer, saber compreender e saber combinar (HATCHUEL; WEIL, 1992 *apud* PASTRÉ, 2004), evidenciando-se um cenário profissional, de caráter coletivo, considerando os interesses de estudos psicossociais (SAVOYANT, 1974 *apud* ALVES, 2019). Pastré (2004) corrobora com a mudança desta perspectiva, ao tratar a importância do profissional, em utilizar de recursos estratégicos, que busquem a análise e resolução de problemas complexos, imprecisos e não triviais, como mostrado no trecho a seguir:

[...] quando se trata de um ambiente dinâmico, a aplicação dos procedimentos já não é suficiente como guia de atividades. Os operadores precisam ser capazes de fazer qualquer coisa em um momento diagnóstico da situação, que se torna uma parte central da competência. Outras formas de trabalho colocam os operadores em condições de resolução de problemas. O que é interessante, é que os problemas a serem resolvidos têm dimensões múltiplas; então é necessário encontrar entre estas dimensões um compromisso aceitável. Estamos no que se pode chamar inteligência estratégica da situação, onde já não se trata de descobrir onde está o erro, ou o mau funcionamento, mas onde se trata de construir uma solução que leva em consideração as diferentes dimensões do problema (PASTRÉ, 2004, p.4, tradução nossa).

Estas condições de resoluções de problemas, expostas acima, dizem respeito à noção de situações de trabalho, ou ainda situações profissionais que, por sua vez, estão relacionadas com situações vivenciadas no exercício laboral. Neste sentido, Mayen e Olry (2012) *apud* Alves e Catarino (2019, p. 113) esclarecem, com mais precisão, o termo:

Uma situação profissional é um ambiente delimitado com o qual a pessoa está em interação. A situação constituída de configuração física, institucional, técnica, social na e com a qual o profissional é levado a agir. É uma forma social, unidade relativamente circunscrita, mas, suscetível de evoluções, constituída de propriedades relativamente estáveis e identificáveis. A experiência que se constitui é em entender, inicialmente, como uma certa forma de situação que se apresenta aos jovens adultos, estudantes ou aprendizes, proposta ou imposta, com suas características (profissionais, sociais, etc). Tal experiência afeta os mesmos em um certo período de suas vidas, experiência segundo a qual eles realizam algo e que contribui ao processo de transformação que lhes afeta.

As situações profissionais, portanto, se apresentam, com grande relevância, às relações entre trabalho, aprendizagem e treinamento. Mayen, Olry e Pastré (2017, p. 2-3, tradução nossa), reforçam ainda mais tal importância, ao indicar as devidas funções destas situações:

Na engenharia didática profissional, as situações de trabalho têm três funções: são os objetivos da formação, pois o desafio é ajudar os profissionais a construir e desenvolver habilidades para dominar situações de trabalho. Elas são o meio, porque é através da atividade em situações e com situações mais ou menos didáticas e contextualizadas, mas sempre referidas ao trabalho, que a aprendizagem pode ser iniciada e desenvolvida. Por fim, são a origem, o que justifica a necessidade de análise do trabalho para a formação.

Verifica-se então, que as situações profissionais se revelam como ponto central, no contexto da DP, se fazendo presente em todo o processo da análise do trabalho. Pastré (1999) ratifica tal concepção, informando que o primeiro preceito da Didática Profissional é aprender com base em situações e através das situações. Ainda, conforme o autor, o segundo princípio, consiste na noção de conceituação na e para a ação. Ação esta que, para ser considerada eficiente, deve ser inteligente.

Mayen (2012) também considera importante destacar a parte ativa do ambiente que cria uma determinada situação profissional, ou seja, que atua sobre a atividade dos envolvidos na situação. Para o autor, o ambiente profissional é constituído por todas as características ativas de quem atua com, sobre e por meio dele. Assim, a parte ativa é formada por aquilo que é imposto e que se associa com o que pode ser chamado de necessidades externas; e por aquilo que ressoa especificamente para uma categoria de pessoas e para uma pessoa individual. O autor exemplifica tais considerações por meio da seguinte situação:

Quando um motor se recusa a dar partida, esta parte externa do mundo prevalece e insiste. Em uma oficina mecânica de automóveis, o funcionamento e mau funcionamento dos motores são a situação e o fato de esses motores estarem, como mostra Crawford (2009), cheios de dispositivos eletrônicos, complica a situação e faz parte do que os profissionais têm que fazer. Mas as recusas de início, atribuíveis a dispositivos eletrônicos, sobre os quais eles têm pouco controle, podem ressoar dolorosamente para os antigos mecânicos, que se sentem sobrecarregados por essas

evoluções ou que observam com desolação sua inutilidade (MAYEN, 2012, p. 64, tradução nossa).

Fontenele e Alves (2021) fazem uma analogia, do exemplo citado acima, com a prática docente, ao identificarem que, durante uma aula, os alunos, por diversas causas, apresentam dificuldades em aprender o conteúdo (parte externa que prevalece e insiste). Assim, os procedimentos adotados, para ensinar um determinado conteúdo, são uma situação. As necessidades de estar constantemente repensando, planejando e refletindo sobre as práticas de ensino, torna a situação mais complexa e faz parte do que os professores têm que executar. No entanto, a resistência que estes profissionais oferecem em começar a elaborar ações para superar tais dificuldades, relacionadas a novas estratégias e recursos de ensino, sobre as quais eles têm pouco controle, podem ressoar dolorosamente, especialmente para os antigos professores, que se acham sobrecarregados com essas inovações ou não acreditam em sua eficiência e utilidade.

Dentro do cenário educacional, por sua vez, estas situações podem ser denominadas de Situações Didáticas Profissionais (SDP), nas quais, são explicitadas por Alves (2018a), pela seguinte expressão: $SDP = UT + DP$, onde: SDP = Situações Didáticas Profissionais; UT = Unidade de trabalho e DP = Didática Profissional. Ou ainda como:

Conjunto de situações ou situação características, fundamental para o exercício efetivo do ofício do professor. Envolve elementos afeitos à modelização e teorização visando antever determinados obstáculos para a atividade sala de aula, para a atividade profissional no posto de trabalho e na própria instituição (ALVES, 2019, p. 269).

A noção de SDP se constituiu da confluência das noções de situações didáticas (SD) e situações profissionais (SP), nas quais têm suas definições elencadas no trabalho de Alves e Catarino (2019), conforme quadro comparativo a seguir:

Quadro 3 – Definição das situações.

Situações Didáticas (SD)	Situações Profissionais (SP)	Situações Didáticas Profissionais (SDP)
É uma situação que descreve o ambiente didático do aluno, compreende tudo que se dedica a ensinar alguma coisa. Neste sentido, ele entende o professor, se ele se manifesta durante o desenvolvimento da situação ou não.	Conjunto de situações profissionais características, fundamentais e determinantes para a aquisição de um conhecimento situado no plano de atuação institucional (escolar), diante de tarefas oficiais, exigências de documentos normativos e determinantes	Conjunto de situações ou situação característica, fundamental para o exercício efetivo do ofício do professor. Envolve elementos afeitos à modelização e teorização visando antever determinados obstáculos para a atividade sala de aula, para a atividade profissional

	do seu ofício e que deriva de um perfil de docente requerido pela sociedade.	no posto de trabalho e na própria instituição.
--	--	--

Fonte: Alves e Catarino (2019, p. 124).

A partir do Quadro 3, verifica-se que as noções apresentadas, fundamentam a condução desta pesquisa, por meio da aplicação das SDPs, nas quais terão um importante papel na análise das ações dos professores pesquisados, sobretudo na observação de seus conceitos epistêmicos e pragmáticos; e seus comportamentos, com o propósito de verificar o desenvolvimento de competências profissionais, não só no lócus da sala de aula, mas na instituição escolar como um todo.

2.4.1 Competência profissional

Como já mencionado, a noção de competência, na atualidade, não se resume apenas à execução da tarefa.

Em resumo, vemos tomando forma uma evolução do conceito de competência em relação às transformações do trabalho: há menos ênfase na aplicação dos procedimentos e mais sobre a inteligência envolvida da tarefa e a resolução de problemas multidimensionais. [...] porque para melhorar o profissionalismo desses atores, é necessário que seja capaz de analisar como sua ação está organizada, que conhecimento, que estratégias eles mobilizam, que obstáculos eles encontram. Em suma, você deve ser capaz de fazer uma análise cognitiva de habilidades mobilizadas e seu desenvolvimento (PASTRÉ, 2004, p. 214).

Logo, depreende-se que, de acordo com o exposto anterior, e em consonância com Pastré (2011), todo trabalho envolve, além da dimensão operacional, uma dimensão cognitiva. A competência, portanto, se manifesta na capacidade que o sujeito apresenta para administrar o desenvolvimento cognitivo e evolutivo, perante a atividade profissional.

Contudo, é necessário descrevê-la, em um sentido mais amplo, não se retendo apenas ao sentido usual da palavra, que transmite a ideia de valor (e até mesmo de valor comparativo), entre “ser competente” ou “não competente”. Para tal, Pastré, Mayen e Vergnaud (2006, p. 151, tradução nossa) explanam que “o conceito de competência é pragmático, no sentido em que permite entender-se razoavelmente bem, que numa dada comunidade, a respeito do domínio desigual de sua profissão por diferentes profissionais”. Fundamentando-se, por este conceito prático e não científico, Perrenoud (2000) trata quatro aspectos, relativos à competência profissional:

1. As competências não são elas mesmas saberes *savoir-faire*¹² ou atitudes, mas mobilizam, integram e orquestram tais recursos.
2. Essa mobilização só é pertinente em situação, sendo cada situação singular, mesmo que se possa tratá-la em analogia com outras, já encontradas.
3. O exercício da competência passa por operações mentais complexas, subentendidas por esquemas de pensamento (Altet, 1996; Perrenoud, 1996l, 1998g), que permitem determinar (mais ou menos consciente e rapidamente) e realizar (de modo mais ou menos eficaz) uma ação relativamente adaptada à situação.
4. As competências profissionais constroem-se, em formação, mais também ao sabor da navegação diária de um professor, de uma situação de trabalho à outra (Le Boterf, 1997) (PERRENOUD, 2000, p. 15).

Pelos dois trechos anteriores, nota-se a existência de uma conexão entre as concepções trazidas pelos autores, sobretudo, no que remete à ideia de situações, evidenciando, mais uma vez, a sua relevância, na mobilização e estruturação das ações profissionais, ou ainda na construção das competências.

Mayen, Métral e Tourmen (2010) esclarecem que, para compreender a noção de competência, é necessário, antes de qualquer coisa, não tentar defini-la, mas sim, se basear na definição de profissional competente. Desta maneira, o trecho a seguir mostra algumas comparações sobre um profissional competente:

Definição 1: A é mais competente do que B se ele sabe fazer algo que B não sabe [...].
 Definição 2: A é mais competente do que B se for feito de uma maneira melhor. O comparativo “melhor” assume critérios adicionais: velocidade, confiabilidade, economia, elegância, compatibilidade com a forma de proceder dos outros, etc [...].
 Definição 3: A é mais competente se ele tem um repertório de recursos alternativos que lhe permite às vezes usar um procedimento, às vezes outro, e assim, se adaptar mais facilmente aos diferentes cenários que possam surgir [...].
 Definição 4: A é mais competente se sabe como lidar com uma nova situação de uma categoria nunca encontrada antes [...] (VERGNAUD, 2001, p. 2, tradução nossa).

Percebe-se, então, que a primeira definição é, habitualmente, a mais utilizada, pois reduz o conceito de competência a um desempenho, podendo ser julgada apenas pelo resultado final de uma atividade. Em contrapartida, as demais definições, pressupõem que o conceito de competência não deve se restringir ao resultado da atividade, mas sim à atividade propriamente dita. Dentre estas definições, as que fundamentam esta pesquisa, especialmente, são as definições 3 e 4, visto que estas se relacionam, de modo direto, com a atividade do professor, que, costumeiramente, vivencia diversas situações inesperadas, desafiadoras e atípicas, em todo seu ambiente de trabalho. Cabe aqui salientar que o profissional, ao mobilizar alguns recursos, diante de uma situação, por meio de uma competência maior, acaba por desenvolver outras

¹² Expressão em francês, que significa saber fazer, habilidade, capacidade para solucionar ou resolver algo de modo prático.

competências mais específicas e independentes. Perrenoud (2000) traz como exemplo o fato de professores experientes desenvolverem importantes competências, como a de perceber, simultaneamente, as variadas situações que ocorrem em suas turmas:

O professor especialista ‘tem olhos nas costas’, é capaz de apreender o essencial do que se passa em várias cenas paralelas, sem ficar ‘siderado’ ou estressado com nenhuma. Essa competência quase não é útil em si mesma, mas constitui um recurso indispensável em um ofício no qual várias dinâmicas se desenvolvem constantemente em paralelo, até mesmo em uma pedagogia frontal e autoritária. Essa competência é mobilizada por inúmeras competências mais globais de gestão de classe (por exemplo, saber prever e prevenir a agitação) ou de animação de uma atividade didática (por exemplo, saber determinar e envolver os alunos distraídos ou perdidos) (PERRENOUD, 2000, p. 16).

Logo, depreende-se, que é possível analisar a competência da práxis docente, a partir dos pressupostos da DP, uma vez que o professor é tido como uma espécie de “operário da educação” e, certamente, também um trabalhador e um importante agente social (ALVES; JUCÁ, 2019), como exposto a seguir:

A partir de um modelo metafórico de automatização do trabalho, podemos compreender que, atualmente, a eficiência ou competência do professor se origina de uma capacidade, cada vez mais tácita de agir e reagir aos incidentes e situações (problemas) escolares erráticas e inéditas. Por conseguinte, podemos adquirir um entendimento de que ser competente significa a capacidade de gerenciar, cada vez mais, situações cada vez mais complexas e não triviais, todavia, recorrentes e invariantes no sistema escolar e, de modo particularmente importante, no interior da sala de aula de Matemática (ALVES; JUCÁ, 2019, p. 109).

Portanto, constata-se, pelas considerações dos autores que, assim como os demais profissionais, os professores, diante de situações complexas e não triviais, mobilizam suas capacidades cognitivas, em prol de seu progresso e adaptabilidade a estas situações. É importante destacar que a unidade de trabalho, na qual ocorre a análise de competências, não se restringe apenas ao interior da sala de aula, podendo também ocorrer na escola ou até mesmo na instituição escolar como um todo. Alves e Jucá (2019) ressaltam ainda que, apesar da análise profissional ocorrer no posto de trabalho, a noção de competência não recai necessariamente à atividade laboral, mas pode também incidir sobre a pessoa (individual). Ou seja, dois professores podem possuir a mesma qualificação profissional e, no entanto, não serem considerados detentores da mesma competência profissional. Os autores ainda salientam que, para ser considerado possuidor de um perfil profissional de competência, o professor deve, cada vez mais, realizar ações e intervenções, diante de problemas não previstos e, conforme episódios não apontados, de modo específico, nas regras e manuais do posto de trabalho. De fato, as condições, através das quais os professores manipulam, para atingir seus objetivos –

tais como incerteza excessiva, sincronismo de eventos, diversidade de elementos em interação, dinamismo, diversidade e pluridimensionalidade – estabelecem uma atividade dificilmente previsível:

Tudo ou quase tudo é possível, mas as previsões necessárias para um planejamento necessário são pouco confiáveis. Na verdade, como salienta Durand (1996) a atividade do ensino requer atenção a tudo, tendo em vista o necessário ajuste considerando o aparecimento de eventos não previstos. Isso se passa através de uma temporalidade às vezes linear, com um vasto horizonte temporal e cíclico, baseado na repetição dos contatos com os alunos (THERRIEN; LOIOLA, 2001, p. 151-152).

A citação dos autores reforça, ainda mais, a ideia de que a competência profissional do professor, não é algo tão simples de ser verificada, uma vez que as situações nas quais eles são submetidos, perpassam por uma grande imprevisibilidade. Para tanto, o quadro da DP, elenca contribuições, que auxiliam na prática docente, perspectivando uma evolução e um desenvolvimento de suas habilidades profissionais. Em sala de aula, por exemplo, estas competências relacionam-se com as habilidades nas frequentes atividades, realizadas em torno de sua profissão, que acabam por contribuir para o processo de aprendizagem no trabalho.

Neste sentido, Alves e Catarino (2019, p. 115) organizam a análise da competência do professor de Matemática em três níveis: “(i) o plano da sala de aula; (ii) o plano do posto de trabalho; (iii) o plano geral da instituição de ensino ou instituição escolar”. Ainda, conforme os autores, o professor (em específico o professor de Matemática) insere-se e identifica-se nestes níveis, conforme relação apresentada no quadro abaixo:

Quadro 4 – Descrição das categorias de atuação docente.

Plano de atuação docente	Binômio	Descrição e campo de aplicação
Plano da sala de aula	Professor-estudantes	Conjunto de situações profissionais características, fundamentais e determinantes para a aquisição de um conhecimento profissional pragmático e circunstanciado, e que proporciona, ainda, a compreensão e modelização e esquemas de ação e de antecipação do professor mobilizado em sala de aula.
Plano do posto de trabalho	Professor-professores, colegas do <i>métier</i>	Conjunto de situações profissionais, características, fundamentais e determinantes para a aquisição de um conhecimento, situado e circunstanciado no posto de trabalho, cujo núcleo estruturante

		envolve um conhecimento pragmático, de ordem deodôntica, essencialmente compartilhado pelos seus pares, e regras (explícitas ou não explícitas) definidas pelo grupo, condicionadas por documentos físicos, oficias e normativos.
Plano da instituição escolar	Professor-instituição escola e sistema de ensino	Conjunto de situações profissionais características, fundamentais e determinantes para a aquisição de um conhecimento técnico situado no plano de atuação institucional (e escolar), diante de tarefas oficiais, exigências de documentos normativos, regras e determinantes do seu ofício e que deriva de um perfil de docente requerido pela sociedade.

Fonte: Alves e Catarino (2019, p. 118-119).

Perrenoud (2000, p. 14), por sua vez, aborda dez tipos de competências profissionais, que também não se restringem somente ao plano da sala de aula. São elas:

1. Organizar e dirigir situações de aprendizagem.
2. Administrar a progressão das aprendizagens.
3. Conceber e fazer evoluir os dispositivos de diferenciação.
4. Envolver os alunos em suas aprendizagens e em seu trabalho.
5. Trabalhar em equipe.
6. Participar da administração da escola.
7. Informar e envolver os pais.
8. Utilizar novas tecnologias
9. Enfrentar os deveres e os dilemas éticos da profissão.
10. Administrar sua própria formação contínua.

É válido ressaltar também que, esta pesquisa, em específico, será conduzida pela análise da primeira competência, apresentada por Perrenoud (2000, p. 14): “organizar e dirigir situações de aprendizagem”. No mais, A DP sustenta-se na confluência de três correntes teóricas: conceituação na ação, psicologia ergonômica e didática das disciplinas e na Engenharia de Formação, como campo prático (PASTRÉ, 2011), conforme figura a seguir:

Figura 6 – Correntes teóricas e campo prático que compõem a Didática Profissional.



Fonte: Elaboração da autora (2021).

Tais correntes teóricas serão abordadas nas seções vindouras.

2.4.2 Conceituação na ação

A conceituação na ação representa o referencial teórico da DP, elaborado em torno dos conceitos de esquema e de invariante operatório (PASTRÉ, 2002). Com forte influência piagetiana, e reinterpretada por Vergnaud (1985) *apud* Pastré (2002), no quadro de uma teoria das situações, aponta que, as ações humanas são organizadas na forma de esquemas, cujo núcleo central consiste em conceitos pragmáticos (PASTRÉ; MAYEN; VERGNAUD, 2006). Assim, Vergnaud (2003) apresenta a ideia de campo conceitual, no qual consiste em um conjunto de conceitos, que é capaz de dar conta de uma situação, ou de um conjunto de situações.

Na ação efetiva, se manifestam tanto invariância e regularidade, como flexibilidade e adaptabilidade, para as situações. Daí, surge a ideia de esquema, servindo para explicar a invariância e a adaptabilidade, tida como uma organização invariante do comportamento do indivíduo, para uma determinada classe de situações (PASTRÉ; MAYEN; VERGNAUD, 2006). De fato, Pastré (2002) enfatiza que não pode existir organização sem invariância, e sim uma grande capacidade de adaptação (até certo ponto) às variações nas situações. Pastré, Mayen e Vergnaud (2006, p. 49, tradução nossa) informam que:

O esquema é realmente o meio de assimilar novos objetos e de se adaptar a novas propriedades que eles apresentam, em comparação com objetos previamente assimilados. Ele tem uma dupla função, de ação sobre o real e de exploração das propriedades do real.

De acordo com Pastré (2002), a cognição torna-se conceito na ação, onde é necessário analisar uma ação eficaz (ou a organização desta ação) para, de fato, analisar as competências do sujeito. Analisar tais competências, então, corresponde a analisar a organização da ação. Por sua vez, é nos esquemas que se devem analisar a conceituação na ação dos indivíduos, ou seja, os elementos cognitivos, que permitem tornar operatória a ação deste indivíduo, apoiando a resolução de problemas (VERGNAUD, 2003). Já os invariantes operatórios, são os conhecimentos contidos nestes esquemas, “são eles que constituem uma base, implícita ou explícita, que permite obter a informação pertinente e, dela, inferir a meta a alcançar e as regras de ação adequadas” (MOREIRA, 2002, p. 12).

A atribuição da conceituação na ação se baseia “a partir do interesse pelas entidades abstratas associadas ao processo de organização da ação e, no caso da (DP), nos referimos à ação e atividade do profissional e, de forma particular, da ação do professor” (ALVES, 2019, p. 265). Assim, esta teoria permite compreender o desenvolvimento dos esquemas cognitivos e os invariantes operatórios dos adultos em seus ambientes profissionais. Pastré, Mayen e Vergnaud (2006) corroboram ao afirmarem que estes indivíduos se aperfeiçoam, ao longo de suas experiências profissionais e no decorrer de treinamentos iniciais e contínuos que se submetem. Sendo assim:

O treinamento de professores visa adquirir as habilidades profissionais para permitir que o professor enfrente situações inesperadas. Apresentado como uma ferramenta útil de previsão e de regulação, a Didática pode realmente facilitar gestão de situações de ensino. Então, o corpus de pesquisa em Didática desenvolvida no campo de ensino era originalmente um material de escolha para professores. [...]. No entanto, a introdução de concepções epistemológicas e didáticas em situações de formação podem ajudar o professor a orientar sua prática às condições de adequação e o ajuste entre concepções e prática se torna um objetivo de treinamento. (SCHNEEBERGER, 2001, p. 41 *apud* ALVES; JUCÁ, 2019, p. 117)

Portanto, pode ser aplicada a mesma linha de raciocínio ao professor de Matemática, uma vez que, este, aprimora suas habilidades, a partir da sua atuação, seja na sala de aula, no posto de trabalho ou na instituição escolar, com suporte das formações iniciais e continuadas, e consolidadas pelas situações desafiadoras, que vivenciam durante sua jornada acadêmica e profissional, tornando-os aptos a lidar com o imprevisível e levando-os a desenvolver uma

grande habilidade de negociação, de adaptação e de improvisação (THERRIEN; LOIOLA, 2001).

2.4.3 Psicologia ergonômica

A psicologia ergonômica marca a metodologia da DP, na qual é constituída por um conjunto de conhecimentos psicológicos, relacionados à análise e solução de problemas ergonômicos¹³, sendo ela responsável pelo desenvolvimento dos principais conceitos e métodos para realizar uma análise real do trabalho (PASTRÉ, 2011).

A primeira contribuição, parte da distinção entre tarefa prescrita (aquilo que o trabalhador deve realizar) e atividade real (aquilo que realmente o trabalhador realiza, denominada de atividade). Na ocasião, Pastré (2002) constata que sempre existe uma lacuna entre a tarefa e a atividade, e que sempre há mais no trabalho real do que na tarefa prescrita. Assim, é na análise desta lacuna, que se identifica a direção da atividade do profissional, diante das adaptações a situações não previstas que venham a surgir. Alves e Jucá (2019) apresentam esta noção, no cenário educacional, ao observarem um conjunto de práticas diligenciadas e, por muitas vezes, especificadas em documentos brasileiros oficiais e normativos, do ofício docente. Portanto, a competência profissional do professor de Matemática, não deve ser analisada, de modo restrito, ao campo epistêmico disciplinar clássico (tarefa prescrita), mas também sob a perspectiva de adaptação a um conjunto de ações necessárias, diante de um conjunto de elementos disponíveis e necessários em situação, para se atingir determinado objetivo, meta ou planejamento.

Outro exemplo parte das considerações de Therrien e Loiola (2001), ao observarem sobre a necessidade que o professor tem, de adequar os procedimentos pedagógicos, à capacidade cognitiva dos alunos e fomentar o engajamento participativo destes, durante as aulas. Tais exigências, demandam do professor, a necessidade em realizar atividades prévias, antes do processo de ensino, objetivando a implantação de condições mínimas de trabalho. Ou

¹³ Ergonomia é a “análise do trabalho”: a descrição e a explicação da atividade humana, no trabalho, ou seja, na atividade concreta, no próprio terreno (AMALBERTI *et al.*, 1991, p. 10 *apud* THERRIEN; LOIOLA, 2001, p. 149-150). Trata-se de uma análise que se desenvolve levando em conta uma grande variedade de variáveis dinâmicas de natureza física, social, institucional e política. A ergonomia, aplicada aos estudos no campo da educação, interessa-se pela investigação da dinâmica que considera o sujeito, a atividade e o contexto como um todo. De modo mais específico, trata-se de um ponto de vista centrado no desenvolvimento dos conhecimentos em contexto (THERRIEN; LOIOLA, 2001, p. 150).

seja, estes fatores, certamente exigirão a realização de afazeres extras (atividade real), antes do processo de instrução propriamente dito (tarefa prescrita).

Outra abordagem, diz respeito à presença da dimensão cognitiva, em todas as atividades laborais, inclusive no trabalho manual. Para Leplat (1997) *apud* Pastré (2002), Mayen e Vergnaud (2006), tal dimensão cognitiva não para na oposição frontal entre o trabalho prescrito e o real, e sim, apresenta um terceiro mandato, no debate, denominado pelo autor, como “estrutura cognitiva da tarefa”. Ou seja, o que delineará a situação de trabalho, não se resume somente a termos de prescrição, mas também há de se considerar certas dimensões objetivas da situação que orientarão a atividade. Portanto, é possível afirmar que a análise do trabalho é organizada a partir da relação entre situação e atividade. A situação, na qual inclui a prescrição e a estrutura cognitiva da tarefa, serve como uma introdução à análise da atividade, que é o real objetivo da análise do trabalho. Pastré (2002) cita a influência de Savoyant (1979) neste cenário, no qual faz uso da teoria de Galperin¹⁴, que distingue, em ação, três tipos de operações: operação de execução, de controle e de orientação. Para ele, todo trabalho abrange estes três tipos de operações, sendo que as operações de execução e de controle são, notoriamente perceptíveis, durante a análise. Já a operação de orientação, considerada pelo autor como o núcleo central da competência, é dificilmente perceptível. Tal operação consiste em “localizar as características da situação que servirá para orientar sua ação: é a parte apropriadamente cognitiva da atividade profissional” (PASTRÉ, 2002, p. 10).

Therrien e Loiola (2001, p. 149) exprimem que estudiosos já consideram o trabalho docente, sob o ponto de vista da ergonomia, onde é tido como uma atividade associada à concepção e que requer, sobretudo, a realização de tarefas de natureza cognitiva e simbólica:

Se a interação professor/aluno é de natureza epistemológica e didática, com efeito ela é também fundamentalmente uma relação de natureza psicossocial. A atividade dos professores é profundamente marcada por exigências próprias e resultantes da interação social, da vida em grupo (Monteil, 1990) e do trabalho coletivo (Leplat, 1994).

Os autores ainda assinalam que o ensino é tido como uma atividade complexa, com a finalidade de adaptação a uma situação, tornando-se necessário descrever, analisar e compreender a situação.

¹⁴ “Galperin elaborou um dos estudos mais detalhados das etapas de formação da atividade interna a partir da externa, o papel de cada um dos momentos funcionais da atividade-orientação, execução e controle, das transformações que sofre a ação nesse processo de abreviação-generalização, automatização, mediante o qual ela adquire um caráter especificamente psíquico” (NUÑEZ; PACHECO, 1998, p. 97).

A terceira contribuição, parte da distinção entre imagem cognitiva e imagem operativa. A imagem cognitiva descreve um objeto, listando suas principais propriedades, independente de qualquer ação. A imagem operativa, por sua vez, descreve esse mesmo objeto, mantendo as propriedades úteis para a ação que se pretende fazer neste objeto (OCHANINE, 1981 *apud* PASTRÉ; MAYEN; VERGNAUD, 2006).

Para exemplificar tal situação, Ochanine (1981), sob a perspectiva da psicologia russa, comparou a atividade de experientes médicos cirurgiões, especializados em tireoide, com as de jovens médicos inexperientes. Assim, ele observou que, para representar o desenho de uma tireoide doente, os médicos inexperientes produziram uma imagem minuciosa do objeto (imagem cognitiva), enquanto os médicos especialistas produziram uma imagem sucinta e distorcida (imagem operativa), tendo algumas partes representadas de forma exagerada (retratando as partes importantes) e outras quase imperceptíveis. Pastré (2011) traz esta comparação, ao cenário profissional, de uma forma geral, ao mencionar que as representações da situação, impulsionam um registro pragmático, que certamente é fundamentado por um registro epistêmico (a representação dos profissionais experientes não é menos científica que a dos iniciantes), porém orienta de acordo com a ação a ser realizada. Schneeberger (2001, p. 41) complementa, ao afirmar que o especialista, diante de um determinado problema, é capaz de:

- dividir o problema em subproblemas;
- obter uma representação clara de uma situação real;
- reconhecer situações de modelo;
- selecionar o conhecimento relevante para a resolução do problema;
- selecionar ferramentas para resolver o problema;
- alcançar uma produção inteligível e operacional.

Já Alves e Jucá (2019, p. 116) exprimem um comparativo, relacionado ao professor de Matemática, ao assinalarem uma distinção dos esquemas de ação destes professores experientes e inexperientes:

[...] distinguimos os esquemas de ação do professor de Matemática experiente que se diferencia dos esquemas de ação dos iniciantes ou inexperientes, pois os últimos tendem a limitar-se fortemente aos indicadores presentes nos documentos escolares normativos, enquanto os experientes (*experts*) tendem a desenvolver uma leitura globalizante das situações e se ater somente aos seus elementos mais constitutivos, com o escopo de tomar decisões e antever o potencial causal de suas escolhas.

Marcelo (2001) aponta algumas características que diferenciam os professores inseridos nestes dois grupos (iniciantes e experientes), tais como: o professor experiente realiza suas

ações, apoiando-se em uma estrutura diferente e mais complexa do que a dos iniciantes, exercendo um controle espontâneo e estratégico, sobre as partes do processo de ensino, que por sua vez se desenvolve de maneira mais automática no professor iniciante. Além disso, a quantidade de conhecimento, que o professor experiente tem, é maior que a do iniciante: os iniciantes possuem, conforme o autor, uma estrutura superficial de conhecimento, ao passo que o experiente possui uma estrutura de conhecimento profunda e com muitas conexões. Por fim, o autor aponta que o professor experiente tende a utilizar o conhecimento, de maneira mais eficaz, na resolução de problemas, enquanto o iniciante é influenciado pelo problema de conteúdo concreto e, portanto, sente dificuldades em representá-lo de forma abstrata. Isto posto, a partir dos excertos anteriores, é possível concluir que “grande parte dos saberes docentes são fundados na experiência, integrados a uma cultura pessoal e passíveis de formalização” (THERRIEN; LOIOLA, 2001, p. 148).

Por fim, tem-se o dinamismo das situações, que indica que as situações têm dinâmica própria e assim, elas evoluem, mesmo sem a ação dos operadores, para transformá-las, exigindo, assim, uma adaptação nas condutas, por parte dos trabalhadores, em que o fator tempo é fundamental, envolvendo atuações antecipatórias (PASTRÉ; MAYEN; VERGNAUD, 2006). Assim, conforme os autores, o conceito de competência não pode ser mais reduzido a saber o que fazer, ou ainda onde e como fazer, mas também precisa saber quando fazer, uma vez que uma ação importante, realizada no tempo errado, pode ter um efeito oposto ao esperado.

2.4.4 Didática das disciplinas

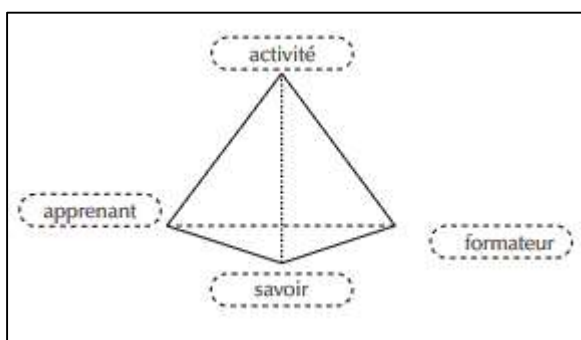
De forma distinta à Didática Profissional, que manifesta mais interesse na aprendizagem de atividades, a Didática das disciplinas se concentra em torno da transmissão e aquisição de conhecimentos (PASTRÉ, 2011), trazendo as teorias, advindas da Didática da Matemática, tais como a noção de situação e transposição didática, contrato, esquema e campo conceitual (PASTRÉ; MAYEN; VERGNAUD, 2006). Assim, enquanto a Didática das disciplinas se estrutura a partir de situações didáticas, a DP se concentra nas situações profissionais. Esta distinção pode ser apreciada no excerto a seguir:

Os didatas da Matemática – pensamos de modo especial em Brousseau – construíram um quadro teórico extremamente sugestivo em torno do conceito de situação. Deve, no entanto, acrescentar que, no caso de situações profissionais, a relação entre situação e problema assume um viés particular. No caso da Didática das Disciplinas, pode-se dizer que existe homologia entre a situação e o problema que a mesma considera. Mas é o problema que vem primeiro e a função da situação é de exemplificar o problema colocado e lhe atribuir um significado. Por outro lado, na Didática Profissional, a

situação está sempre em um percurso além do problema que ela permite abordar. Vimos que a estrutura conceitual de uma situação é uma esquematização, portanto, uma redução da situação como um todo (PASTRÉ, 1999, p. 28, tradução nossa).

Algumas destas teorias já foram mencionadas anteriormente, durante a abordagem da TSD. Entretanto, Brousseau (2002,2008), apesar de considerar a figura do professor, como mediador das situações didáticas, não atenta um olhar focado à atividade docente. Assim, Baudouin (1999) apresenta uma redistribuição dos elementos, que compõem um cenário de análise laboral e formação profissional, compostos pelo quatriênio: atividade-situação-aprendiz-formador, conforme figura a seguir:

Figura 7 – Tetraedro compondo os elementos envolvidos na formação profissional do adulto.



Fonte: Baudouin (1999, p. 154).

A figura mostra os componentes do triângulo didático (professor/formador, aluno/aprendiz e saber) integrados à dimensão atividade, expandindo, portanto, o campo epistêmico do saber científico a um campo de idiossincrasias e características pragmáticas, provenientes do campo profissional.

A seguir, em forma de complementaridade, segue uma breve comparação das teorias, advindas da Didática das Disciplinas, trazidas para o contexto da Didática Profissional, sobretudo voltadas ao papel do professor, na perspectiva da análise de suas atividades, considerando a colaboração e cooperação profissional, visando auxiliar na compreensão e discernimento no campo desta pesquisa.

À medida que, na relação professor-aluno, uma situação didática é considerada como “o conjunto de condições que o professor ou o pesquisador reúne para confrontar o aluno com novos objetos ou com novas propriedades desses objetos” (PASTRÉ; MAYEN; VERGNAUD, 2006, p. 150, tradução nossa); na relação professor-professor ou professor-instituição, uma situação profissional (ou ainda uma situação didática profissional), consiste em situações

desafiadoras que ocorrem nos seus postos de trabalho (não necessariamente no interior da sala de aula), nas quais devem ser enfrentadas, resolvidas ou até mesmo controladas (MAYEN; MÉTRAL; TOURMEN, 2010).

Um *milieu* é caracterizado por Brousseau (2008) como sendo qualquer coisa que atua sobre o aluno e/ou sobre o que o aluno atua. Este termo pode ser estendido ao campo profissional, denominado por Alves (2018b) como *milieu* de trabalho, no qual consiste em um sistema antagônico e mediador da ação do trabalhador, neste caso do professor.

Já os obstáculos epistemológicos se caracterizam – a partir do ponto de vista propugnado por Brousseau (2002,2008) e derivado do pensamento inicial de Bachelard (1996) – por serem constitutivos do conhecimento propriamente dito. Os obstáculos profissionais, por sua vez, ocorrem no sentido de evitar ou comprometer a execução de determinadas tarefas profissionais (PASTRÉ, 2004) e dizem respeito a um conjunto de situações complexas e “parasitárias”, no entanto, inesperadas, e até mesmo recorrente, durante a execução de certas tarefas profissionais. (ALVES, 2018b).

A transposição didática parte do princípio que o conteúdo da educação matemática advém de dois processos de transformação: a conversão do saber sábio em saber a ensinar e a transformação do saber a ensinar em saber realmente ensinado. Ela ainda abrange uma segunda ideia, de que qualquer situação de referência, científica ou profissional, implica transformações, quando empregada como uma situação de ensino e aprendizagem. Já no campo profissional, esta transposição se transforma em uma transposição profissional, caracterizada por um conjunto de fenômenos, relacionados à transmissão e compartilhamento de saberes técnicos e científicos, envolvendo profissionais experientes e inexperientes, ou ainda, envolvendo formadores de professores profissionais, com o objetivo de transmitir conhecimento para futuros professores de Matemática (ALVES, 2018b).

O contrato didático, por sua vez, engloba as expectativas recíprocas, entre o professor e seus alunos, existentes no processo de ensino e aprendizagem. As divergências entre tais expectativas podem ocasionar uma quebra deste contrato, ocasionando mal-entendidos e falhas de comunicação. A partir do excerto anterior, introduz-se a noção de contrato profissional, ou ainda, de contrato de ensino, no qual se constitui a partir de um conjunto de regras compartilhadas, observadas e engajadas pelos professores de Matemática, em suas instituições de ensino, caracterizado por um conjunto de obrigações e de relações que devem ser seguidas e respeitadas pelo professor (e pelos seus colegas de profissão), ainda que tais regras, determinadas pelo seu grupo de trabalho, não se mostrem explícitas (ALVES, 2018b).

Brousseau (2008) define a noção de devolução, como sendo o ato, pelo qual o professor faz com que o aluno aceite e possa aceitar, para atuar em uma situação adidática, assumindo as consequências desta transferência, considerando o risco e responsabilidade por suas ações em condições incertas. Alves (2018b), por sua vez, define a devolução profissional como sendo um processo de aceitação de tarefas profissionais e de atividades especializadas ou resolução de problemas, em um ambiente formado por grupo de professores, inseridos em um mesmo gênero de atividade profissional.

A distinção entre conhecimento (*connaissance*) e saber (*savoir*), indicado no contexto da DM, e tratado por Margolinas (2012), assinala que o conhecimento é construído, de modo particular, pelo indivíduo (estudante), ao passo que o saber é um patrimônio cultural, adquirido no âmbito da instituição escolar. De modo semelhante, no campo da análise do trabalho, precisam ser observadas e diferenciadas duas noções importantes: tarefa (*tâche*) e atividade (*activité*). Neste sentido, de acordo com Alves (2019) a tarefa envolve as prescrições oficiais que devem ser cumpridas, enquanto a atividade se constitui como a atividade em si, mobilizada e realmente efetuada pelo sujeito trabalhador.

2.4.5 Engenharia de Formação

A Engenharia de Formação é caracterizada como um campo prático da DP, que consiste em construir dispositivos de formação para trabalhadores, de acordo com as suas necessidades laborais detectadas. Considerada por Bailleul (2015, p. 137) como sendo “um conjunto organizado e formalizado de práticas, saberes, experiências e ferramentas de formação, orientado por valores de eficiência e progresso e colocado ao serviço dos atores no campo da educação e da formação”, ela estrutura-se a partir de três fatores: as demandas dos países independentes, a inserção de engenheiros de formação no cenário profissional, e a educação continuada (CIDRÃO, 2020).

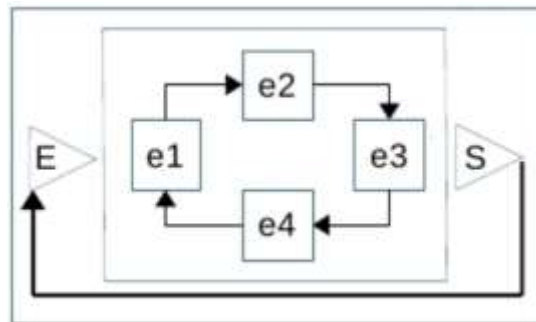
A partir de seu envolvimento, sobretudo com os países independentes, a princípio no setor industrial, o treinamento passou a ser procurado com mais frequência no campo de formação dos operários, em seu local de trabalho. A inserção dos engenheiros no trabalho, impulsionada pelo desenvolvimento do sistema tecnológico, acabou por contribuir ainda mais com o avanço progressivo da Engenharia de Formação, uma vez que se passou a exigir dos operários a mobilização de raciocínio e inteligência, em seus afazeres profissionais, causando, assim, uma maior preocupação com o aspecto cognitivo do trabalhador. Por fim, a necessidade de uma educação continuada, exercida nas relações de trabalho, e prevista na lei de 1971, na

França, fez acentuar o movimento da engenharia profissional. De acordo com Chevallard (2009, p. 85 *apud* ALMOULOU; SILVA, 2012, p. 24):

A formação contínua tem uma tradição de engenharia de formação que é praticamente tão longa que a sua própria história. Analisar um pedido, analisar necessidades, construir um dispositivo de formação, proceder à sua avaliação: tantas atividades de engenharia que são um pouco as cartas de nobreza da formação profissional contínua. Porque esta é constituída historicamente como um campo de práticas, trata-se de práticas analisadas e bem pensadas, que a própria área inventou e codificou.

A figura a seguir mostra o processo de Engenharia de Formação, de acordo com Bailleul (2015):

Figura 8 – Desenho da engenharia de formação.



Fonte: Bailleul (2015, p. 144).

O autor explicita que toda atividade de engenharia é condicionada por um ambiente sistêmico, que pode ser dividido e analisado em sistemas autônomos e interdependentes. A letra E, da figura, representa as entradas, no sistema de engenharia, que consistem em padrões, sistemas de referência, populações a serem treinadas (habilidades existentes), etc. Todas essas entradas, condicionam o surgimento do “problema” a ser resolvido com a formação. A letra S, por sua vez, representa as principais saídas do sistema de engenharia. À medida em que o processo avança, o sistema de engenharia assume estados sucessivos diferentes, representados pelos símbolos e1, e2, e3 e e4 da figura. Estes estados correspondem às quatro etapas que perpassam todas as atividades de engenharia, são elas: analisar, recomendar, implantar e avaliar (BAILLEUL, 2015).

Portanto, pelos excertos anteriores, depreende-se que a Engenharia de Formação se realiza a partir da análise das necessidades operacionais, e da criação de dispositivos de formação, indo ao encontro dos pressupostos da Didática Profissional.

2.4.6 Visão comparativa entre a TSD e a DP

A TSD e a DP se apresentam no sentido de fundamentar e consolidar a presente pesquisa, por meio das situações de aprendizagem e profissionais, na análise do trabalho, em prol da formação do professor de Matemática. Apesar de tratar-se de teorias distintas, ambas se baseiam nas ideias construtivistas, nas quais admitem que o conhecimento está diretamente associado à ação e à experiência, provocado pelas interações sociais, tendo sua origem na atividade do sujeito em relação aos objetos (ALMOULOU, 2007). Além disso, apoiam-se na organização de um conjunto de situações, como ponto central no seu desenvolvimento.

A TSD proporciona uma perspectiva, a partir da utilização de situações, modeladas e adaptadas ao estudante, no sentido de fazer evoluir sua aprendizagem e habilidade matemática, fazendo surgir as relações e fenômenos derivados do triângulo didático (Figura 3). A DP, por sua vez, quando analisada no papel do professor, manifesta-se diante do enfrentamento de situações complexas, em seu próprio local de trabalho (quer seja no interior da sala de aula, ou fora dela), visando o desenvolvimento de atividades especializadas, possibilitando, assim, ao professor, atingir uma capacidade plástica (operatória/invariante) (ALVES; CATARINO, 2019). Logo, a DP envolve, na relação de análise do trabalho e formação do adulto, além da representação dos elementos presentes no triângulo didático, a ideia de atividade, conforme Figura 7. Além da comparação entre as duas vertentes, realizada anteriormente (na seção de Didática das disciplinas), verifica-se uma relação do papel do professor com o formador, o aluno com o aprendiz, o saber com o saber, sobrando então a dimensão atividade, como sendo as ações efetivamente realizadas pelo trabalhador (professor) (AZEVEDO, 2020).

Observa-se, então, que a noção de Situação Didática Profissional (SDP), deriva-se e influencia-se da de Situação Didática, diferenciando-se uma da outra, pelo fato desta última direcionar total atenção para a atividade matemática do estudante, ao passo que a primeira, é orientada ao papel do professor, no âmbito da sala de aula, no posto de trabalho ou no próprio sistema de ensino escolar e institucional (ALVES; CATARINO, 2019). Logo, é importante ressaltar que para a presente pesquisa, no momento da experimentação, serão utilizadas Situações Didática Profissionais (e não Situações Didáticas), uma vez que as primeiras permitem analisar a atividade do trabalho do professor (de Matemática), com foco nas suas experiências profissionais (atividade), visando seu desenvolvimento e aquisição de competências profissionais.

3 ANÁLISES PRELIMINARES

Apresenta-se, a seguir, as análises preliminares, pertinentes à apreciação da EDF, visando, de acordo com Carneiro (2005), esclarecer o impacto do ensino tradicional; as concepções dos alunos; e as dificuldades e entraves que marcam o desenvolvimento das concepções, no processo de ensino e aprendizagem de determinado conhecimento. Cabe destacar que, em especial, neste trabalho, esta etapa será restrita às dimensões epistemológicas e didáticas.

Em relação à análise epistemológica, associada às características do saber em jogo (CARNEIRO, 2005), elaborou-se um breve esboço, que mostra o desenvolvimento histórico do ensino da Geometria, bem como sua inserção, no contexto do ensino de Matemática no Brasil, considerando sua relevância e seus obstáculos.

Quanto à análise didática, associada às características do funcionamento do sistema de ensino (CARNEIRO, 2005), realizou-se: uma análise de trabalhos (dissertações e teses) que apresentassem similaridade e pudessem contribuir com esta pesquisa, relacionando-os com o tema abordado; uma análise do tratamento e da apresentação da Geometria plana/espacial nos livros didáticos, adotados pelas escolas participantes; uma análise das orientações curriculares oficiais relacionadas ao ensino da Geometria; uma abordagem acerca da formação dos professores em ensino da Geometria; e, por fim, na busca de verificar as particularidades dos professores pesquisados, bem como suas concepções pragmáticas, elaborou-se um questionário (conforme modelo apresentado no apêndice A), a ser aplicado durante o processo formativo; e a observação de uma aula de cada um deles.

3.1 Desenvolvimento histórico do ensino de Geometria no Brasil: obstáculos e lacunas

A grande influência no desenvolvimento da Geometria, como ciência, foi estabelecida a partir da civilização grega, com o tratado de Euclides, que a tornou referência para a estruturação racional das diversas áreas de conhecimento. Assim, durante séculos, a Geometria foi considerada uma das disciplinas mais importantes para a aprendizagem dos estudantes, sendo deflagrada, a partir do século XIX, uma espécie de redescoberta da Geometria, como uma parte viva da Matemática, na qual se buscaram aplicações geométricas para áreas como arquitetura, engenharia, física, pedagogia, dentre outras (BOYER; MERZBACH, 2011).

Tratando-se da importância da Geometria, Lorenzato (1995, p. 5) afirma que “sem conhecer Geometria a leitura interpretativa do mundo torna-se incompleta, a comunicação das

ideias fica reduzida e a visão da Matemática torna-se distorcida”. Pesquisas indicam que a aprendizagem nesta área é importante no desenvolvimento escolar, uma vez que várias situações exigem da criança percepção espacial, tanto em Matemática como na leitura e escrita (LORENZATO, 1995). Além disso, devido à modernização de computadores e *softwares*, nas últimas décadas, Avenia e Restrepo (2012), observam um importante papel que a visualização geométrica passou a desempenhar no processo de ensino e aprendizagem da Matemática, contribuindo no desenvolvimento de outras atividades cognitivas como, por exemplo, o raciocínio dedutivo, a argumentação e a modelagem. De fato:

Ao visualizar objetos geométricos, o indivíduo passa a ter controle sobre o conjunto das operações mentais básicas exigidas no trato da Geometria. Alguns exemplos destes tipos de operação são apresentados a seguir: identificar uma determinada figura plana, isolando-a dos demais elementos de um desenho; reconhecer que algumas propriedades de um objeto (real ou imagem mental) são independentes de características físicas como tamanho, cor e textura; identificar um objeto ou um desenho quando apresentado em diferentes posições; produzir imagens mentais de um objeto e visualizar suas transformações e movimentos; relacionar um objeto a uma representação gráfica ou a uma imagem mental dele mesmo; relacionar vários objetos, representações gráficas ou imagens mentais entre si; comparar vários objetos, suas representações gráficas ou suas imagens mentais para identificar semelhanças e diferenças entre eles (KALLEF, 2003, p. 16).

Conforme Duval (1998) *apud* Avenia e Restrepo (2012), o processo de ensino e aprendizagem da Geometria, contempla pelo menos três atividades cognitivas: a construção (que se refere ao desenho de configurações, mediadas por instrumentos geométricos); o raciocínio (relacionado aos processos discursivos e de visualização) e a visualização (permitindo ilustrações de proposições e a exploração heurística de situações complexas).

Podemos notar, então, que o ensino geométrico desempenha um importante papel na evolução do conhecimento matemático, bem como na compreensão do mundo ao nosso redor, apresentando-se como um campo profícuo no desenvolvimento da capacidade de abstrair, generalizar, projetar e transcender o que é imediatamente sensível, proporcionando assim, condições para que níveis consecutivos de abstração possam ser atingidos (PAVANELLO, 2004).

No início do século XX, o Brasil era um país essencialmente agrícola e grande parte da sua população era analfabeta, o que resultou na limitação de um ensino basicamente utilitarista, onde, os conteúdos geométricos, eram praticamente desprezados, reduzidos ao conteúdo de Geometria métrica e cálculo de áreas e volumes (SANTOS; NACARATO, 2014). Assim, por muitos anos, este ensino ocorreu de forma deficiente e incompleta. Além disso, Davis (1993)

apud Avenia e Restrepo (2012) observa a ocorrência, até meados do século XX, de um crescente processo de “desvisualização” ou “despacialização” da Geometria, contribuindo, assim, para acentuar o obstáculo no desenvolvimento da Matemática.

De acordo com Santos e Nacarato (2014), até 1960, a abordagem geométrica nas escolas, se baseava na Geometria Euclidiana, privilegiando o modo lógico-dedutivo. Entre as décadas de 70 e 80, este ensino foi influenciado pelo Movimento da Matemática Moderna (MMM), no Brasil, no qual se almejava aproximar a Matemática, ensinada na escola, da ensinada na Universidade, instituindo, assim, uma profunda transformação no ensino da Matemática, marcada pela ênfase na linguagem e por uma algebrização da Geometria, na perspectiva das transformações. Tal proposta acabou tanto por eliminar o modelo de ensino, antes adotado, como por fazer com que os professores, por não dominarem tal assunto, deixassem de ensinar a Geometria, sob qualquer enfoque (PAVANELLO, 1993).

Para acentuar mais ainda as atribuições do ensino da Geometria, à época, os livros didáticos traziam o conteúdo geométrico como “um conjunto de definições, propriedades, nomes e fórmulas, desligado de quaisquer aplicações ou explicações de natureza histórica ou lógica; noutros a Geometria é reduzida a meia dúzia de formas banais do mundo físico” (LORENZATO, 1995, p. 4). Ainda, conforme o autor, tal conteúdo, sempre era apresentado em seus tópicos finais, tanto em livros como nas propostas curriculares, contribuindo mais ainda para que a disciplina não viesse a ser abordada durante o ano letivo, devido à falta de tempo, tornando seu ensino cada vez mais esquecido por muitas escolas. Outro fator agravante era a limitação, ou ausência total da disciplina, no currículo dos cursos de formação de professores, acarretando um ensino deficitário, diante de uma formação incompleta (LORENZATO, 1995). A promulgação da Lei 5692/71, também teve influência em tal situação, pois, entre outras medidas, ela concedia às escolas públicas a autonomia, quanto à deliberação, sobre os planejamentos das diferentes disciplinas, permitindo, assim, que muitos professores de Matemática, ao sentirem-se inseguros para lecionar a Geometria, excluíssem este tema dos seus planejamentos de ensino (PAVANELLO, 1993).

Santos e Nacarato (2014) exprimem que as lacunas no ensino geométrico vêm se arrastando até os dias atuais. Mesmo com mudanças nos livros didáticos, ainda há insegurança para se ensinar a Geometria. Um dos motivos se aplica à falta de conhecimento profundo, por parte dos professores, das propostas de ensino, emitidas pelos documentos normativos e pelos livros didáticos, como explicitado a seguir:

Muitas vezes, os professores ignoram as propostas curriculares oficiais e sua prática pedagógica, em geral, não se identifica com os conteúdos e orientações metodológicas de tais propostas. Isso não ocorre porque, tais professores estejam em desacordo com elas, mas porque não tiveram oportunidade de analisá-las ou sequer conhecê-las. O professor, em geral, toma como referência para suas aulas um único livro didático, sem ter oportunidade de conhecer e analisar a proposta do autor, suas concepções de Matemática e de ensino (FONSECA *et al.*, 2011, p. 18-19).

Em contrapartida, Gabriel (2017) conclui que esta situação de abandono do ensino da Geometria, não está mais presente nos dias atuais, uma vez que seus conteúdos estão presentes nas escolas brasileiras e suas práticas pedagógicas ganham cada vez mais espaço com professores e pesquisadores. No entanto, tal disciplina ainda exige uma atenção especial para com a aprendizagem dos alunos, material didático e formação de professores.

3.2 Análise de trabalhos acadêmicos relacionados à pesquisa

Com o intuito de localizar trabalhos acadêmicos similares a esta pesquisa, e assim, empreender uma breve discussão, sobre as principais contribuições, trazidas por cada um deles, realizou-se uma busca no banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e no *Google Acadêmico*. Neste levantamento, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “Geometria”; “Formação de professores”; “Engenharia Didática”, “Teoria das Situações Didáticas” e “Didática Profissional”.

Em um primeiro momento, foram encontrados 42 trabalhos, sendo cinco teses de Doutorado e 37 dissertações de Mestrado (13 em programas de Mestrado profissional e 24 em programas de Mestrado acadêmico). Em um segundo momento, realizou-se a leitura dos resumos, buscando identificar a presença central de um ou mais descritores desta pesquisa. Após estes momentos, já descartados alguns trabalhos, por não haver relação com os descritores acima, realizou-se uma análise mais aprimorada, através da leitura dos objetivos e pergunta norteadora (problemática), e que, de preferência, fizessem menção ao uso do *software* GeoGebra, como recurso tecnológico educacional.

Desta forma, foram encontrados os seguintes trabalhos, de acordo com o quadro a seguir:

Quadro 5 – Relação de trabalhos acadêmicos relacionados com a pesquisa.

TÍTULO	AUTOR(A)/ANO	TIPO
Situações Didáticas Profissionais (SDP): Uma perspectiva de complementaridade entre a Teoria das Situações e a Didática	Italândia Ferreira de Azevedo (2020)	DISSERTAÇÃO

Profissional no contexto das Olimpíadas de Matemática.		
Didática Profissional (DP) na formação inicial dos professores de Matemática: na construção dos conjuntos numéricos.	Georgyana Gomes Cidrão (2020)	DISSERTAÇÃO
Uma Engenharia Didática para aprendizagem de Geometria Analítica no Ensino Médio.	Alessandra Lisboa da Silva (2020)	TESE
Contributos de uma sequência didática para o ensino de quadriláteros: compreensões a partir da Teoria das Situações Didáticas.	Luciano Soares Gabriel (2017)	DISSERTAÇÃO
A Engenharia Didática como referencial para a ação pedagógica reflexiva: O caso da área de figuras planas irregulares com o GeoGebra.	Joel Silva de Oliveira (2017)	DISSERTAÇÃO
Olimpíadas de Matemática: concepção e descrição de “situações olímpicas” com o recurso do <i>software</i> GeoGebra.	Cícera Carla do Nascimento Oliveira (2016)	DISSERTAÇÃO
A prática docente e sua influência na construção de conceitos geométricos: um estudo sobre o ensino e a aprendizagem da Simetria Ortogonal.	Cleusiane Vieira Silva (2015)	TESE
Situações didáticas no ensino de Geometria com o aplicativo GeoGebra.	Leandro Ramiro (2014)	DISSERTAÇÃO
Os professores de Matemática e a Geometria: opiniões sobre a área e seu ensino.	Eliane Portaloni Crescenti (2005)	TESE

Fonte: Elaboração da autora (2021).

Azevedo (2020) traz em seu trabalho, uma abordagem sobre a utilização de problemas de sequências numéricas, direcionados às olimpíadas de Matemática, em especial à Olimpíada Brasileira de Matemática de Escolas Públicas (OBMEP), como arrimo para a formação de alunos, do curso de Licenciatura em Matemática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) (campus Fortaleza). Na ocasião, a autora sustentou-se na EDF, enquanto metodologia de pesquisa, e na TSD, em complementaridade com a DP, como fundamentação teórica, visando investigar os princípios da aprendizagem do saber do professor de Matemática, sobretudo, a que ocorre durante a formação, considerando-se sua competência profissional. O objetivo geral foi o de analisar Situações Didáticas Profissionais, concebidas a partir de Situações Didáticas Olímpicas, com o aporte da TSD e DP, para formação inicial do professor de Matemática, perante a resolução de problemas olímpicos. Durante a fase de

experimentação (4ª fase da EDF), realizou-se um curso de formação, dividido em quatro encontros, onde foram aplicados aos cinco participantes da pesquisa, os problemas de olimpíadas, selecionados pela pesquisadora, visando identificar o desenvolvimento profissional destes sujeitos, mediante situações desafiadoras e complexas. A resolução de tais problemas contou com o apoio do *software* GeoGebra, destacando, assim, a utilização de recursos tecnológicos que contribuam para uma aprendizagem significativa e atrativa em sala de aula. A autora concluiu afirmando que tal investigação favoreceu estimular os futuros professores de Matemática a inserirem, em sua prática docente, o uso de problemas olímpicos, valorizando assim, o emprego do raciocínio e a busca por novos conhecimentos, diante de tais problemas. Além disso, foi possível identificar os conhecimentos epistêmicos e pragmáticos dos envolvidos, por meio da aplicação das Situações Didáticas, nas quais possibilitaram que os participantes refletissem suas ações docentes, diante de situações inovadoras e complexas, envolvidas no fenômeno da sala de aula. Portanto, este trabalho trouxe grande contribuição ao desenvolvimento da presente pesquisa, uma vez que aborda temas centrais, discutidos aqui, como a utilização da EDF, enquanto metodologia de pesquisa; a construção de Situações Didáticas, embasadas pela TSD; a utilização do *software* GeoGebra, na resolução das situações-problema; e a análise das ações docentes, mediante tais situações.

O trabalho de Cidrão (2020) desenvolve uma análise, do campo de trabalho, na formação inicial do professor de Matemática, à luz da Didática Profissional. A metodologia de pesquisa utilizada também foi a Engenharia Didática de Formação. A Teoria das Situações Didáticas foi utilizada como teoria de ensino, servindo de apoio à metodologia da pesquisa. Logo, o trabalho se deu através das quatro fases da EDF, onde foram realizadas as seguintes ações: análise do trabalho, sobre a construção axiomática dos números; coleta de dados, onde foram previstos os obstáculos cognitivos dos participantes da pesquisa; e construção de uma sequência didática de ensino, com base nas quatro fases da TSD (ação, formulação, validação e institucionalização). A aplicação da pesquisa foi dividida em cinco encontros, de 60 minutos cada, sendo ocorrida no curso de Licenciatura em Matemática do IFCE (campus Fortaleza), com a presença de quatro alunos, do oitavo semestre letivo 2019.1, que cursavam a disciplina opcional Fundamentos de Análise e Cálculo. A coleta de dados, que foi realizada através de uma entrevista semiestruturada, foi analisada por meio dos pressupostos da Didática Profissional. A autora constatou que, por meio dos obstáculos didáticos, encontrados na pesquisa, a formação inicial do professor de Matemática e a construção axiomática dos números é relevante para a superação dos problemas, recorrentes à aprendizagem do objeto matemático, vinculado à competência profissional. Devido à escassez de teses e dissertações nacionais, a

respeito da Didática Profissional, este trabalho mostrou-se de fundamental importância, por trazer ricas informações sobre este tema, enfatizando o desenvolvimento histórico e metodológico desta vertente, além de trazer grandes contribuições teóricas, acerca da TSD e EDF. Além disso, tanto o trabalho de Azevedo (2020) como o de Cidrão (2020), ao colocar em perspectiva a formação inicial (tendo, como público alvo, estudantes do curso de licenciatura em Matemática), abre caminhos para ampliar a investigação para professores que já possuem certa bagagem de experiência, em seus próprios locais de trabalho, por meio de uma formação continuada em serviço.

O trabalho de Silva (2019) buscou analisar os resultados de uma sequência didática, construída por meio de um jogo colaborativo, de Geometria analítica, nos processos de aprendizagem, do estudo do ponto e da reta, para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, de uma escola pública do Distrito Federal. A pesquisa, de natureza qualitativa, teve influência dos pressupostos da Teoria das Situações Didáticas, bem como da Engenharia Didática, como metodologia de pesquisa. Os resultados obtidos sinalizaram que o desenvolvimento de sequências didáticas contextualizadas, aliadas às atividades ludo-didáticas e utilização de materiais concretos, permitiu estimular a aprendizagem colaborativa, possibilitando discussões entre os alunos, favorecendo a autonomia intelectual e a aprendizagem do estudo do ponto e da reta. Além disso, o presente trabalho indicou que a Engenharia Didática trouxe importantes recursos para a organização didática e análises do processo de fixação, ampliação e aprofundamento de conceitos matemáticos. Apesar de o trabalho abordar a Engenharia Didática Clássica, por conta de o seu público-alvo ser composto por discentes (e não docentes), ele abrange um importante aporte teórico à produção desta pesquisa, como as discussões realizadas acerca do ensino de Geometria no Brasil (em consonância com os pressupostos da BNCC); e o desenvolvimento de sequências didáticas, sob as fases da TSD, com o apoio de outras teorias, como a transposição didática e o contrato didático.

Gabriel (2017) efetuou um estudo sobre compreender como uma sequência didática, apoiada na TSD, pode contribuir para o ensino da Geometria, em particular, o ensino de quadriláteros, no Ensino Fundamental II. A pesquisa foi realizada com alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental, de uma escola pública do Estado de São Paulo. Na ocasião, o pesquisador exerceu também o papel de professor, durante a investigação, propondo a realização de uma sequência didática sobre o conceito e a classificação dos quadriláteros, e analisando os diálogos dos alunos, as resoluções escritas e suas ações, diante das atividades propostas. Assim, o pesquisador verificou que a interação dos alunos com a sequência de atividades, permitiu uma melhor compreensão dos conceitos e da classificação dos quadriláteros, além de ter

impulsionado o desenvolvimento do raciocínio matemático e geométrico, através da resolução dos problemas, que estimularam a utilização das habilidades de observação, formulação, comunicação, argumentação e validação. As contribuições, advindas do trabalho de Gabriel (2017), para a presente pesquisa, se concentram, principalmente, na discussão que o autor realizou sobre a história do ensino de Geometria no Brasil e sobre as orientações curriculares oficiais, quanto ao conteúdo geométrico na Educação Básica, servindo, assim, de aporte teórico à fase de análises preliminares desta pesquisa. Por fim, o autor optou por não utilizar nenhum tipo de auxílio tecnológico, durante a condução das sequências didáticas, apresentando-se, assim, como um fator a ser inserido e investigado na presente pesquisa.

Oliveira (2017) dividiu sua pesquisa em três momentos, de acordo com as fases da Engenharia Didática, na perspectiva de investigar aspectos, relacionados ao ensino do cálculo de áreas de figuras planas irregulares, que podem ser explorados com o auxílio do GeoGebra. No primeiro momento, nas análises preliminares, o pesquisador aplicou e analisou um questionário, no qual foi possível identificar as variáveis didáticas. A aplicação do questionário ocorreu em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental, composta por 29 alunos, de uma escola localizada no estado da Paraíba. No segundo momento, o autor realizou uma discussão sobre as dificuldades destes alunos, apresentadas no questionário, considerando as variáveis didáticas, identificadas no momento anterior. Por fim, no terceiro momento, nas concepções e análises *a priori*, o pesquisador apresentou uma proposta de atividade, com o intuito de discutir métodos para o processo de ensino e aprendizagem de áreas de figuras planas irregulares, com contornos curvos, com o auxílio do GeoGebra. Ao realizar, sobretudo, uma abordagem sobre a identificação das variáveis didáticas, este trabalho trouxe uma importante contribuição para a fase de concepção e análise *a priori* nesta pesquisa.

Oliveira (2016) analisou as contribuições que a proposta de uma sequência didática, pautada pelas duas primeiras fases da Engenharia Didática (ED), e sob uma visão metodológica, através da TSD, oferece ao ensino de Olimpíadas de Matemática. Para isso, a pesquisadora elaborou Situações Didáticas Olímpicas, compostas por problemas olímpicos, que por sua vez foram selecionados, de acordo com sua acessibilidade ao uso do *software* GeoGebra. Assim, os objetivos do seu trabalho consistiram em: identificar os problemas adequados para uso do GeoGebra; realizar os comandos no GeoGebra para as atividades propostas; e realizar a descrição da Situação Olímpica. Na primeira fase da ED (análise preliminar), a pesquisadora analisou alguns livros e materiais de apoio, específicos para a preparação das olimpíadas de Matemática; dissertações, que também abordaram o tema de olimpíadas de Matemática; e a categoria de erros e obstáculos que os alunos apresentaram. Na segunda fase (análise *a priori*),

foram identificadas as atividades a serem concebidas e aplicadas em sala de aula, bem como a verificação das variáveis didáticas de tais situações. A pesquisadora apresentou duas Situações Didáticas Olímpicas, na parte principal de sua dissertação, e outras oito, apresentadas no apêndice. Todas as SDOs foram pautadas de acordo com as quatro fases da TSD. Assim, estas situações apresentadas, serviram de base e orientação para a seleção e concepção das Situações Didáticas Profissionais da presente pesquisa.

Silva (2015), em sua pesquisa, fez um estudo sobre como um ambiente de ação e reflexão – com o uso de uma sequência didática, sobre a simetria ortogonal – interfere nos saberes docentes dos professores de Matemática do Ensino Fundamental II. A Engenharia Didática apresentou-se na metodologia utilizada no trabalho e a Teoria das Situações Didáticas, como referencial teórico. Embasada pelos pressupostos da TSD, a autora realizou uma investigação, acerca da influência das variáveis didáticas escolhidas nos procedimentos; bem como uma análise da atividade do professor, em busca de compreender como a prática docente é desenvolvida por este profissional, e como esta interfere na aprendizagem dos alunos. Na conclusão de sua pesquisa, a autora constatou que um ambiente de ação e reflexão, desenvolvido na escola, interfere nos saberes docentes dos professores de Matemática, embora tal interferência seja limitada. Este trabalho apresentou-se relevante, sobretudo como apoio à construção do questionário e identificação das variáveis didáticas componentes desta pesquisa.

Ramiro (2014) apresentou uma proposta de desenvolvimento de atividades, relacionadas à Geometria, baseadas na TSD e com o arrimo do GeoGebra, cujo principal objetivo foi de levar o aluno a interagir e desenvolver seu raciocínio, de forma autônoma, na perspectiva de elaborar conjecturas e generalizações, bem como desenvolver a capacidade de justificar resultados, por meio de demonstrações formais. Participou da pesquisa um grupo de quatro professores da Educação Básica, onde se realizou: uma revisão sobre conteúdos, ligados aos movimentos no plano, e necessários ao tema do trabalho (congruências, isometrias, semelhanças e homotetias); e a aplicação de entrevista e questionário, visando saber a opinião dos participantes, em relação às atividades propostas, sua relação com as novas tecnologias e o interesse pela formação continuada, bem como a viabilidade de implementação das atividades propostas. Como o público-alvo foi constituído por professores, este trabalho serviu de referência para a concepção do questionário e das situações-problema que compuseram as SDPs.

Por fim, Crescenti (2005) investigou em sua tese como se desenvolvia o ensino de Geometria, nas escolas de Ensino Fundamental e o que pensavam os professores de Matemática sobre este tema. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas, sendo o procedimento

metodológico, pautado nas narrativas dos nove professores de Matemática participantes. Assim, por meio destas narrativas, a autora observou que existe uma determinada falta de autonomia, bem como um conhecimento deficiente, sobre a relevância da Geometria. A diferença entre os professores experientes e os iniciantes, se revelou por meio de algumas ações, como por exemplo, os professores iniciantes davam maior importância à organização burocrática e apoiavam-se com mais intensidade nos livros didáticos, enquanto os professores mais experientes davam maior ênfase ao ensino da Geometria, embora sua prática se mantivesse mais próxima do ensino tradicional. A autora ainda percebeu que, no geral, os cursos de formação (inicial ou continuada) e a própria escola, não têm dado um apoio significativo às práticas com o ensino da Geometria. Assim, ela concluiu que as narrativas possibilitaram se apropriar com mais intensidade, acerca das práticas dos professores, bem como apontar subsídios que contribuíssem para a melhoria do ensino geométrico. Apesar de não citar diretamente a vertente francesa Didática Profissional, o trabalho de Crescenti (2005) trouxe importantes contribuições, acerca da análise da atividade profissional do professor de Matemática, abordando, especialmente, algumas diferenças entre professores iniciantes e experientes.

3.3 Análise dos conteúdos de Geometria plana/espacial nos livros didáticos adotados nas escolas participantes da pesquisa

O livro didático desempenha um papel importante na prática pedagógica dos professores de Matemática, uma vez que, geralmente, ele é a principal fonte de referência, utilizada no planejamento anual, bem como na preparação de suas aulas e seleção de exemplos e exercícios, promovendo, assim, maior segurança e traçando um caminho lógico na condução destas aulas.

Devido à grande diversidade cultural e diferenças sociais do país, é importante que o professor, mesmo após selecionar, minuciosamente o livro a ser utilizado na escola, realize uma adaptação de seus conteúdos e conceitos, de acordo com a realidade escolar e sua filosofia de ensino. Ao implementar tal adaptação, o docente acaba por realizar uma transposição didática, na qual, como já mencionada, exerce um processo de transformações, transformando o objeto de ensino em saber ensinado.

Nesta seção, portanto, será realizada uma análise da metodologia e contextualização dos livros didáticos adotados nas duas escolas participantes desta pesquisa, acerca da abordagem da Geometria plana/ espacial. Esta análise foi adaptada do roteiro de análise de livro didático, elaborado por Rosa, Ribas e Barazzutti (2012), conforme apresentado abaixo:

Metodologia e contextualização:

Conteúdo a ser analisado: Geometria plana e espacial

O que deverá ser analisado:

- i. A maneira como os conteúdos são introduzidos e desenvolvidos;
- ii. A retomada de conhecimentos prévios (há, não há, de quais, de que forma);
- iii. Tipos de exercícios: mais elaborados? Permitem ao aluno testar diferentes estratégias? Há exercícios de repetição e memorização? Que tipo de exercícios recebe maior ênfase?
- iv. O desenvolvimento do conteúdo e/ou exercícios apresenta inconsistência?
- v. Há incentivo à interação professor-aluno e/ou aluno-aluno nas atividades?
- vi. Há indicação de emprego de outros recursos didáticos?
- vii. Há algum tipo de contextualização com práticas sociais e/ou outros campos do saber?

3.3.1 Livro didático da escola A

O livro utilizado na escola A se chama “Contato Matemática”, 1ª edição, dos autores Joamir Souza e Jacqueline Garcia. O volume 1, trata sobre a Trigonometria no triângulo, apresentada no capítulo nove. O volume 2 apresenta uma abordagem, tanto sobre a Geometria plana como a espacial, por meio dos capítulos seis, sete e oito. Já o volume 3 não será analisado, uma vez que este não traz nenhum conteúdo voltado para a Geometria plana ou espacial. O quadro a seguir mostra os itens abordados em cada um destes capítulos:

Quadro 6 – Descrição dos itens dos capítulos analisados do livro da escola A.

Volume 1
Capítulo 9: Trigonometria no triângulo
Teorema de Tales
Teorema de Pitágoras
Trigonometria no triângulo retângulo
Trigonometria em um triângulo qualquer
Volume 2
Capítulo 6: Área de figuras planas
Estudando áreas de figuras planas
Área de polígonos

Área de polígonos regulares
Razão entre área de figuras planas
Área do círculo
Capítulo 7: Geometria espacial de posição
Estudando Geometria de posição
Posições relativas entre duas retas
Posições relativas entre reta e plano
Posições relativas entre dois planos
Propriedades de paralelismo e perpendicularismo
Projeções ortogonais sobre um plano
Distâncias no espaço
Capítulo 8: Figuras geométricas espaciais
Poliedros
Poliedros convexos e poliedros não convexos
Relação de Euler
Poliedros de Platão
Poliedros regulares
Prismas
Pirâmides
Tronco de pirâmide reta
Não poliedros
Cilindro
Cone
Tronco de cone reto
Esfera

Fonte: SOUZA; GARCIA (2016a, 2016b).

A princípio, verifica-se que os capítulos que trazem o assunto de Geometria plana/espacial, são os últimos, tanto no primeiro (capítulo nove) como no segundo volume (capítulos seis, sete e oito). Este fato mostra que ainda ocorre o problema, mencionado por Pavanello (1993), dos conteúdos geométricos serem abordados apenas nos capítulos finais dos livros didáticos, o que, segundo a autora, acaba por ocasionar uma omissão ou abandono da Geometria.

Cada um destes itens, corresponde a um conceito a ser estudado, onde são apresentadas atividades resolvidas e atividades propostas, após cada conceituação realizada, enfatizando-se que estas atividades, desempenham o papel de exemplificar os conceitos revelados e ilustrar como estes são desenvolvidos.

Em consonância com a orientação da BNCC, de conduzir o conhecimento curricular, comprometido com a “formação e o desenvolvimento humano global, em suas dimensões intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica” (BRASIL, 2017, p. 16), o capítulo nove, do volume 1, inicia o conteúdo de Trigonometria no triângulo, apresentando uma aplicação matemática, em um cenário, voltado à cidadania, associando o conteúdo à inclinação das rampas de acesso a locais públicos. Já nos capítulos finais, do volume 2, os autores fazem uma introdução do tema, relacionando-o com conceitos de ilusão de óptica e estruturas moleculares, apresentando-se, desta maneira, em conformidade com a primeira competência específica¹⁵ de Matemática da BNCC.

Além da abordagem conceitual e a proposta de atividades, o livro procura apresentar a demonstração dos conceitos presentes, como o Teorema de Tales, o de Pitágoras e a Lei dos senos, por exemplo. No capítulo 6, do volume 2, o livro apresenta a demonstração da área das figuras planas, como a do losango, trapézio e triângulo, a partir da percepção visual, transformando tais figuras em paralelogramos e, assim, a partir da fórmula *base x altura*, deduz as demais fórmulas. Tais demonstrações podem propiciar ao professor a realizar uma associação da demonstração algébrica com o modelo computacional, por meio do *software* GeoGebra. Esta proposta da utilização do GeoGebra, é apresentado no próprio livro, após a conclusão dos capítulos, onde os autores expõem algumas possibilidades de utilização do computador, na abordagem de temas matemáticos. No entanto, apesar de citarem, em algumas ocasiões, o uso do GeoGebra, os conteúdos de Trigonometria no triângulo, Geometria plana e espacial não são contemplados dentre estas possibilidades. O mesmo ocorre com os capítulos seis, sete e oito, do volume 2, onde traz uma abordagem mais completa, em relação à Geometria plana e espacial. As demonstrações das áreas das figuras planas se mostram claras e compreensivas, bem como as das figuras geométricas espaciais, podendo ser também, exploradas no GeoGebra.

¹⁵ Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.

Apesar de o livro apresentar as fórmulas presentes em cada conteúdo, seguidas de suas respectivas demonstrações, de forma clara e objetiva, é importante que o professor seja cauteloso nesse quesito, uma vez que, sempre que possível, é necessário fazer com que o aluno se desprenda da exclusividade de aplicação de fórmulas prontas, devendo o professor capacitá-los a realizar suas próprias conclusões e descobertas.

Em relação às atividades apresentadas, os volumes 1 e 2 procuram agregar relações com outros conteúdos geométricos, tais como a área e o perímetro de figuras planas; razão e porcentagem. Os exercícios são, em geral, bem elaborados e não repetitivos. No entanto, apesar de existir uma quantidade razoável de atividades propostas, para cada seção, nenhuma delas propicia o emprego de diferentes estratégias, pois as questões já indicam, mesmo que implicitamente, qual o modelo matemático deve ser utilizado. Além disso, observou-se a inexistência de um incentivo ao emprego de outros recursos didáticos e/ou tecnológicos e da interação professor-aluno e/ou aluno-aluno nestas atividades. Estes incentivos, por sinal, tanto são recomendados pela BNCC, quanto se apresentam como elementos centrais neste estudo.

Outro fator não abordado, nos dois volumes do livro, foi a retomada de conhecimentos prévios, uma vez que não se localizou uma relação do conteúdo específico, com os conhecimentos prévios, do cotidiano do aluno. Tais conhecimentos, como já comentado, apresentam-se com grande importância, em vários temas aqui presentes, tais como no contrato didático, nas fases dialéticas da TSD e na manifestação dos erros e identificação dos obstáculos.

Em alguns momentos, a história esteve presente durante a exposição do conteúdo, fazendo referência aos métodos matemáticos empregados antigamente como, por exemplo: o cálculo da altura de uma pirâmide, por meio de medições de sombras, realizado por Tales de Mileto; as medições da terra, por meio de cordas, realizadas pelos antigos agrimensores egípcios; e como os egípcios obtinham a fórmula para calcular a área do círculo. Por fim, o desenvolvimento do conteúdo não apresenta inconsistência, seguindo um padrão coerente com o tema abordado.

A seguir, será realizada a análise do livro adotado na escola B.

3.3.2 Livro didático da escola B

O livro “Matemática Paiva”, 2ª edição, do autor Manoel Paiva, utilizado na escola B, se divide em três volumes: 1 (15 capítulos), 2 (12 capítulos) e 3 (10 capítulos). Em relação aos conteúdos geométricos abordados, o volume 1 trata sobre a Geometria plana, no capítulo 10; e Trigonometria no triângulo retângulo, no capítulo 12. O volume 2 também aborda a

Trigonometria no triângulo retângulo, no capítulo 2; além de tratar sobre a Geometria de posição, no capítulo 10 e Geometria métrica: poliedros e corpos redondos, nos capítulos 11 e 12. O volume 3, por sua vez, não traz nenhum conteúdo voltado para Geometria plana ou espacial. O quadro a seguir mostra os itens abordados em cada um destes capítulos:

Quadro 7 – Descrição dos itens dos capítulos analisados do livro da escola B.

Volume 1 – Capítulo 10: Geometria plana
Polígonos
Teorema de Tales e semelhança de figuras
Circunferência e círculo
Cálculo de áreas
Volume 1 – Capítulo 12: Trigonometria no triângulo retângulo
Estudo na Trigonometria no triângulo retângulo
Transformações trigonométricas
Volume 2 – Capítulo 2: Trigonometria no triângulo retângulo
Estudo na Trigonometria no triângulo retângulo
Transformações trigonométricas
Volume 2 – Capítulo 10: Geometria de posição
Aspectos preliminares da Geometria
Posições relativas entre retas, planos e entre reta e plano
Perpendicularidade
Volume 2 – Capítulo 11: Geometria métrica – poliedros
Ângulos e distâncias
Poliedro
Prisma
Volume de um prisma
Pirâmide
Volume e semelhança de pirâmides
Volume 2 – Capítulo 12: Geometria métrica – corpos redondos
Cilindro circular
Cone circular
Esfera
Inscrição e circunscrição de uma esfera em um sólido

Fonte: PAIVA (2015).

Apesar de alguns capítulos que trazem o assunto de Geometria plana/espacial estarem intercalados com os demais, ainda se observa, no geral, os conteúdos geométricos expostos apenas no final do livro.

Em conformidade com a indicação da BNCC, de considerar as vivências cotidianas dos alunos, os capítulos 12 (volume 1) e 2 (volume 2) iniciam-se informando sobre a utilização do cálculo de medidas de ângulos e distâncias em diversas profissões, como por exemplo, no cálculo da largura de um rio para o projeto de construção de uma ponte (PAIVA, 2015a, 2015b). O autor ainda menciona, no capítulo 10, do volume 2, sobre a variedade de formas, presentes na natureza, e faz uma correlação dos troncos de uma árvore, com a figura do cilindro (capítulo 12).

As demonstrações de teoremas e fórmulas estão presentes, podendo também ser exploradas juntas ao GeoGebra. Além disso, os elementos e propriedades das figuras estão explícitos em todo o conteúdo analisado. Aqui, mais uma vez, é importante ressaltar sobre a necessidade de o professor fazer com que o aluno não fique dependente de fórmulas e algoritmos, e sim instigá-los a traçarem seus próprios caminhos e deduções.

Diferente do anterior, o referido livro não apresenta nenhum tipo de abordagem histórica, no desenvolvimento dos conceitos geométricos presentes.

Existe uma variedade de atividades propostas, ordenadas por níveis de dificuldades, e intercaladas entre exercícios de repetição e memorização e outros, do tipo mais elaborado. No entanto, igualmente como ocorre no primeiro livro, tais itens não proporcionam muita oportunidade para o aluno traçar diferentes estratégias pois, em geral, as questões acabam por instigar o aluno a utilizar a fórmula ou o algoritmo necessário para cada item.

Como ocorre no livro anterior, a retomada de conhecimentos prévios e a recomendação da interação professor-aluno e/ou aluno-aluno, também foram elementos não identificados neste exemplar. No mais, a explanação do livro, como um todo, deu-se de forma esclarecedora, não vindo a apresentar inconsistência em seus conteúdos.

3.4 Orientações curriculares oficiais relacionadas ao ensino de Geometria no Brasil

É sabido que a atuação docente é pautada em vários documentos e orientações que, ao passo que mantêm a trajetória da atividade profissional, envolta a vários desafios, contribuem para a melhoria no ensino. Assim, é importante abordar nesta seção, acerca de algumas

orientações, presentes nos documentos brasileiros oficiais, que estão ligadas diretamente ao ensino da Geometria no Ensino Médio.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) foram criadas em 1998 e atualizadas em 2010 e dizem respeito às:

Normas obrigatórias para a Educação Básica, debatidas e concebidas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), conforme está na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996 [...]. Em linhas gerais, o objetivo do documento é orientar o planejamento curricular de redes e unidades de ensino, de modo a estabelecer uma direção para os currículos mínimos, levando em consideração a autonomia da proposta pedagógica das escolas. Dessa forma, cada unidade de ensino deve montar sua proposta curricular de acordo com o público que atende e usando as competências fundamentais e as diferentes áreas do conhecimento dadas pelas diretrizes (MANDELLI, 2012, p. 01 *apud* GABRIEL, 2017, p. 33).

Por ser um documento que estabelece normas e direções para práticas pedagógicas na Educação Básica, as DCNs não contemplam a seleção e organização do currículo escolar, limitando-se a enfatizar apenas acerca do ensino da Matemática, como componente curricular obrigatório.

Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apresentam-se como um conjunto de documentos oficiais, trazendo uma maior especificidade às perspectivas de aprendizagem de cada disciplina:

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) são diretrizes concebidas pelo Governo Federal, divididas por disciplinas, que servem como referência e como base para municípios e Estados construírem seus currículos, demonstrando, portanto, o que os professores devem ensinar. Os PCNs não têm caráter legal e não eram obrigatórios, mas foram amplamente adotados pelas redes públicas e particulares. Por serem referenciais curriculares de cada disciplina da Educação Básica, eles são muito mais específicos que as diretrizes e objetivam criar uma base curricular nacional comum, auxiliando na elaboração e na revisão das propostas curriculares das unidades de ensino. Dessa forma, independentemente da condição socioeconômica e localização da escola, garantir-se-ia que os estudantes brasileiros tivessem um acesso igualitário ao conhecimento. Além de propor os conteúdos a serem transmitidos nas mais diferentes áreas do conhecimento, os PCNs também oferecem práticas de organização dos conhecimentos, modos de abordagem dos conteúdos e exemplos de comportamentos a serem seguidos pelos professores nas mais diferentes circunstâncias. Ou seja, também servem para ajudar as equipes de profissionais da Educação de forma geral. Outra ideia é que os PCNs também servissem como orientadores para a formação docente (MANDELLI, 2012, p. 01 *apud* GABRIEL, 2017, p. 34).

Apesar da sua não obrigatoriedade, várias instituições de ensino já utilizaram os PCNs, como parâmetro para planejar ações educacionais e auxiliar no desenvolvimento do trabalho

dos professores, além de serem adotados pelas editoras de livros didáticos, como referência para suas obras (GABRIEL, 2017).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) foram lançados em 1998 e reestruturados em 2002, através das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ Ensino Médio). Dentre os objetivos do PCNEM, para o ensino da Matemática no Ensino Médio, destaca-se o uso do tratamento de situações-problema, preferencialmente voltadas ao cotidiano:

A seleção das atividades a serem propostas deve garantir espaço para a diversidade de opiniões, de ritmos de aprendizagem e outras diferenças pessoais. O aspecto desafiador das atividades deve estar presente todo o tempo, permitindo o engajamento e a continuidade desses alunos no processo de aprender. Nesse sentido, a postura do professor de problematizar e permitir que os alunos pensem por si mesmos, errando e persistindo, é determinante para o desenvolvimento das competências juntamente com a aprendizagem dos conteúdos específicos (BRASIL, 2002, p. 129).

O excerto acima vai ao encontro do que preconiza a Teoria das Situações Didáticas, ao privilegiar a aplicação de situações-problema, que exijam do professor, a habilidade de construí-las, estimulando, no aluno, a capacidade de agir e raciocinar por conta própria, sem a interferência docente. Ainda em consonância com a TSD, tais orientações afirmam que:

Um importante recurso para o desenvolvimento das competências é o trabalho em grupo. Apesar de rejeitado por muitos, sob alegação de que os alunos fazem muito barulho e não sabem trabalhar coletivamente, essa modalidade de trabalho é valiosa para várias das competências que se deseja desenvolver (BRASIL, 2002, p. 129).

Ao priorizar o trabalho coletivo em sala de aula, o trecho acima vai mais uma vez ao encontro das dialéticas da TSD, que enfatiza o emprego da atividade em grupo, na fase seguinte à situação de ação.

No que diz respeito à Geometria no Ensino Médio, os PCNEM recomendam que deve ser contemplado, além do ensino das propriedades métricas (cálculos de distâncias, áreas e volumes):

[...] O estudo de propriedades de posições relativas de objetos geométricos; relações entre figuras espaciais e planas em sólidos geométricos; propriedades de congruência e semelhança de figuras planas e espaciais; análise de diferentes representações das figuras planas e espaciais, tais como desenho, planificações e construções com instrumentos (BRASIL, 2002, p. 123).

A preocupação com a Geometria é enfatizada neste, e em outros trechos dos PCNEM e PCN+ Ensino Médio, e tem levado muitos professores e pesquisadores a se dedicarem cada vez

mais “à reflexão, elaboração, implementação e avaliação de alternativas para seu ensino” (GABRIEL, 2017, p. 36). Esta grande atenção, também se faz presente na BNCC, que a considera como parte relevante do ensino da Matemática:

A Geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento. Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos. Esse pensamento é necessário para investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes (BRASIL, 2017, p.269).

Neste sentido, a BNCC enfatiza, desde os anos iniciais, a necessidade de uma aproximação da Álgebra com a Geometria, priorizando o desenvolvimento do raciocínio hipotético-dedutivo e o desprendimento da ideia de reduzir a Geometria a uma “mera aplicação de fórmulas de cálculo de área e de volume nem a aplicações numéricas imediatas de teoremas sobre relações de proporcionalidade em situações relativas a feixes de retas paralelas cortadas por retas secantes ou do teorema de Pitágoras” (BRASIL, 2017, p. 272). O documento ainda ressalta a necessidade de unificar o pensamento algébrico e geométrico, bem como a ideia de interdisciplinaridade, a fim de desenvolver, nos alunos, habilidades de interpretações e representações, visto que, dentre as competências específicas da Matemática, está a necessidade de se trabalhar com diferentes registros de representações matemáticas, inclusive os algébricos e geométricos, na busca de solução e comunicação de resultados de problemas (SILVA, 2019).

Por ser o documento normativo oficial em vigência, a seguir apresenta-se uma explanação mais detalhada sobre a BNCC.

3.4.1 Base Nacional Comum Curricular

Resultado de um intenso processo de discussão e negociação, iniciado em 2014, com diferentes sujeitos, envolvidos no campo educacional, e com a sociedade brasileira, a BNCC é tida como:

[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2017, p. 7).

Desta forma, ela expressa os direitos de aprendizagens essenciais, por meio de dez competências gerais¹⁶ – inter-relacionadas no tratamento didático, proposto para as três etapas (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio) – que orienta os rumos da Educação Básica no país, apresentando conteúdos e saberes necessários, para cada ano e segmento.

Em relação ao Ensino Médio, a BNCC contempla um conjunto de pares de ideias, fundamentais e relevantes, para o desenvolvimento do pensamento matemático, que realizam conexão entre os campos da Aritmética, Álgebra, Geometria, Probabilidade e Estatística, e Grandezas e Medidas. São eles: “variação e constância; certeza e incerteza; movimento e posição; relações e inter-relações” (BRASIL, 2017, p. 520).

No que se refere à Matemática no Ensino Médio, denominada de Matemática e suas Tecnologias, a BNCC propõe a consolidação das aprendizagens essenciais, desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental, trabalhando, de modo mais específico, os conhecimentos, já vistos na etapa anterior, de modo a propiciar aos estudantes, uma visão mais ampla da

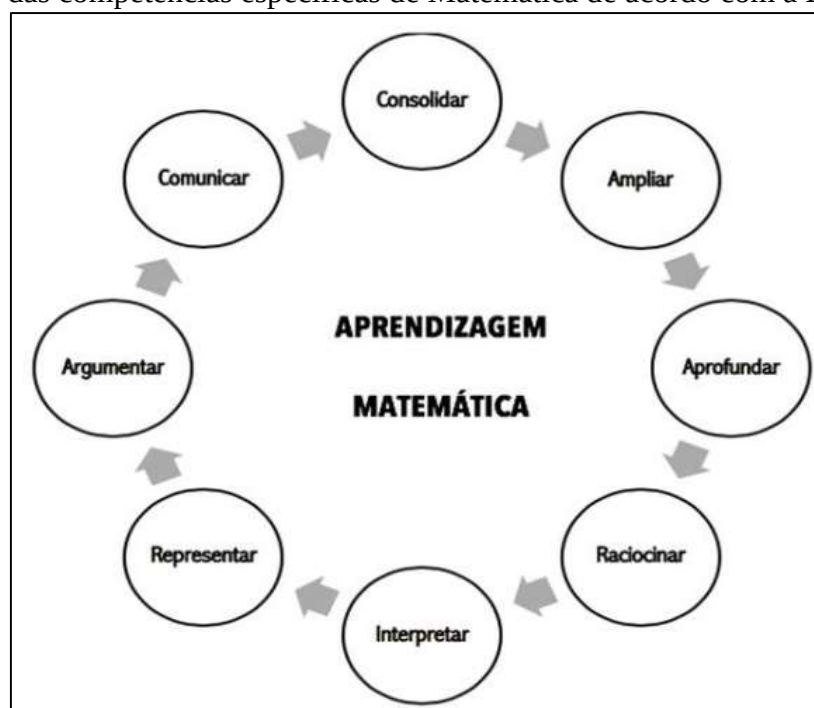
¹⁶ Competências gerais da Educação Básica de acordo com a BNCC:

- 1- Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
- 2- Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
- 3- Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
- 4- Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, Matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
- 5- Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
- 6- Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
- 7- Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
- 8- Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
- 9- Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
- 10- Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários (BRASIL, 2017, p. 9-10).

Matemática, agregando novas aprendizagens, integrando a Matemática com outras áreas do conhecimento, sempre priorizando seu aprofundamento e sua contextualização com a realidade (BRASIL, 2017).

Para tanto, a BNCC determina um conjunto de competências específicas para a Matemática e suas Tecnologias, de tal forma que estas desenvolvam a capacidade de raciocinar, representar, argumentar e comunicar, para que assim, o estudante possa ser capaz de criar conjecturas, elaborar e resolver problemas, de uma forma cada vez mais sofisticada. Para garantir o desenvolvimento dessas competências, cada componente curricular apresenta um conjunto de habilidades, relacionadas a distintos objetos de conhecimento que, por sua vez, são estruturados em unidades temáticas. A figura a seguir apresenta um esquema, que sintetiza as competências específicas de Matemática:

Figura 9 – Síntese das competências específicas de Matemática de acordo com a BNCC.



Fonte: Silva (2019, p. 82).

Conforme a autora, as competências representadas na Figura 9 não possuem, necessariamente, uma ordem preestabelecida. No entanto, em algumas situações, o desenvolvimento de algumas delas pode vir a depender da mobilização de outras. Finalmente, as competências específicas estão representadas no quadro a seguir, juntamente com as habilidades que interessam para este estudo:

Quadro 8 – Competências específicas da área de Matemática e suas Tecnologias e suas devidas habilidades relacionadas à Geometria plana/espacial de acordo com a BNCC.

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
1 - Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.	(EM13MAT105) Utilizar as noções de transformações isométricas (translação, reflexão, rotação e composições destas) e transformações homotéticas para analisar diferentes produções humanas como construções civis, obras de arte, entre outras.
2 - Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.	(EM13MAT201) Propor ações comunitárias, como as voltadas aos locais de moradia dos estudantes dentre outras, envolvendo cálculos das medidas de área, de volume, de capacidade ou de massa, adequados às demandas da região.
3 - Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística –, para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.	(EM13MAT307) Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície (reconfigurações, aproximação por cortes etc.) e deduzir expressões de cálculo para aplicá-las em situações reais, como o remanejamento e a distribuição de plantações, com ou sem apoio de tecnologias digitais. (EM13MAT308) Resolver e elaborar problemas em variados contextos, envolvendo triângulos nos quais se aplicam as relações métricas ou as noções de congruência e semelhança. (EM13MAT309) Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de áreas totais e de volumes de prismas, pirâmides e corpos redondos (cilindro e cone) em situações reais, como o cálculo do gasto de material para forrações ou pinturas de objetos cujos formatos sejam composições dos sólidos estudados.
4 - Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático.	(EM13MAT407) Interpretar e construir vistas ortogonais de uma figura espacial para representar formas tridimensionais por meio de figuras planas.
5 - Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades Matemáticas, empregando recursos e estratégias como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.	(EM13MAT504) Investigar processos de obtenção da medida do volume de prismas, pirâmides, cilindros e cones, incluindo o princípio de Cavalieri, para a obtenção das fórmulas de cálculo da medida do volume dessas figuras. (EM13MAT505) Resolver problemas sobre ladrilhamentos do plano, com ou sem apoio de aplicativos de geometria dinâmica, para conjecturar a respeito dos tipos ou composição de polígonos que podem ser utilizados, generalizando padrões observados. (EM13MAT506) Representar graficamente a variação da área e do perímetro de um polígono regular quando

	os comprimentos de seus lados variam, analisando e classificando as funções envolvidas. (EM13MAT509) Investigar a deformação de ângulos e áreas provocada pelas diferentes projeções usadas em cartografia, como a cilíndrica e a cônica. (EM13MAT512) Investigar propriedades de figuras geométricas, questionando suas conjecturas por meio da busca de contraexemplos, para refutá-las ou reconhecer a necessidade de sua demonstração para validação, como os teoremas relativos aos quadriláteros e triângulos.
--	--

Fonte: BRASIL (2018, p. 524-533).

A competência 1, por exemplo, preconiza a capacidade de analisar diversas situações do cotidiano, favorecendo assim o despertar do senso investigativo.

A competência 2, por sua vez, visa potencializar atividades de investigação, mediante situações, nas quais exigem ações estratégicas e investigativas, para tomada de decisões, mobilizando assim, a apreensão de novos conceitos e procedimentos matemáticos.

A competência 3 propõe aos alunos o desenvolvimento de estratégias, de resolução de problemas, por meio da identificação dos conceitos e procedimentos matemáticos, necessários na formulação matemática do problema. Em seguida, o aluno deve mobilizar seus conhecimentos e habilidades, no intuito de identificar conceitos relevantes ao processo de resolução do problema. Além disso, é necessário que o estudante execute procedimentos, confronte os resultados com o problema original, e comunique a solução aos demais, utilizando-se de uma argumentação coerente. Vale ressaltar, ainda, na contribuição que as tecnologias propiciam a este processo, colocando o aluno como agente ativo deste processo.

Já a competência 4 trata sobre a necessidade de compreender e utilizar diferentes registros de representação de um mesmo objeto matemático, buscando capacitar o aluno a utilizar tais representações, compreendendo as ideias que elas expressam, esperando, assim, que o estudante possa dominar um conjunto de ferramentas que potencialize a capacidade de solucionar problemas, comunicar, argumentar e ampliar a habilidade de raciocinar matematicamente.

Por fim, a competência 5, considera um conjunto de habilidades, relacionadas às capacidades de investigação, formulação de explicações e argumentos, revelados através de experiências práticas, com o uso de materiais concretos, apoio visuais ou tecnologias digitais. Desta forma, o aluno deverá utilizar de contraexemplos, ou argumentos, para refutar ou validar suas investigações. A validação, na ocasião, deverá ser realizada, não somente por meio de argumentos empíricos, mas deve incluir também argumentos mais formais.

Portanto, pelo presente exposto, é possível perceber que a proposta trazida nas competências específicas para o ensino da Matemática, vai ao encontro de alguns pressupostos da TSD, tais como o ato de interpretar e investigar situações; e o desenvolvimento de estratégias, que despertem a autonomia do aluno e a mobilização de seus conhecimentos e habilidades.

3.5 Formação docente para o ensino de Geometria

De acordo com Fonseca *et al.* (2011), é comum os professores sentirem insegurança ao lecionar a Geometria em sala de aula, principalmente por não saberem o que, como, e nem por quê fazer, acabando por não trabalhar a disciplina ou a deixando para segundo plano. Esta deficiência se reflete, desde a sua formação escolar básica (por também não terem tido maior contato com a Geometria), uma vez que “os saberes docentes são adquiridos pelos professores desde antes de sua formação profissional, quando ainda são alunos da escolaridade básica ou mesmo do curso de formação profissional” (CRESCENTI, 2005, p. 46). Pavanello (2004) complementa ao mencionar que, mesmo nos cursos superiores de Matemática, são notórias as dificuldades, por parte dos alunos, na compreensão dos processos de demonstração e aplicação, e na utilização da representação geométrica para a percepção de conceitos matemáticos. Portanto, é importante um olhar atento à formação inicial destes futuros profissionais, uma vez que estes estudantes, tendem a repetir os mesmos conceitos, adquiridos ao longo de sua formação, inclusive os equivocados e, estas ideias, estabilizam-se e tornam-se resistentes às mudanças, no decorrer de sua trajetória educativa, seja como indivíduo, ou como professor, ocasionando assim um obstáculo epistemológico na sua formação inicial.

Pavanello (2004) comenta que é visível a inquietação, por parte dos docentes, em relação às dificuldades e deficiências encontradas nesta área. Tal situação é comprovada pela grande procura destes profissionais por cursos de extensão em Geometria, oferecidos pelas universidades ou por outras instituições. Almouloud *et al.* (2004) revelam que os professores, levados pelos problemas relacionados a essa disciplina, tanto no ensino como na aprendizagem, solicitam, com frequência, cursos de formação continuada, que priorizem reflexões de suas práticas docentes. De acordo com Santos e Nacarato (2014), esta lacuna, na formação docente dos conceitos geométricos, fica mais evidente, em cursos de Pedagogia, pois, pesquisas mostram a falta de atenção que é dada à formação específica, no campo da Matemática, em que muitos desses cursos, sequer apresentam a Geometria em suas emendas. Tal fato, acaba por afetar o processo de ensino e aprendizagem nos anos iniciais, confirmado por Fonseca *et al.*

(2011), ao expor que ainda são pequenas as mudanças na situação de quase ausência do ensino da Geometria, na escolarização primária, o que acaba, impactando em um resultado negativo por toda a trajetória escolar do aluno.

De acordo com Manrique, Silva e Almouloud (2002, p. 1), os principais fatores que acarretam nas dificuldades, encontradas no ensino da Geometria, quanto à formação dos professores, são:

- Possuem uma formação muito precária em geometria;
- Os cursos de formação inicial não integram suficientemente uma reflexão profunda a respeito do ensino de geometria;
- As modalidades de formação contínua não estão ainda atendendo os objetivos em relação à geometria.

Um currículo de Geometria, voltado ao desenvolvimento das habilidades e competências que venham a amenizar tais obstáculos, demanda uma abordagem de conceitos diversificados. Portanto, para promover um ensino de Geometria satisfatório, provocando no aluno a compreensão das relações geométricas, é preciso propiciar ao professor, espaços de discussão e reflexão, para que ele possa vivenciar situações relevantes ao desenvolvimento de competências, habilidades, atitudes e (re) significações de suas concepções.

Dos anseios por mudanças nesse quadro, observa-se uma intensa mobilização nacional, por melhorias, no processo de formação (inicial e continuada) destes profissionais, privilegiando a Geometria, tanto nos conceitos teóricos como práticos. Santos e Nacarato (2014) discutem a importância da formação continuada, para suprir a necessidade dos professores, principalmente no acompanhamento de suas experiências iniciais no ensino de Geometria. Pesquisas neste campo de investigação têm crescido, devido à ampliação dos programas de pós-graduação em Educação e em Ensino de Ciências e Matemática (SANTOS; NACARATO, 2014).

Crescenti (2005), apresenta em sua pesquisa – realizada com nove professores de Matemática, relacionada à formação na licenciatura para ensinar Geometria – suas considerações, nas quais indicam que a maioria dos professores tinha a consciência de não ter tido uma boa aprendizagem de Geometria, nos seus cursos de licenciaturas, e que, alguns destes docentes, informaram ter aprendido os conteúdos geométricos com os próprios colegas e com a prática, no decorrer dos anos. A autora ainda aponta como requisito, para que o ensino de Geometria possa estar presente na sala de aula, de forma efetiva e satisfatória, a necessidade de uma formação básica que “capacite os futuros professores na aquisição do conhecimento geométrico nas disciplinas específicas do curso de licenciatura, para que possam ensiná-los com

segurança [...]” (CRESCENTI, 2005, p. 228). Além da formação básica, a autora enfatiza a importância da formação continuada para o professor, com cursos promovidos pelas instituições de ensino, direcionados à atualização dos seus conhecimentos epistemológicos e metodológicos, atendendo às suas necessidades e interesse, em seu local de trabalho; e, ao mesmo tempo, propiciando a reflexão sobre a prática e a troca entre os pares, com o acesso a bons e atualizados materiais de apoio, visto que, este é um importante instrumento, nas referências para estudos e planejamento docente.

Almeida (2005) aprecia que, no processo de formação, o professor tem a vantagem de vivenciar diferentes papéis, como o de aprendiz; o de observador da ação de outro educador; o de gestor de atividades realizadas em grupo, com seus colegas em formação; e o papel de mediador, junto com outros aprendizes. Nesta ocasião, cada professor em formação, é conduzido a refletir sobre sua ação:

[...] ação esta experimentada durante a formação, recontextualizada na prática do formando e refletida pelo grupo em formação, realimentando a formação, a prática de formandos e formadores e as teorias que a fundamentam. Não se trata de uma formação voltada para atuação no futuro, mas sim de uma formação direcionada pelo presente, tendo como pano de fundo a ação imediata do educador. Procurasse estabelecer uma congruência entre o processo vivido pelo educador formando e sua prática profissional (ALMEIDA, 2005, p. 14).

Por fim, é importante ressaltar que, por mais que a formação continuada, seja primordial para descobrir possibilidades de renovação, melhoria e reflexão das ações docentes – visando, promover a construção e a mobilização de conhecimentos; contribuir para um planejamento adequado; sanar dúvidas; propor atividades que estimulem o ensino dos conteúdos geométricos, contribuindo assim para que o professor adquira uma nova visão para o ensino da Geometria plana/espacial – não é assegurado que este mude suas práticas pedagógicas, se não houver continuidade na proposta de formação.

3.6 Análise do ensino de Geometria realizada com os professores participantes da pesquisa

Com o intuito de verificar as competências e os obstáculos profissionais vivenciados pelos professores de Matemática, que é o primeiro objetivo específico deste trabalho, realizou-se uma investigação, acerca da atividade profissional dos participantes da pesquisa, servindo, assim, de embasamento para a fase de concepção e análise *a priori*, visto que foi a partir da

identificação das concepções aqui levantadas, que se realizou a estrutura do minicurso de formação, perspectivando, assim, apresentar uma contribuição aos professores participantes.

Em um primeiro momento, foi elaborado um questionário (Apêndice A), com perguntas objetivas e subjetivas, via *Google Forms*, sendo disponibilizado por *e-mail*, aos oito participantes da pesquisa, atuantes em uma das duas escolas participantes, localizadas na cidade de Caucaia, no estado do Ceará, sendo nomeadas de escola A e escola B. Este questionário subdividiu-se em cinco sessões, nas quais investigou-se informações, tanto sobre a formação inicial e continuada do professor; quanto a sua atividade profissional (na unidade escolar participante da pesquisa); a sua relação com o uso de recursos tecnológicos (em especial o *software* GeoGebra); e as suas considerações (positivas e negativas) sobre o ensino remoto. A fim de preservar a identidade dos professores pesquisados, eles foram nomeados de P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8, sendo os quatro primeiros, pertencentes à escola A, e os quatro últimos, pertencentes à escola B. As características de tais escolas e dos sujeitos da pesquisa serão descritas com mais detalhes na fase de experimentação.

Em um segundo momento, realizou-se a observação de uma aula (*online*) de cada um dos professores participantes, a fim de complementar a identificação de tais concepções que, porventura, venham a mobilizar estratégias em suas práticas docentes.

A seguir apresentam-se as informações mais relevantes acerca do momento realizado:

3.6.1 Questionário (primeira seção)

A primeira seção referia-se à identificação do entrevistado. Na escola A, todos os participantes eram do sexo masculino, enquanto, na escola B, três professores eram do sexo masculino e uma do sexo feminino. A tabela abaixo apresenta as idades e o tempo de experiência docente de cada um dos professores pesquisados:

Tabela 1 - Informações sobre a identificação dos professores pesquisados.

PROFESSOR	IDADE	TEMPO (EM ANOS) DE EXPERIÊNCIA DOCENTE
P1	32	1 A 5
P2	36	11 A 15
P3	36	1 A 5

P4	56	21 A 25
P5	38	11 A 15
P6	33	6 A 10
P7	32	1 A 5
P8	30	1 A 5

Fonte: Construção da autora (2021).

Pela Tabela 1, verifica-se que a média de idade entre os participantes é de, aproximadamente, 36 anos. O professor P4 é o mais experiente (21 a 25 anos de profissão), seguido pelos professores P2 e P5 (11 a 15 anos de profissão). Já os professores P1, P3, P7 e P8 são os menos experientes (1 a 5 anos de profissão).

3.6.2 Questionário (segunda seção)

A segunda seção tratava sobre a formação dos professores, conforme apresentado no quadro a seguir:

Quadro 9 – Informações sobre a formação dos professores pesquisados.

Professor	Formação inicial (Graduação) e ano de conclusão	Formação continuada (Pós-Graduação) e ano de conclusão	Participou de algum processo de formação continuada nos últimos três meses? Se sim, qual?
P1	Engenharia de Produção (2019)	Não possui	Sim. Jornada pedagógica da SEDUC/CE
P2	Licenciatura em Matemática (2012)	Não possui	Sim. Avaliação socioemocionais.
P3	Engenharia Elétrica	Não possui.	Não.

P4	Licenciatura em Matemática (2018)	Especialização em Ensino de Matemática (em andamento)	Não.
P5	Licenciatura em Matemática (2007)	Mestrado em modelagem e métodos quantitativos (2020)	Sim. Introdução à Lógica de Programação.
P6	Licenciatura em Matemática (2021)	Não possui	Sim. GeoGebra, gamificação e ensino remoto.
P7	Licenciatura em Matemática (2017)	Especialização em Metodologia do Ensino de Matemática e de Física (2018)	Não.
P8	Licenciatura em Matemática (2020).	Não possui	Sim. Ciclo de palestras em História da Matemática.

Fonte: Construção da autora (2021).

A partir do Quadro 9, observa-se a presença de dois professores (P1 e P3) sem a formação inicial de licenciatura em Matemática; apenas dois (P5 e P7) possuem pós-graduação concluída; e três (P3, P4 e P7) não participaram de nenhuma formação continuada nos últimos três meses.

3.6.3 Questionário (terceira seção)

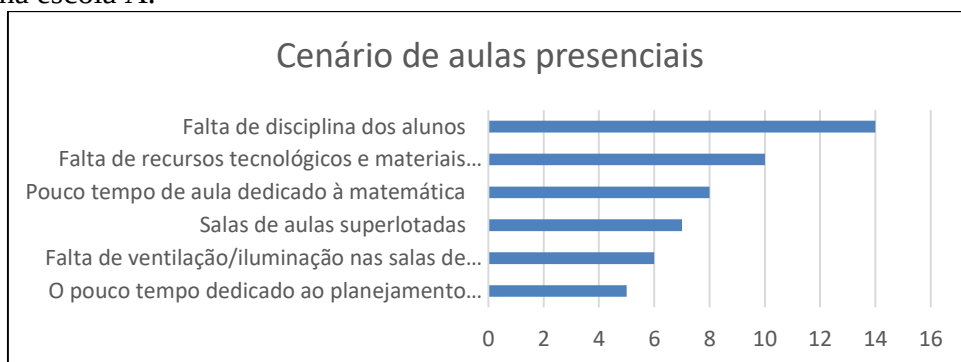
Sobre a terceira seção (atividade profissional na unidade escolar), todos os professores da escola A ensinam somente Matemática. Entre os conteúdos de Álgebra, Aritmética e Geometria, P1 e P3 afirmaram preferir ensinar todos esses conteúdos, P2 prefere ensinar Álgebra e Aritmética e P4 prefere lecionar Álgebra e Geometria. Observa-se então que os

professores da escola A, em geral, não apresentam objeção ou distinção à Geometria, em comparação com os outros conteúdos.

Além disso, todos eles conhecem e participaram da elaboração do planejamento anual de Matemática na escola. P1, P3 e P4, sempre e, P2, muitas vezes, participam do planejamento por área, que ocorre semanalmente, e costumam dialogar sobre as ocasiões exitosas, bem como as dificuldades e obstáculos, encontrados em sala de aula. Em relação à interação entre eles, sobre a troca de informações, de metodologias utilizadas para a resolução de situações-problema (antes de apresentá-las aos alunos), P1 informou que sempre; P2 e P4, às vezes, e P3, raramente, troca este tipo de informações, entre seus colegas, professores de Matemática.

Sobre os fatores que eles atribuem como obstáculo à sua profissão, considerou-se os seguintes cenários: presencial, remoto e de um modo geral. Solicitou-se a cada participante que atribuisse uma nota de 0 a 5 para cada fator. Os fatores pesquisados foram: salas de aulas superlotadas; falta de recursos tecnológicos e materiais didático-pedagógicos, o pouco tempo dedicado ao planejamento escolar, pouco tempo de aula dedicado à Matemática, falta de disciplina dos alunos e falta de ventilação/iluminação nas salas de aula. Os resultados da escola A estão apresentados no gráfico a seguir:

Gráfico 1 – Fatores que ocasionam obstáculos profissionais (no cenário de aulas presenciais) na escola A.

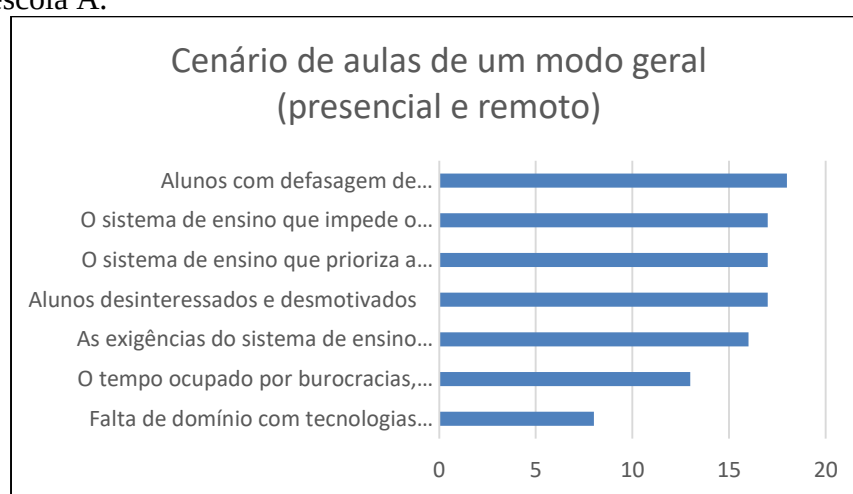


Fonte: Construção da autora (2021).

Pelo Gráfico 1, observa-se que a falta de disciplina dos alunos é o fator que os professores mais atribuem como obstáculo à sua profissão, com um somatório das notas obtidas igual a 14. Além disso, eles não consideram insuficiente, o tempo dedicado ao planejamento escolar, uma vez que foi o menos votado, dentre os citados. Ainda solicitou-se que, se necessário o professor apontasse algum outro motivo causador de obstáculo a sua profissão. Os professores P3 e P4 apontaram, respectivamente, a falta de maior rigor na avaliação dos alunos e o pouco embasamento dos alunos em conteúdos anteriores.

No cenário de aulas, de um modo geral, foram pesquisados os fatores: alunos desinteressados e desmotivados; alunos com defasagem de aprendizagem; as exigências do sistema de ensino em cumprir o conteúdo no prazo estabelecido; o tempo ocupado por burocracias, tais como preenchimento de frequências e notas, entre outros; falta de domínio com tecnologias digitais; o sistema de ensino, que prioriza a quantidade à qualidade de conteúdo, limitando o desempenho do professor; o sistema de ensino, que impede o professor de reprovar o aluno. Os resultados estão apresentados no gráfico a seguir:

Gráfico 2 - Fatores que ocasionam obstáculos profissionais (no cenário de aulas de um modo geral) na escola A.



Fonte: Construção da autora (2021).

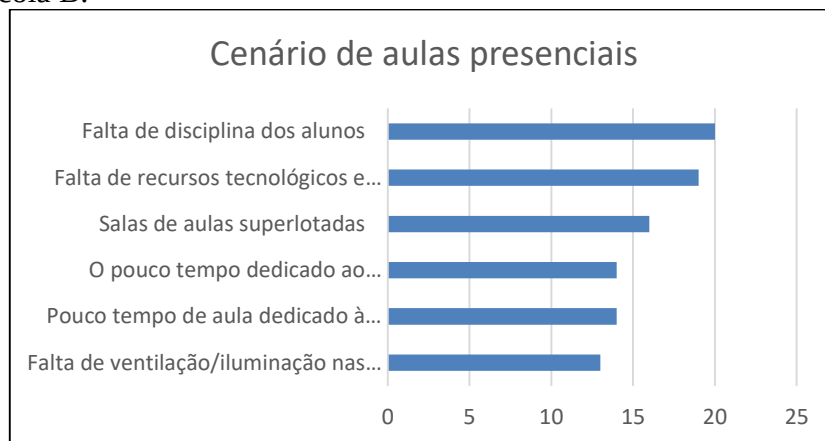
De acordo com as respostas apresentadas no Gráfico 2, o fator que mais ocasiona obstáculo à profissão docente, no cenário de um modo geral, é a defasagem de aprendizagem dos alunos, e o que menos causa entraves ao professor, é a sua falta de domínio com tecnologias digitais. Solicitou-se também que, se necessário, o professor apontasse algum outro motivo que ocasionasse obstáculo a sua profissão e que não estivesse presente na relação. Os fatores apontados pelos professores P3 e P4, respectivamente, foram o tempo gasto com outros eventos na escola, que acabam por tomar o tempo das aulas; e a exigência, na adoção de determinado livro didático, por parte da escola.

Na escola B, todos os professores também lecionam somente Matemática. P5 prefere ensinar Álgebra e aritmética; P7, Álgebra e Geometria; P8, apenas Álgebra e P6 não faz distinção de preferência destes conteúdos. Portanto, assim como observado na escola A, a maioria dos professores da escola B não faz distinção e/ou objeção ao ensino da Geometria, em suas aulas de Matemática.

Todos eles conhecem e participaram, da elaboração do planejamento anual de Matemática, e sempre participam do planejamento por área da escola que, semelhante à escola A, acontece semanalmente. Além disso, sempre ou, muitas vezes, dialogam entre si, sobre as ocasiões exitosas e as dificuldades e entraves, encontrados em sala de aula, assim como trocam informações prévias, de práticas metodológicas, a serem adotadas em resoluções de situações-problema.

Com os mesmos itens pesquisados na escola A, a seguir apresenta-se o resultado da terceira seção na escola B:

Gráfico 3 – Fatores que ocasionam obstáculos profissionais (no cenário de aulas presenciais) na escola B.



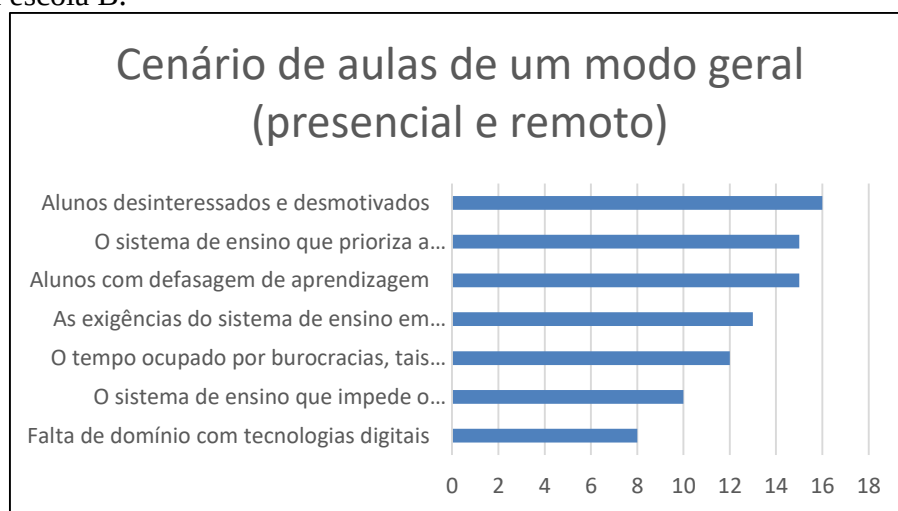
Fonte: Construção da autora (2021).

Pelo Gráfico 3, observa-se que os professores da escola B também consideram, como maior fator, propício aos obstáculos profissionais, a falta de disciplina dos alunos, com um somatório de notas igual a 20. Por sua vez, o menor fator, considerado por eles, é a falta de ventilação/iluminação nas salas de aula. O fato de a falta de disciplina dos alunos, ter sido o mais votado (entre os professores das escolas A e B), indica que este é um obstáculo recorrente, na visão do professor, podendo ser superado com a implementação das propostas trazidas pela TSD, por meio de situações didáticas que provoquem no aluno, maior engajamento e real sentido à sua aprendizagem, incentivando-os e motivando-os a aprenderem, de forma autônoma, colaborativa e participativa. Esta estratégia vai ao encontro do que preconiza Eccheli (2008), no qual diz que o primeiro passo para a prevenção da indisciplina é conseguir fazer com que os alunos se sintam motivados para aprender.

Outros fatores que não constavam na lista de opções, foram citados, respectivamente por P6 e P8: a baixa remuneração dos professores e a falta de acompanhamento dos pais dos alunos.

Os resultados obtidos, em relação às aulas, de um modo geral, estão apresentados no gráfico seguinte:

Gráfico 4 - Fatores que ocasionam obstáculos profissionais (no cenário de aulas de um modo geral) na escola B.



Fonte: Construção da autora (2021).

Diferente da escola A, o fator propulsor de obstáculo à profissão docente, mais votado pelos professores da escola B, foi o desinteresse e desmotivação dos alunos, enquanto o menos votado, semelhante à escola A, foi a falta de domínio com tecnologias digitais, por parte dos docentes. Solicitou-se que o professor apontasse algum outro motivo que não constasse na lista, porém nenhum deles se pronunciou. A superação do obstáculo profissional, trazido pelo desinteresse e desmotivação do aluno, acaba por ser análoga à proposta citada anteriormente, no fator indisciplina dos alunos.

O conhecimento e a participação do professor, na elaboração do planejamento anual da escola, além da interação e colaboração entre eles, representa um fator que pode influenciar na prática docente, amenizando, assim, os entraves, vivenciados ao longo de sua trajetória profissional. A seguir apresenta-se a transcrição da resposta, de alguns professores, a respeito da importância da interação entre os demais docentes e do compartilhamento de experiências pedagógicas e epistemológicas:

P2: Sim, muito importante e faz grande diferença, por ter troca de conhecimento, ou você aprende uma nova maneira de ensinar ou compartilha a nova metodologia.

P4: Ainda que cada profissional tenha sua maneira própria de abordar, o compartilhamento de experiências sempre teve seu papel de favorecer o crescimento. O desenvolvimento de um grupo vem muito da replicação de novos conhecimentos. Portanto, trocar ideias e conhecer novos métodos sempre foi salutar.

P5: Importante para traçar estratégias de melhoria do ensino de Matemática.

P6: Sim. A troca de experiências é importante para o desenvolvimento do trabalho. Muitas vezes a visão do outro ajuda no trabalho, ideias e estratégias devem ser compartilhadas entre a equipe.

P7: Sim, o debate com os professores sempre acontece e acho de extrema importância. Cada um tem seu conhecimento e suas habilidades bem como as dificuldades. A troca de conhecimentos e experiências só ajudam no desempenho do professor. Posso ter dificuldades nos sólidos de revolução e pedir ajuda a um colega, bem como posso ajudá-lo em algo que eu tenha habilidade e ele dificuldade. Assim todos saem ganhando, principalmente o aluno.

Tal colaboração e interação entre os docentes, pode ser percebida, no âmbito da Didática Profissional, como uma transposição profissional que, conforme Alves (2020) se dá por meio de um compartilhamento de saberes pragmáticos e epistemológicos das atividades do professor de Matemática, entre professores mais e menos experientes.

Destarte, a fim de identificar, com mais detalhes, a visão dos professores, relacionada aos prováveis obstáculos profissionais, em sua instituição de ensino, realizou-se alguns questionamentos acerca deste assunto. Sobre a defasagem de aprendizagem em Matemática, indagou-se ao professor quais fatores eles atribuíam a isso e como eles lidavam com tal situação. A seguir, apresentam-se as respostas:

Quadro 10 – Concepção dos professores sobre a defasagem de aprendizagem em Matemática.

Professor	Fatores	Ações
P1	O aluno não busca praticar o conhecimento fora da escola	Procura incentivar os alunos a estudarem não somente na escola, mas em casa também
P2	O sistema de ensino, que tenta contornar a situação, por meio da aprovação automática.	Não citou nenhuma ação.
P3	O aluno acaba por acomodar-se com a situação que já virou “cultural” e “normalizada”	Procura apresentar problemas matemáticos mais próximos da realidade dos alunos.

P4	Alunos desinteressados, por vários motivos; objetividade de alguns conteúdos que, por sua vez, se apresentam totalmente fora de contexto e propósito; sistema de ensino que favorece a aprovação automática do aluno.	Procura cumprir seu compromisso docente honrosamente, se esforçando para atenuar os prejuízos do aluno.
P5	Falta de apoio familiar.	Sempre que possível, faz um retrospecto dos conteúdos e um trabalho especial, voltado aos alunos que apresentam dificuldades de aprendizagem.
P6	Os alunos não percebem uma aplicabilidade dos conteúdos matemáticos em sua vida cotidiana.	Não citou nenhuma ação
P7	Falta de investimento em recursos didáticos; a formação do professor; e falta de acompanhamento da família do aluno.	Não citou nenhuma ação.
P8	Professores que lecionam fora da sua formação; carga curricular extensa; falta de apoio dos pais; e falta de limites e prioridades.	Não citou nenhuma ação.

Fonte: Construção da autora (2021).

A partir dos excertos apresentados, percebe-se um grande número de respostas atribuindo a “culpa” ao aluno, seja por não se mostrar interessado, acomodar-se com a situação, ou até mesmo por não conseguir enxergar um real sentido aos conteúdos ensinados. A falta de apoio familiar e o sistema de ensino, são outros fatores que foram amplamente citados. Apesar de ter tido comentários, acerca da formação do professor, não houve menção à reflexão de suas práticas docentes, não sendo citados possíveis fatores, diretamente ligados a essa questão. Além disso, dentre suas ações realizadas, diante de tal cenário, com exceção de P3, que disse procurar apresentar problemas matemáticos mais próximos à realidade dos alunos, nenhum outro

professor considerou o ato de repensar e buscar novas estratégias de metodologias de ensino, a fim de amenizar tal situação.

Indagou-se também sobre a existência de ações negativas, dentre os personagens do processo escolar (aluno, professor, instituição), que acabavam por prejudicar na aprendizagem discente. As respostas estão expostas no quadro a seguir:

Quadro 11 – percepção dos professores acerca das ações dos alunos, professores e instituição de ensino que venham a atrapalhar na aprendizagem discente.

	ALUNO	PROFESSOR	INSTITUIÇÃO
P1	Desinteresse, indisciplina, falta de acompanhamento dos pais, falta de perspectivas.	Negligenciar a indisciplina dos alunos, não tirar dúvidas, não ser exemplo de postura, não ser o máximo didático possível	Aprovação de alunos sem desempenho satisfatório.
P2	Indisciplina	Não tem	Sistema de reprovação.
P3	Falta de exercitação	Não procurar saber das dificuldades individuais dos alunos	Não respondeu.
P4	Desinteresse	Indisposição e desmotivação, diante da obrigação de cumprir algumas regras do sistema educacional, que acabam por atrapalhar seu desempenho profissional.	Sistema letárgico e inoperante, não suportando a estrutura que a educação merece.
P5	Falta de incentivo da família, falta de perspectiva de um futuro melhor.	Falta de tempo propício para um trabalho mais aprofundado com alunos que têm dificuldades.	Não tem.
P6	Desinteresse	Aulas engessadas, sem inovação e sem o uso de tecnologias.	Falta de estrutura
P7	Não compreendem a importância da educação,	O comodismo que, conseqüentemente, faz	Não soube responder.

	falta de maturidade, falta de atenção à aula, com conversas paralelas ou outros fatores que o tiram do foco da aula.	com que os professores deixem de buscar novos recursos didáticos, preferindo se manter na zona de conforto.	
P8	Acham que já sabem tudo, indisciplina, falta de objetivos de vida, comodismo, falta de prioridade nos estudos	Não se aprofundar no conteúdo, dar pontos, não mostrar outras metodologias	Incentivar a aprovação de quem não alcançou a média por mérito, não cobrar acompanhamento dos pais.

Fonte: Construção da autora (2021).

Pelas respostas apresentadas acima, os professores P6, P7 e P8 foram os únicos que, de alguma forma, se mostraram conscientes de uma parte da responsabilidade, atribuída ao professor. Assim, eles mencionaram, dentre as ações negativas dos professores, a falta de uma metodologia de ensino diferenciada que, possivelmente, pudesse vir a amenizar as ações negativas dos alunos, apontadas pelos professores, como, por exemplo, o desinteresse, a indisciplina e a falta de atenção nas aulas, contribuindo, assim, em uma aprendizagem mais significativa. Observa-se também uma preocupação dos professores, em relação à falta de acompanhamento familiar na educação do aluno, mostrando assim, uma competência, requerida no plano professor-posto de trabalho, designada por Alves (2020, p. 470) como “situações envolvendo a interação com os pais de estudantes”. Perrenoud (2000) também cita esta competência, na lista dos dez tipos de competências profissionais (já mencionada anteriormente), na qual ele a descreve como “informar e envolver os pais” (PERRENOUD,

2000, p. 14). No que concerne à relação professor-instituição, observou-se, dentre as respostas, uma presença marcante sobre a questão da aprovação do aluno, de uma maneira (na visão dos professores), automática. Isso mostra uma forma de devolução profissional, na qual a instituição de ensino confere aos professores um conjunto de regras, fazendo com que estes o aceite. Assim, observa-se que o professor, mesmo que às vezes contrariado, acaba por cumprir a regra de não reprovar uma grande quantidade de alunos, exigida pelo sistema escolar.

3.6.4 Questionário (quarta seção)

A quarta seção tratava sobre o uso de recursos tecnológicos e o *software* GeoGebra.

Na escola A, apenas um professor (P1) afirmou ter estudado alguma disciplina da graduação, voltada ao uso de recursos tecnológicos. Além disso, apenas o professor P4 informou sempre utilizar tais recursos. Sobre o uso do aparelho celular, em sala de aula, para fins pedagógicos, apenas os professores P3 e P4 afirmaram concordar totalmente com tal ação. Especificamente, sobre o GeoGebra, todos os professores, da escola A, afirmaram conhecê-lo. No entanto, apenas o professor P4 costuma utilizar, mesmo que às vezes, em suas aulas.

Indagou-se aos professores se existiam e, caso afirmativo, quais as dificuldades e os contratempos eles encontravam, na utilização destes recursos. Os resultados foram:

Quadro 12 – Resposta dos professores da escola A quanto ao uso de recursos tecnológicos em suas aulas de Matemática.

PROFESSOR	RESPOSTA
P1	Sente-se inseguro, devido à falta de domínio com tais recursos, além de que considera mais produtivo ministrar aulas expositivo-teóricas com foco em resolução de problemas.
P2	Acha que ao adotar tal metodologia, os alunos acabam se distraindo durante as atividades
P3	Também considera mais produtivo apenas ministrar aulas do tipo expositivo-teóricas, com foco em resolução de problemas
P4	Não sente dificuldades, exceto pelo pouco tempo disponível, em sala de aula, para ministrar o conteúdo e explorar tais recursos.

Fonte: Construção da autora (2021).

Pelas respostas, observa-se, ainda, uma grande resistência, acerca do uso de recursos tecnológicos em sala de aula. Seja por falta de domínio, ou por outro motivo, muitos professores ainda se veem presos ao método tradicional de ensino. Na referida escola, por exemplo, apenas um professor (P4) mostrou-se propenso à adoção de recursos tecnológicos, em especial o GeoGebra, em suas aulas de Matemática.

Na escola B, por sua vez, apenas o professor P6 informou ter estudado alguma disciplina na graduação, relacionada ao uso de recursos tecnológicos. Todos utilizam, ou já utilizaram, algum tipo de recurso tecnológico em suas aulas, mesmo que raramente (P5), às vezes (P7 e P8) ou muitas vezes (P6). Todos concordam totalmente, quanto ao uso do aparelho celular em sala de aula, para fins pedagógicos. Sobre o GeoGebra, apenas P7 afirmou não conhecer o *software*. P5 às vezes, P6 muitas vezes, P7 nunca e P8 raramente o utiliza em suas aulas de

Matemática. As dificuldades apresentadas pelos professores, quanto ao uso de tais recursos foram:

Quadro 13 – Resposta dos professores da escola B quanto ao uso de recursos tecnológicos em suas aulas de Matemática.

PROFESSOR RESPOSTA	
P5	A escola não dispõe de recursos tecnológicos suficientes para este fim.
P6	Não apresenta nenhuma dificuldade.
P7	A escola não dispõe de recursos tecnológicos suficientes para este fim. Não sente segurança em utilizar tais recursos, devido à falta de domínio com eles.
P8	A escola não dispõe de recursos tecnológicos suficientes para este fim.

Fonte: Construção da autora (2021).

Na escola B já se observa um cenário diferente do da escola A. A maioria dos professores se apresentam predispostos, e mais familiarizados, com as tecnologias digitais em suas aulas, inclusive o GeoGebra. Alguns apontam a falta de estrutura, no espaço físico da escola, podendo, a versão do GeoGebra para *smartphone*, ser um fator que amenize tal dificuldade, visto que o professor poderia utilizar os próprios aparelhos celulares dos alunos para trabalhar com o *software* em sala de aula.

3.6.5 Questionário (quinta seção)

Devido ao atual momento pandêmico, vivenciado no mundo todo, e a consequente necessidade de distanciamento social, procurou-se, a partir desta seção, por meio de perguntas subjetivas, enfatizar sobre as atuais atividades de ensino, realizadas por meio remoto, a fim de verificar alguns obstáculos profissionais, presentes neste cenário. Dessa forma, indagou-se sobre a visão e as considerações dos professores, em relação aos aspectos do ensino *online*, como as principais dificuldades vivenciadas, as novas estratégias de ensino e o desempenho na aprendizagem dos alunos.

A princípio, a pesquisadora quis saber sobre as mudanças ocorridas no desempenho dos encontros de planejamento escolar, que passaram a acontecer de modo remoto. A seguir apresenta-se a transcrição das respostas:

P1: Mantivemos a normalidade.

P2: Faltou a interação melhor entre os professores.

P3: Perde-se muito tempo no debate de pensamentos. O contato virtual limita muito o debate, o entendimento.

P4: Ainda que se possa planejar virtualmente, nos encontros presenciais havia mais facilidades na troca de ideias, informações e experiências.

P5: A forma de pensar a respeito dos alunos, o planejamento de aulas.

P6: O tempo de aula, o modo de passar o conteúdo, a dinâmica de sala de aula.

P7: Quanto as reuniões, acredito que as a mudança foi simplesmente a questão do remoto e presencial.

P8: Mudou que deixamos de conversar sobre outras formas de dar aula, uma vez que agora se resume a *pdf* e aulas via *Google Meet*.

Observa-se aqui uma aparente normalidade, entre a relação professor-professor e professor-instituição. Apesar de alguns relatarem terem ocorrido mudanças, no tipo de interação e nos assuntos abordados, os mesmos não mencionaram grandes dificuldades neste sentido.

Em seguida, abordou-se sobre os aspectos positivos e negativos, do trabalho do professor de forma remota. Com exceção do professor P8, todos responderam. Observou-se, no geral, uma grande quantidade de fatores negativos apontados, sobressaindo-se da de fatores positivos. Os professores P3 e P7, por exemplo, informaram não identificarem pontos positivos. O professor P4, relatou ter ocupado todo o seu tempo em dar conta de tanta demanda que o trabalho remoto exigiu. A falta de aparelhos tecnológicos apropriados; a grande carga de trabalho; a baixa adesão e participação dos alunos, durante as aulas; e a invasão de privacidade, foram alguns dos fatores negativos mencionados. Outros, mais otimistas, indicaram alguns fatores positivos, tais como a pequena quantidade de alunos, possibilitando assim que eles se sentissem mais à vontade para tirar dúvidas; a falta de necessidade de deslocamento do professor até a escola; maior possibilidade de utilização de tecnologias digitais; e mais tempo sem interrupções da aula, por questões de indisciplina.

Sobre as dificuldades com o uso de tecnologias, como as plataformas digitais de ensino; a conexão com a *internet*; ou outros aparelhos eletrônicos, os professores, em geral, relataram não ter tido grandes problemas. Os contratemplos que iam surgindo, ao longo do processo, eram superados com a ajuda dos próprios colegas de profissão. Tal fato indica uma espécie de transposição profissional, uma vez que ocorreu uma transmissão de saberes entre os professores com maior experiência e os menos experientes, no quesito tecnologia. Alguns ainda tiveram de adquirir aparelhos ou serviços tecnológicos mais modernos, a fim de suprir a grande demanda de tarefas e outras atividades. Os professores P4, P6 e P8, por exemplo, tiveram que providenciar, com recursos financeiros próprios, uma *internet* mais veloz, *notebook* e aparelho celular mais moderno, e uma mesa digitalizadora.

Por fim, em relação à adesão e desempenho, na aprendizagem dos alunos, perguntou-se a média do percentual de participação discente, nas aulas remotas e, no caso de uma baixa adesão, quais fatores eles atribuíam a isso, e se isto acabava por impactar no seu desempenho profissional. Abaixo segue a transcrição das respostas:

- P1: 40%. Dou aula do mesmo jeito. Falta de motivação de ambos.
 P2: De 10 a 15 por cento. Os fatores são a falta de internet, problemas envolvendo o celular (não tem, quebrou, é do pai ou da mãe e sem memória) e depressão.
 P3: Atualmente cerca de 10%. É muito desmotivante. Tento não deixar que impacte, pensando nos que estão se esforçando, para ainda participar das aulas.
 P4: [...] Menos de 10% dos alunos estão assistindo às aulas. Ainda estamos investigando o motivo da baixa adesão. Com certeza o trabalho fica prejudicado, pois mesmo o que estão presentes têm pouca participação, interação. Isto não nos permite aferir o grau de compreensão dos alunos, se estão entendendo, quais as dificuldades.
 P5: Na maioria das turmas a participação é abaixo de 100%. A falta de empenho dos alunos, falta de subsídios eletrônicos ou financeiros, a localização de alguns alunos prejudica o ensino.
 P6: [...] inferior a 50%. Muitos alunos não conseguem acompanhar as aulas e também as atividades.
 P7: Os motivos da baixa adesão são variados, falta de recursos, falta de interesse, motivação, acompanhamento familiar... etc.
 P8: [...] abaixo de 50% por turma. Isso não me desmotiva por que existem fatores externos que fazem com que isso ocorra. Desemprego dos pais, falta de equipamentos, necessidade de o aluno trabalhar.

Percebe-se aqui, quase que na totalidade das respostas dos professores, uma baixa adesão dos alunos, no processo de ensino remoto, pelos mais variados motivos, tais como a falta de *internet* e aparelhos eletrônicos, dificuldades financeiras e até mesmo fatores psicológicos. Isto indica que os professores, mesmo diante de uma desmotivação mútua, têm conhecimento e empatia pelas inúmeras dificuldades dos alunos, mostrando, assim, uma competência, vivenciada da relação professor-aluno, para a compreensão dos dilemas psicossociais, vivenciados pelos estudantes.

Sobre a aprendizagem dos alunos, indagou-se aos professores, se a quantidade de aulas *online* de Matemática, era suficiente, e se os alunos estavam tendo uma aprendizagem satisfatória. Todos os professores foram unânimes, em afirmar que a quantidade de aulas não era suficiente, e que os alunos não estavam aprendendo satisfatoriamente. O professor P3, por exemplo, relatou que o tempo de aula semanal foi reduzido de cinco horas (modo presencial) para 70 minutos, ficando, assim, inviável de os alunos terem uma aprendizagem adequada, além de que, a maioria deles, não retira suas dúvidas por meios digitais. O professor P4, diz que esta redução acarretou em uma supressão de boa parte dos conteúdos e que, a pouca adesão dos alunos, mantém o nível de aprendizado muito abaixo da regular. O professor P8, por sua vez, informou que seu desempenho profissional ficou totalmente

prejudicado, uma vez que ele já não conseguia atingir, em totalidade, seus objetivos de ensino, diante de cinco aulas semanais (modo presencial), e agora, com apenas duas aulas mensais (modo remoto), ficou totalmente inviável. Ele ainda considera que, além do tempo reduzido de aula, outros fatores externos atrapalhavam o processo de uma aprendizagem satisfatória dos alunos.

Por fim, sobre a metodologia de ensino utilizada neste contexto, questionou-se aos professores, se eles propunham situações-problema aos alunos e, caso positivo, como eles as conduziam. Além disso perguntou-se se eles utilizavam de algum recurso tecnológico, durante as aulas de Geometria.

Todos os professores afirmaram propor situações-problema, porém utilizando-se de um método tradicional: no geral, eles apresentam os problemas, os alunos fazem no seu caderno e enviam, por meio de fotos, ou acompanham a correção do professor na aula seguinte. O professor P3, afirmou que sempre deixa atividades propostas, no fim das aulas e, na aula seguinte, inicia retirando as dúvidas e resolvendo estas atividades. Porém, acredita que os alunos já estejam saturados de estudar sozinhos, por meios digitais. O professor P6 afirmou disponibilizar uma lista de exercícios e realizar uma discussão sobre os problemas propostos da lista, via fórum de discussão, na plataforma de ensino. P8 afirmou selecionar questões do livro didático para que, assim, o aluno não se sinta isolado e relacione uma coerência entre o professor e o livro. Disse também utilizar problemas, quando trabalha com questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), nos quais os alunos sentem uma maior dificuldade de resolvê-los. P7 afirmou aplicar exercícios teóricos e aplicados, em todas as suas atividades, e corrige-os nos encontros síncronos.

Sobre a utilização de recursos tecnológicos no ensino de Geometria:

Quadro 14 – Recursos tecnológicos utilizados no ensino da Geometria.

PROFESSOR	RECURSOS TECNOLÓGICOS UTILIZADOS
P1	Não lecionou Geometria este ano
P2	Nenhum
P3	Nenhum
P4	Vídeos, materiais interativos
P5	Nenhum
P6	<i>GeoGebra, Youtube, Poly</i> , calculadora virtual
P7	<i>Youtube</i>

P8	GeoGebra (uma única vez para ensinar Geometria analítica)
-----------	---

Fonte: Construção da autora (2021).

Percebe-se que, mesmo em um momento em que se é exigido uma maior proximidade com os recursos tecnológicos, alguns professores ainda não apresentam tal ação à sua rotina pedagógica. Além disso, pelas respostas dos professores na segunda seção, nenhum deles participou de qualquer tipo de formação recente, relacionada a esta área. O professor P6 é o quem mais utiliza os variados recursos tecnológicos educacionais (inclusive o GeoGebra). O professor P8 também já utilizou o GeoGebra, mas apenas em um momento, durante uma aula de Geometria analítica. Assim, fica mais evidente a importância da proposta contida neste trabalho que, além de apresentar uma metodologia de ensino, por meio da TSD, e analisar sua atividade profissional, por meio da DP, pretende incentivar o uso do GeoGebra em sala de aula.

A seguir, apresenta-se a descrição dos momentos de observação das aulas dos professores participantes da pesquisa.

3.6.6 Observação da aula dos professores participantes da pesquisa

Com o intuito de identificar as concepções pragmáticas dos professores, foi realizada, durante os meses de abril, maio e junho, do presente ano, a observação de uma aula, de cada um dos professores participantes. Estas aulas aconteceram após o momento da aplicação do questionário, em dias alternados, de acordo com a autorização e disponibilidade de cada um. As aulas ocorreram de forma síncrona, no ambiente virtual *Google Meet*, sendo gravadas e, posteriormente, disponibilizadas à pesquisadora.

A seguir apresentam-se algumas considerações a respeito destes momentos.

3.6.6.1 Aula do professor P1

A aula do professor P1 ocorreu no dia 09/04/2021, no período da manhã, e teve uma duração de 56 minutos. Iniciou-se com 15 minutos de atraso, por conta de o professor da aula anterior ter demorado a encerrar a sua aula, ocasionando assim uma certa pressão à P1, relacionada ao fator tempo, tendo ele que acabar explanando o conteúdo, de uma forma bem rápida. Os assuntos abordados foram o de conversão de medidas de ângulos e arcos côngruos, nos quais, foram voltados para três turmas do 3º ano do Ensino Médio. As aulas nestas turmas,

com o professor P1, costumam ocorrer semanalmente e, juntas, compõem 67 alunos, onde, apenas 23 estavam presentes. O professor iniciou com um acolhimento aos alunos, desejando saúde para todos, mostrando assim uma preocupação com o fator psicológico, diante do auge de uma segunda onda da pandemia da Covid-19.

Ao iniciar, P1 apresentou uma lista de itens, com medidas de ângulos, em graus, a serem transformados em radianos. Todos os itens exigiam apenas a aplicação de cálculos, por meio de regra de três, nos quais já estavam sendo apresentados na resolução do professor, conforme imagem a seguir:

Figura 10 – Itens apresentados aos alunos pelo professor P1 durante a aula.

Handwritten mathematical work showing five items (a-e) for converting angles from degrees to radians. Each item shows a proportion: $\frac{180^\circ - \pi \text{ rad}}{\text{angle}} = \frac{x}{180^\circ}$, followed by solving for x and simplifying to the final radian measure.

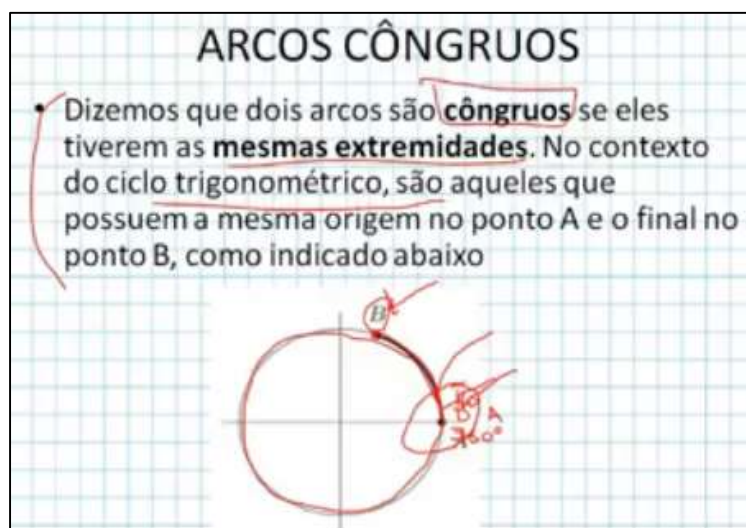
- a) 15° : $\frac{180^\circ - \pi \text{ rad}}{15^\circ} = \frac{x}{180^\circ} \rightarrow 180^\circ x = 15^\circ \pi \text{ rad} \rightarrow x = \frac{15^\circ \pi \text{ rad}}{180^\circ} \rightarrow \text{simplificando por } 15^\circ \rightarrow x = \frac{\pi}{12} \text{ rad}$
- b) 20° : $\frac{180^\circ - \pi \text{ rad}}{20^\circ} = \frac{x}{180^\circ} \rightarrow 180^\circ x = 20^\circ \pi \text{ rad} \rightarrow x = \frac{20^\circ \pi \text{ rad}}{180^\circ} \rightarrow \text{simplificando por } 20^\circ \rightarrow x = \frac{\pi}{9} \text{ rad}$
- c) 10° : $\frac{180^\circ - \pi \text{ rad}}{10^\circ} = \frac{x}{180^\circ} \rightarrow 180^\circ x = 10^\circ \pi \text{ rad} \rightarrow x = \frac{10^\circ \pi \text{ rad}}{180^\circ} \rightarrow \text{simplificando por } 10^\circ \rightarrow x = \frac{\pi}{18} \text{ rad}$
- d) 5° : $\frac{180^\circ - \pi \text{ rad}}{5^\circ} = \frac{x}{180^\circ} \rightarrow 180^\circ x = 5^\circ \pi \text{ rad} \rightarrow x = \frac{5^\circ \pi \text{ rad}}{180^\circ} \rightarrow \text{simplificando por } 5^\circ \rightarrow x = \frac{\pi}{36} \text{ rad}$
- e) 25° : $\frac{180^\circ - \pi \text{ rad}}{25^\circ} = \frac{x}{180^\circ} \rightarrow 180^\circ x = 25^\circ \pi \text{ rad} \rightarrow x = \frac{25^\circ \pi \text{ rad}}{180^\circ} \rightarrow \text{simplificando por } 5^\circ \rightarrow x = \frac{5\pi}{36} \text{ rad}$

Fonte: Dados da pesquisa.

O professor, portanto, explicou o passo a passo de cada um dos cálculos, já apresentando a relação do número π com o ângulo de 180° , sem dar maiores explicações (algébricas ou gráficas) do motivo de tal relação. Além disso, P1 não buscou, a princípio, conforme recomendado na TSD, mobilizar os conhecimentos prévios ou a autonomia no raciocínio do aluno, tomando para si o protagonismo da aula, que foi totalmente expositiva.

Na abordagem, o professor não utilizou nenhum outro recurso tecnológico, exceto o próprio ambiente de sala de aula virtual e o *PowerPoint*. Apresentou, de imediato, a definição do assunto exposto, sem uma abordagem prévia do conteúdo, conforme imagem a seguir:

Figura 11 – Definição de arcos côngruos apresentada pelo professor P1.

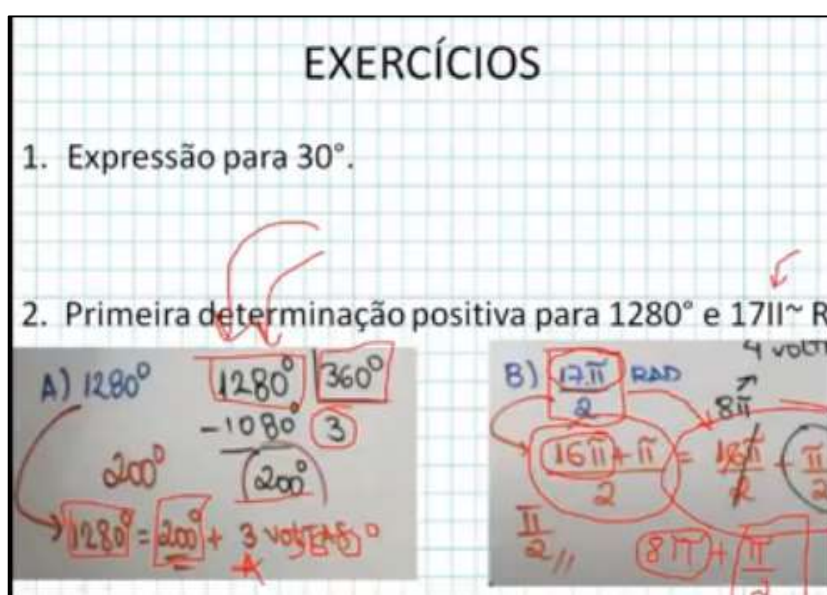


Fonte: Dados da pesquisa.

Os alunos, por sua vez, passaram maior parte do tempo sem interagir com o professor ou com os colegas, não sendo instigados em realizar tal ação. As únicas interações que ocorreram foram quando um aluno, pediu para o professor repetir o que ele tinha falado, pois a conexão à *internet* havia falhado. Em um segundo momento, outro aluno comentou sobre a relação feita pelo professor com a manobra de *skate* e o ângulo de 360° .

Por fim, P1 propôs uma atividade, com duas questões sobre o assunto, mas ele próprio resolveu, como mostrado a seguir:

Figura 12 – Exercício proposto pelo professor P1.



Fonte: Dados da pesquisa.

3.6.6.2 Aula do professor P2

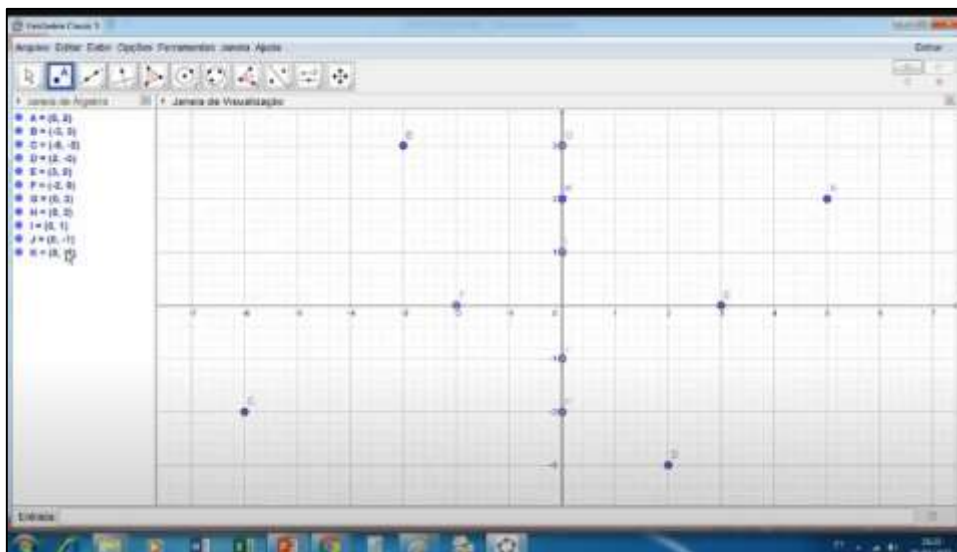
A observação da aula do professor P2 foi realizada no dia 06/05/2021 e teve duração de 46 minutos. A aula foi direcionada às três turmas do primeiro ano do Ensino Médio, com 99 alunos, no total, dos quais, doze estavam presentes. O professor leciona nestas turmas semanalmente e o conteúdo abordado foi sobre Plano cartesiano.

Ele iniciou apresentando um pequeno comentário sobre *René Descartes* e a definição e representação gráfica do plano cartesiano. Na ocasião, ele mostrou exemplos da localização de alguns pontos, no plano cartesiano, fazendo uso do *software* GeoGebra para tal ação.

No decorrer da aula, surgiram algumas dúvidas, em relação à posição dos números no par ordenado. Alguns alunos, por exemplo, perguntaram se o número que ficava à frente, deveria ser o positivo e o negativo atrás, ou ainda, se era o número maior que deveria ficar à frente e o menor atrás. Este tipo de dúvida mostra que os estudantes tendem a tentar elaborar regras, para uma determinada informação, de acordo com a sua vivência e conhecimentos prévios adquiridos, mesmo que estes sejam errôneos ou incompletos. É importante relembrar que, conforme Brousseau (2002, 2008), estas informações equivocadas, devem ser valorizadas e consideradas pelo professor como um momento importante da aprendizagem. Em seguida, o professor fez as devidas explicações, utilizando de representação gráfica e algébrica para sanar a dúvida surgida.

Após a explanação dos exemplos, P2 realizou algumas simulações, mais uma vez utilizando o GeoGebra, apresentando alguns pontos como exemplo, e perguntando aos alunos onde estes se localizariam, no plano cartesiano, conforme figura a seguir:

Figura 13 – Atividade realizada pelo professor P2.



Fonte: Dados da pesquisa.

Com a apresentação da tela para os alunos, o professor estipulou um tempo livre para que eles tentassem encontrar as respostas. Sendo assim, com a realização de tal atividade, P2 saiu da posição de professor explanador, fazendo com que, por um instante, os alunos se tornassem protagonistas daquele momento, produzindo suas próprias respostas.

3.6.6.3 Aula do professor P3

A aula do professor P3 ocorreu no dia 15/04/2021, no período diurno, e teve duração de 41 minutos. A aula foi dirigida às três turmas do terceiro ano do Ensino Médio, totalizando 120 alunos, onde, apenas, três estavam presentes. O professor conduziu o momento, por meio de resolução de questões (arcos trigonométricos), nas quais ele mesmo resolveu. Apenas um aluno interagiu, durante a aula, informando que havia resolvido de uma maneira diferente da apresentada pelo professor.

O professor ainda apresentou um conjunto de nove problemas, relacionados ao tema, porém não incentivou os alunos, em nenhum momento, a manifestarem seus raciocínios e conhecimentos prévios. A imagem a seguir mostra uma dessas situações:

Figura 14 – Situação-problema apresentada pelo professor P3.



Fonte: Dados da pesquisa.

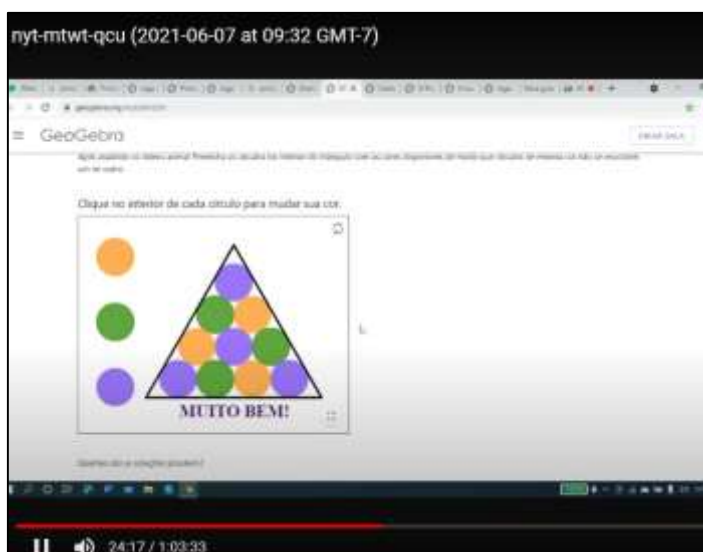
Além disso, os recursos tecnológicos utilizados foram apenas o próprio ambiente do *Google Meet* e o *PowerPoint*, não utilizando nenhum outro. Sendo assim, a aula de P3 foi conduzida de forma expositiva, tendo o professor se mostrado como figura central, em toda a aula.

3.6.6.4 Aula do professor P4

Por motivo de incompatibilidade de horários livres do professor P4, sua aula somente pôde ser observada no dia 07/06/2021. Na ocasião, a aula teve uma duração de uma hora e três minutos, e sucedeu-se, quase na sua totalidade, com a presença de apenas dois alunos, vindo a entrar o terceiro, já no momento final.

O professor iniciou apresentando alguns jogos matemáticos, relacionados ao tema trabalhado: Análise combinatória. Os jogos foram todos selecionados da guia de materiais didáticos do GeoGebra, onde o professor apresentava na tela, lia as instruções e solicitava aos alunos que realizassem os comandos desejados. A figura a seguir apresenta um dos jogos propostos por P4:

Figura 15 – Jogo no GeoGebra apresentado pelo professor P4.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

As regras do jogo, apresentado na Figura 15, consiste em preencher os círculos, no interior do triângulo, com as três cores disponíveis, de modo que círculos vizinhos não sejam preenchidos da mesma cor. Desta forma, o professor pediu para que os dois alunos, que estavam presentes no momento, realizassem tentativas, a fim de conseguir atingir o objetivo do jogo. Após algumas tentativas, os alunos conseguiram encontrar duas soluções diferentes, e o professor, diante das respostas, argumentou de quantas outras maneiras eles poderiam preencher os círculos, atendendo ao critério da questão. Após uma pausa, dada por P4, para que os alunos refletissem, o professor seguiu adiante com outros desafios, sempre solicitando a participação dos dois alunos, sob sua mediação.

Durante o momento de interação, entre professor e alunos, notou-se a presença de uma situação de devolução, onde o professor realizou a seleção dos jogos e desafios, a serem lançados aos alunos, de modo a provocar uma reflexão, fazendo com que eles trilhassem os caminhos para a descoberta da solução. Os dois alunos, por sua vez, aceitaram o desafio proposto, uma vez que concordaram em participar, realizando as ações esperadas e planejadas pelo professor, testando suas validades, descobrindo, por meios próprios, os caminhos necessários para se chegar à resolução dos problemas.

No total, foram seis jogos interativos, todos construídos no GeoGebra, nos quais trataram sobre problemas relacionados ao assunto da aula. Após o término da dinâmica dos jogos, o professor explanou o conteúdo pretendido, conforme transcrição a seguir:

P4: Tudo isso que nós estamos vendo é um conceito matemático, chamado de Análise combinatória. Vocês viram que a gente pode fazer combinação, em várias situações diferentes. A gente pode pintar uma rua de casas; a gente pode ir de uma cidade à

outra; a gente pode fazer senhas de cofres, de cartão de banco. São muitas situações em que a gente pode fazer combinações.

Desta forma, P4 utilizou os próprios exemplos dos jogos, para situar o aluno sobre o tema abordado, explicando a teoria do conteúdo, por meio das próprias situações vivenciadas. Logo, a metodologia de ensino, realizada por P4, foi a que mais se aproximou da proposta trazida pela TSD, aqui nesta pesquisa, com a presença marcante da utilização do GeoGebra. Acredita-se que, pelo fato de o professor ter tido um maior espaço de tempo, entre o contato com o tema da pesquisa e a observação da sua aula, este tenha lhe proporcionado uma maior possibilidade de aplicar tal proposta em suas aulas.

3.6.6.5 Aula do professor P5

A observação da aula do professor P5 foi realizada no dia 14/04/2021, no período da tarde. A aula teve duração de 39 minutos, e foi voltada para três turmas do primeiro ano do Ensino Médio, totalizando 111 alunos, dos quais 35 estavam presentes. Ele leciona estas turmas duas vezes por mês.

O professor realizou uma aula expositiva, de exercícios de revisão, com dez questões, de variados assuntos, tais como: razão e proporção, Geometria espacial, juros simples e interpretação de gráficos e tabelas. A imagem a seguir apresenta uma dessas questões:

Figura 16 – Situação-problema apresentada pelo professor P5.

6- (Uece 2015) Se um pacote de biscoito contém 10 biscoitos e pesa 95 gramas, e se 15 gramas de biscoito correspondem a 90 calorias, quantas calorias tem cada biscoito?

1 pct-----10 biscoitos-----95 g // 15 g de biscoito-----90 calorias

1- descobrir a massa de cada biscoito, $\frac{95 \text{ g}}{10 \text{ biscoitos}} = 9,5 \frac{\text{g}}{\text{biscoito}}$

Dai, $\frac{15 \text{ g}}{9,5 \text{ g}} = 90 \frac{\text{cal}}{x}$, assim, $x = \frac{90 \cdot 9,5}{15} = 57 \text{ calorias (B)}$

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, o professor iniciou apresentando todos os cálculos necessários em cada questão, sem realizar nenhum tipo de mobilização dos conhecimentos prévios dos alunos ou instigá-los a pensar num possível método de resolução. Em outros momentos, observou-se

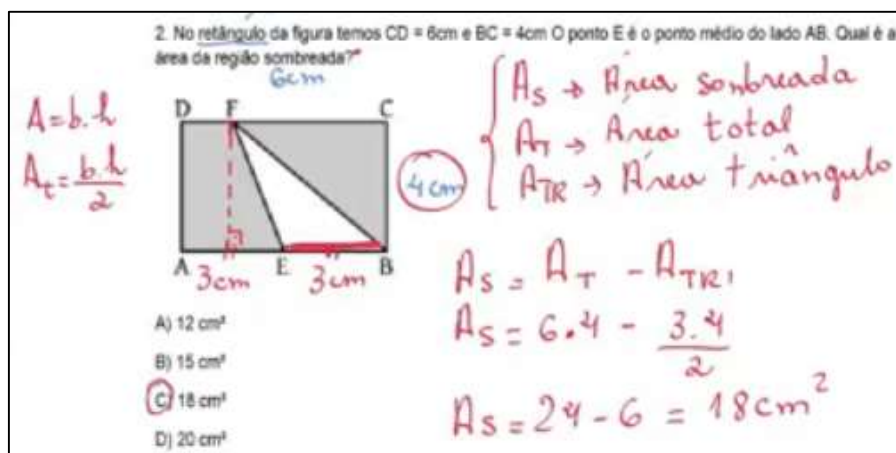
que P5 pressionava os alunos, em relação ao tempo de aula, informando-lhes que tinham muitas questões a serem resolvidas e, portanto, não poderia demorar tanto tempo nas explicações. Os alunos, por sua vez, não interagiram em nenhum momento, mesmo quando questionados pelo professor, se eles estavam entendendo ou não.

Sendo assim, a aula do professor P5, foi totalmente expositiva, sendo ele considerado o protagonista da situação, uma vez que esta foi conduzida pela sua própria resolução, dos dez problemas propostos, sem a utilização de nenhum outro recurso tecnológico, além da plataforma *Google Meet* e do programa *PowerPoint*.

3.6.6.6 Aula do professor P6

A aula do professor P6 ocorreu no dia 14/04/2021, no período da manhã, para três turmas do primeiro ano do Ensino Médio, com uma duração de 43 minutos. Ele leciona para estas turmas duas vezes por mês. Apenas três alunos estavam presentes e o conteúdo abordado foi sobre algumas situações-problema, direcionadas ao SPAECE, por meio dos descritores D23¹⁷ e D67¹⁸. A figura a seguir representa um dos problemas abordados:

Figura 17 – Situação-problema apresentada pelo professor P6.



Fonte: Dados da pesquisa.

A aula se concentrou basicamente por meio da resolução de seis questões, onde o professor, à medida que apresentava o problema na tela, já realizava a resolução, mostrando os cálculos necessários, tendo, assim, conduzido a aula toda como personagem central, não

¹⁷ Resolver situação-problema com números reais envolvendo suas operações.

¹⁸ Resolver problema envolvendo o cálculo de área de figuras planas.

havendo nenhum tipo de incentivo à interação alunos-alunos ou professor-alunos. Na ocasião, além da ferramenta *Google Meet* e arquivos, em extensão *.pdf*, ele utilizou uma mesa digitalizadora e o programa *Inkodo*¹⁹.

3.6.6.7 Aula da professora P7

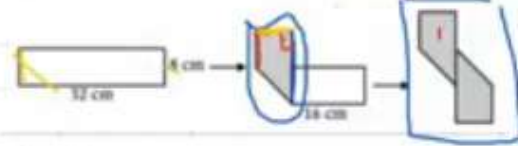
A aula da professora P7 se deu no dia 12/04/2021, no período da tarde, com uma duração de 40 minutos. Os alunos que assistiram a respectiva aula pertenciam às três turmas, do segundo ano do Ensino Médio, que possuem, juntas, 135 alunos, onde apenas 17 estavam presentes. Ela apresenta aulas síncronas com estas turmas duas vezes por mês.

A professora iniciou fazendo uma explanação sobre as áreas de figuras planas, já apresentando as fórmulas das figuras principais: quadrado, retângulo, paralelogramo, losango, trapézio e triângulo. Em seguida, ela explanou os mesmos exercícios, apresentados pelo professor P6, também direcionados ao SPAECE, por meio dos descritores D67 e D23. A figura a seguir mostra um dos problemas, expostos por P7:

Figura 18 – Situação-problema apresentada pela professora P7.

D67 – RESOLVER PROBLEMA ENVOLVENDO CÁLCULO DE ÁREAS DE FIGURAS PLANAS

Uma tira retangular de cartolina, branca de um lado e cinza do outro, foi dobrada como na figura, formando um polígono de 8 lados. Qual é a área desse polígono?



$$\frac{(B+b)h}{2} = \frac{(16+8)8}{2}$$

$$\frac{24 \cdot 8}{2} = 12 \cdot 8 = 96$$

$$\frac{96 \times 2}{2} = 192$$

A) 256 cm²
 B) 192 cm²
 C) 512 cm²
 D) 256 cm²

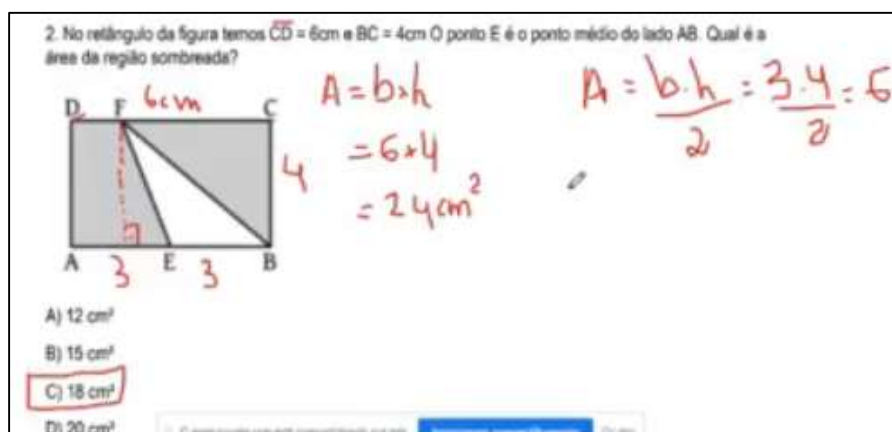
$A = 1/2(8+16) \cdot 8/2$

Fonte: Dados da pesquisa.

Especificamente no problema apresentado na Figura 18, houve interação de dois alunos, que não entenderam alguma parte da resolução, e fizeram algumas perguntas sobre a resolução das questões, nas quais foram prontamente respondidas pela professora.

Figura 19 – Situação-problema apresentada pela professora P7.

¹⁹ Aplicativo de bloco de notas, que serve para realizar anotações, através da mesa digitalizadora.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão seguinte, apresentada pela figura acima, houve bastante interação dos alunos, pois a professora, constantemente, os questionavam, seguindo com uma breve pausa na sua fala, até que algum deles respondessem suas perguntas, que eram do tipo:

P7: Quem é a base do retângulo? [...] e a altura? Qual o valor da base desse triângulo [...] e quem é a altura? Eu vou traçar aqui a altura desse triângulo. Bem aqui ó, a altura dele. Quanto que vale a altura? Então ó, daí eu já tenho a área do retângulo (a área toda), e já tenho a área do triângulo. O que que eu vou fazer agora, pra encontrar a área?

Especificamente nesta questão, observa-se uma ação aproximada aos pressupostos da TSD, quando a professora instiga os alunos a analisarem os dados do problema exposto, por meio de argumentos precisos, para que, em seguida, em posse do conjunto das respostas produzidas, possam encontrar a resolução do problema.

Para os demais problemas, a professora não utilizou o mesmo artifício, tendo, assim, ocorrido uma menor interação em tais questões. A aula foi, em sua maior parte, conduzida pelo método expositivo, onde a professora apresentava aos alunos sua própria resolução, não os instigando a buscar seus próprios meios de se resolver os problemas. Em relação ao uso de recursos tecnológicos, assim como a maioria dos professores pesquisados, P7 se limitou a utilizar somente a ferramenta *Google Meet* e arquivos em extensão *.pdf*.

3.6.6.8 Aula do professor P8

A aula do professor P8 ocorreu no dia 12/04/2021, no período da manhã, e teve duração de 31 minutos. Esta aula foi direcionada às três turmas, do terceiro ano do Ensino

Médio, totalizando 129 alunos, dos quais, 17 estavam presentes. Além disso, o professor informou lecionar nestas turmas duas vezes no mês.

Antes de iniciar o momento de aula, o professor desejou que todos estivessem bem, devido à situação pandêmica vivenciada, informando aos alunos que ele estava ali, naquele momento, dando o melhor dele, na intenção de ajudá-los. Desta forma, o professor manifesta uma competência profissional, que vai além de habilidades técnicas, demonstrando um papel de educador, humanizado e empático, com a realidade dos alunos.

Os assuntos abordados foram sobre volume do paralelepípedo e proporcionalidade, no qual o professor apresentou uma lista de problemas a serem resolvidos, retirados de itens de avaliações externas, visando apresentar ao aluno o estilo de questões que são cobradas no SPAECE. Entretanto, ele comunicou que não iria resolver todos os itens, pois queria que eles tentassem resolver alguns.

O professor, portanto, iniciou já apresentando a fórmula do cálculo do volume do paralelepípedo. Em seguida, ele apresentou os cálculos necessários à resolução dos problemas, sem realizar qualquer tipo de intervenção ou incentivo para que os alunos interagissem durante este momento. A figura a seguir mostra uma dessas questões:

Figura 20 – Situação-problema apresentada pelo professor P8.

1ª) Um aquário na forma de paralelepípedo retângulo de comprimento 80 centímetros e largura 40 centímetros, está com água a uma altura de 30 centímetros. Após mergulhar uma pedra decorativa, deixando-a totalmente imersa, a coluna de água aumentou 5 cm.	
Qual é a medida do volume, em centímetros cúbicos, dessa pedra?	
A) 5	
B) 25	$V_p = 80 \cdot 40 \cdot 5$
C) 16 000	$V_p = 3200 \cdot 5$
D) 80 000	$V_p = 16000 \text{ cm}^3$
E) 112 000	

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim como a maioria dos demais professores, o professor P8 utilizou apenas as funções da ferramenta *Google Meet* e a apresentação em *PowerPoint*, para conduzir sua aula, verificando, assim, a necessidade da utilização de recursos tecnológicos, que venham a contribuir com o processo de ensino da Matemática.

Apesar de nem todas as aulas terem contemplado o conteúdo de Geometria, foi possível verificar algumas considerações, acerca das ações docentes no ensino da Matemática. Assim, percebeu-se a presença, entre a maioria dos participantes, de uma metodologia de ensino tradicional, priorizando o método expositivo, sendo, os professores, reconhecidos como personagens principais, durante toda a aula. Em relação ao conteúdo geométrico, observou-se uma grande tendência em se utilizar fórmulas prontas ou resolução de exercícios, de forma repetitiva e mecanizada, sem maiores explicações ou demonstrações sobre tais procedimentos. Tal ação, por sinal, vai na contramão, tanto da proposta trazida nesta pesquisa, como na BNCC, conforme trecho a seguir:

Assim, a Geometria não pode ficar reduzida a mera aplicação de fórmulas de cálculo de área e de volume nem a aplicações numéricas imediatas de teoremas sobre relações de proporcionalidade em situações relativas a feixes de retas paralelas cortadas por retas secantes ou do teorema de Pitágoras. A equivalência de áreas, por exemplo, já praticada há milhares de anos pelos mesopotâmios e gregos antigos sem utilizar fórmulas, permite transformar qualquer região poligonal plana em um quadrado com mesma área (é o que os gregos chamavam “fazer a quadratura de uma figura”). Isso permite, inclusive, resolver geometricamente problemas que podem ser traduzidos por uma equação do 2º grau (BRASIL, 2017, p. 273).

Ademais, a presença da utilização de recursos tecnológicos, que facilitasse a visualização e compreensão dos elementos geométricos, foi quase inexistente. Apenas os professores P2 e P4 empregaram tais recursos, por meio do *software* GeoGebra. Além disso, não houve uma iniciativa de propiciar aos alunos, condições e meios suficientes, para que eles pudessem desenvolver suas próprias hipóteses, em um processo investigativo, de modo a formar um raciocínio hipotético-dedutivo, conforme recomendado pela BNCC (BRASIL, 2017).

Portanto, verificou-se como principais obstáculos profissionais, presentes durante as aulas de Matemática, relacionados ao contexto abordado nesta pesquisa, a falta de familiaridade com recursos tecnológicos educacionais; o uso de uma metodologia de ensino expositiva e tradicional; e a falta de adesão e participação dos alunos, durante as aulas, conforme já havia sido citado pelos professores, durante o primeiro questionário.

Desta forma, na intenção de buscar meios que venham a contribuir na superação de tais obstáculos identificados e, conseqüentemente, ajudando na formação profissional destes professores, no tópico seguinte, serão descritas as ações a serem executadas no processo formativo destes participantes.

4 CONCEPÇÃO E ANÁLISE *A PRIORI*

Concluída a fase das análises preliminares, a pesquisa terá continuidade, em torno da segunda fase da ED: Concepções e Análise *a priori*. Esta etapa desempenhou um papel de orientação, para a elaboração das atividades, que compuseram as Situações Didáticas Profissionais, e que abordaram as considerações, identificadas nas análises preliminares.

Conforme Artigue (1988), esta fase envolve uma parte descritiva e outra preditiva. Logo, à medida em que se explana como se dará o controle das relações, entre a percepção dos comportamentos dos professores em formação (alunos) e as situações didáticas propostas, explicita-se as hipóteses que, até então estavam implícitas, e servirão de referência à análise *a posteriori* e validação da pesquisa. De acordo com Carneiro (2005), estas não devem ser muito amplas, para que não corra o risco de atrapalhar o processo de aprendizagem, a longo prazo. “Ao expressá-las, é preciso ter consciência de que vamos voltar a elas, durante a experimentação, checando-as, inquirendo-as. Será que o plano funciona? Será que nossas hipóteses são válidas? ” (CARNEIRO, 2005, p. 103-104). Almouloud (2007) menciona que este momento é extremamente relevante, uma vez que, a qualidade de sua realização, determinará o êxito da situação-problema, além de permitir, ao professor, poder administrar a realização das atividades dos alunos e, também, identificar e compreender os fatos observados. Ainda, de acordo com o autor, uma análise *a priori* das situações-problema deve ser feita sob a dimensão matemática e didática.

Na análise matemática, devem ser identificados os métodos e/ou estratégias de resolução de cada situação, destacando os conhecimentos e saberes matemáticos envolvidos. Já a análise didática, deve ser realizada, considerando-se, pelo menos, os seguintes aspectos:

- Analisar a pertinência das situações propostas, em relação ao saber matemático visado e em relação aos saberes anteriormente adquiridos.
- Identificar as variáveis de comando da situação e escolher aquelas necessárias para o estudo.
- Estudar a consistência das situações, isto é, verificar se as variáveis escolhidas não possibilitam que os alunos construam conhecimentos incompatíveis, mesmo que de modo provisório.
- Prever e analisar as dificuldades que os alunos podem enfrentar na resolução de cada atividade.
- Identificar os novos conhecimentos e/ou métodos de resolução que os alunos podem adquirir.
- Prever os saberes/conhecimentos e/ou métodos de resolução de problemas que devem ser institucionalizados (ALMOULLOUD, 2007, p. 176-177).

Desse modo, apresenta-se uma proposta de utilização de situações didáticas, com o intuito de promover o desenvolvimento de habilidades e competências, relacionadas ao ensino de Geometria, provocando uma reflexão, nos conceitos pragmáticos, dos professores em formação. Vale ressaltar ainda, sobre o apoio que o GeoGebra trará, tanto durante a resolução de tais situações, possibilitando uma melhor visualização e compreensão dos elementos matemáticos, como, na perspectiva de apresentar aos professores, os recursos trazidos pelo *software*, incentivando, assim, o seu uso em sala de aula.

Portanto, diante do que já foi explorado nos tópicos anteriores, as hipóteses formuladas, que subsidiam o desenvolvimento desta pesquisa são:

- i. A utilização do *software* GeoGebra provoca, nos professores em formação, uma reflexão sobre a sua contribuição no ensino da Geometria
- ii. A análise do trabalho, conforme os pressupostos da DP, aliada ao conjunto de dados, abordados na TSD, possibilita aos professores avaliar, por meio de ações e reflexões, sua prática pedagógica, influenciando, assim, nos seus saberes docentes e provocando mudanças que contribuam para sua qualificação profissional.

Realizou-se, então, o planejamento das situações didáticas, de acordo com as necessidades observadas na fase anterior, bem como a escolha das situações-problema – segundo as dialéticas da TSD – que serão aplicadas, no curso de formação, analisando qual o desafio da situação para o professor participante, “decorrente das possibilidades de ação, de escolha, de decisão, de controle e de validação de que ele disporá durante a experimentação” (MACHADO, 1999, p. 204), caracterizando, assim, o momento descritivo desta fase. Além disso, propõe-se a observação de suas concepções, segundo a Didática Profissional, para que, em seguida, realize-se um debate, a fim de intensificar o momento de reflexão de suas práticas pedagógicas. A seguir, apresenta-se uma síntese do plano de ação executado, de acordo com os principais resultados obtidos na fase anterior:

Quadro 15 – Síntese do plano de ação a ser executado.

Obstáculo identificado	Ação a ser desenvolvida nas SDPs no momento de formação
Falta de familiaridade com o GeoGebra como recurso tecnológico	Apresentar os comandos básicos do GeoGebra e a proposta da sua utilização nos problemas geométricos.

Os professores ainda adotam o modo de ensino expositivo e tradicional	Apresentar o modelo de ensino teórico, embasado pelos pressupostos da TSD, a fim de proporcionar ao professor uma opção de metodologia de ensino diferente da convencional utilizada.
Pouca adesão e participação dos alunos durante as aulas	Incentivar os professores a utilizarem a metodologia de ensino proposta na pesquisa, apresentando-lhes competências e conceitos, relacionados a tal teoria, que venham provocar mudanças em sua prática docente e, conseqüentemente, na motivação dos alunos.
Os professores não costumam refletir sobre sua prática docente	Propiciar um momento de reflexão durante o processo de formação

Fonte: Construção da autora (2021).

Já no aspecto previsivo, conforme Machado (1999), deverá se realizar uma previsão dos prováveis comportamentos, mostrando no que a análise, efetuada anteriormente, permite controlar o sentido desses comportamentos, além de assegurar que, se houverem tais comportamentos, estes, resultarão no desenvolvimento pretendido pela aprendizagem. Portanto, buscando provocar nos professores, uma reflexão de suas ações docentes, e a mobilização de seus conhecimentos pragmáticos, foi realizada, para cada SDP, em consonância com Pastré (2004), uma previsão e observação dos aspectos, intrínsecos ao seu *métier* e do seu campo profissional, tais como a organização de suas ações, seus conhecimentos e estratégias mobilizadas, assim como os obstáculos envolvidos, na perspectiva de desenvolver habilidades e competências profissionais, circunstanciadas em ambientes profissionais colaborativos, por meio de trocas e discussões de informações, que auxiliem na investigação matemática da situação em jogo.

Para isso, serão apresentados nesta fase, quatro problemas, adaptados de questões, retiradas dos boletins pedagógicos de Matemática do Ensino Médio do SPAECE²⁰, que

²⁰ Estes boletins foram divulgados, anualmente, entre os anos de 2008 a 2018, através do site: <https://spaece.caedufjf.net/colecao/anos-anteriores/>. Neles, encontra-se uma análise dos resultados alcançados, os indicadores de desempenho, sugestão para atividades pedagógicas e alguns exemplos de itens matemáticos, com suas devidas interpretações pedagógicas.

abordam o conteúdo de Geometria plana/espacial. Os problemas propostos foram adaptados, de modo a possibilitar, além dos objetivos já mencionados, ajustá-los, de maneira a proporcionar situações, que estimulem o raciocínio matemático e explore conceitos e propriedades. Tal fato, juntamente com a utilização do *software* GeoGebra, caracteriza-se por uma transposição didática, uma vez que, neste processo, o professor deverá “recontextualizar e repersonalizar o saber científico” (ALVES, 2016, p. 60).

As descrições e resoluções dos problemas propostos para compor as Situações Didáticas Profissionais, vão ao encontro da sua definição, pois, como já mencionado anteriormente, a SDP se caracteriza por um conjunto de situações desafiadoras, que ocorrem nos planos de atuação da sala de aula, do posto de trabalho e/ou instituição escolar. Tais situações, remetem à definição de professor competente, na qual se consubstancia na capacidade de controlar, progressivamente, situações cada vez mais complexas e não triviais, todavia, recorrentes e invariantes no sistema escolar, sobretudo no ambiente da sala de aula (ALVES; JUCÁ, 2019).

Em relação ao uso do GeoGebra, como recurso tecnológico educacional, este vai ao encontro do que contempla a BNCC, sobre o uso das tecnologias digitais, e ainda, de modo mais específico, o uso de *softwares* dinâmicos e interativos, para o auxílio na observação e estudo da ideia de movimento e posição:

Atividades investigativas com *softwares* dinâmicos que inter-relacionem movimento e posição podem também promover o desenvolvimento dessas ideias, importantes em cartografia e na movimentação diária do cidadão comum. Por vivermos em um mundo conectado com celulares às mãos, aparelhos de geolocalização, TVs a cabo, câmeras de vigilância etc., o estudo do movimento e posição tem muitas finalidades em diversas áreas (BRASIL, 2017, p. 521).

Desta forma, o GeoGebra apresenta-se como um forte aliado, capaz de atender às recomendações apresentadas nos excertos anteriores, pois é um *software* que permite trabalhar com Geometria (Geo) e Álgebra (Gebra), gratuito e livre, para uso, tanto em computadores, como em *smartphones* e *tablets*. Além disso, ele disponibiliza suas construções na *internet*, de forma dinâmica e interativaexpandindo, assim, o seu uso em sala de aula e, conseqüentemente, contribuindo para implementar mudanças nas práticas pedagógicas adotadas. Seu dinamismo, por meio de suas diversas ferramentas, possibilita ao professor/aluno trabalhar com diversos conteúdos. As ferramentas, em sua maioria, possuem linguagem usual dos elementos matemáticos, tais como: ponto, reta, vetor, polígono regular, pirâmide, dentre outros. Por ser um programa de Geometria dinâmica, ele apresenta o mecanismo de manipular uma figura construída, por meio de seus pontos iniciais, podendo alterar seu tamanho e posição, sem

modificar suas propriedades iniciais. Portanto, nesta análise, foram selecionadas situações, compatíveis ao uso do *software*, que auxiliem na elaboração de hipóteses, das possíveis soluções dos problemas propostos, e ao mesmo tempo estimulem os conhecimentos prévios matemáticos.

4.1 Concepção das Situações Didáticas Profissionais

Este tópico tratará a respeito da concepção das Situações Didáticas Profissionais, procurando delinear como se deu todo o processo de preparação e concepção. As variáveis de comando foram definidas, sob a perspectiva macrodidática (ou global), uma vez que esta variável está relacionada com a organização global das situações didáticas, representadas pelas situações-problema, que por sua vez “é constituída por um conjunto de questões abertas e/ou fechadas formulada em contexto mais ou menos matematizado, envolvendo um campo de problemas colocados em um ou vários domínios de saber e de conhecimentos” (ALMOULOUD, 2016, p. 115-116). Portanto, apoiando-se no modelo do trabalho de Ferreira (2016), as variáveis macrodidáticas definidas nesta pesquisa foram:

i. **Referencial:**

- Didática Profissional – A utilização da DP servirá de suporte à análise do trabalho dos investigados, permitindo identificar as competências e os obstáculos presentes na sua atividade profissional, controlando as ações a serem discutidas no decorrer da formação.
- Teoria das Situações Didáticas – A escolha da utilização da TSD tem como objetivo apresentar e propor, aos professores, uma metodologia de ensino, possível de ser implementada em sala de aula (por meio da aplicação de Situações Didáticas Profissionais), além de provocar conjecturas e valorizá-las, pretendendo-se estimulá-los a consideração da criação de métodos investigativos, mediante a elaboração de argumentos e hipóteses, para se chegar à solução de um problema, visando, assim, controlar constatações da dimensão didática.

- ii. **Ambiente de Realização:** Opção por problemas geométricos, em um ambiente de papel e lápis, aliado ao ambiente do GeoGebra. Acredita-se que, ao incentivar o uso do *software*, como recurso tecnológico, juntamente com os cálculos algébricos, realizados no ambiente papel e lápis, se facilitará a percepção visual dos elementos geométricos, contidos no problema, permitindo, assim, controlar constatações da dimensão cognitiva e didática.

- iii. **Organização dos participantes:** Realização das atividades em grupo, visando proporcionar um ambiente de interação e colaboração entre os participantes.
- iv. **Formato de entrega das atividades:** Devido à formação ocorrer de forma remota, as atividades serão apresentadas via *Google Meet*, assegurando o tempo necessário para compreensão do enunciado de cada problema.
- v. **Forma de coleta de dados:** Registros serão gravados em áudio e vídeo, além de registros escritos, enviados por fotos, através do *WhatsApp*, de modo a coletar as discussões ocorridas.

Diante das escolhas das variáveis globais, que fundamentaram esta pesquisa, a seguir, detalha-se a concepção das situações didáticas.

Tais situações foram estruturadas, de acordo com os aspectos elencados na fase anterior, bem como o referencial teórico, levantado anteriormente. As escolhas locais estão organizadas e pautadas, conforme as previsões dos comportamentos dos investigados, tais como as concepções levantadas, as dificuldades ocorridas e as estratégias utilizadas, durante a resolução das situações-problema que, por sua vez, foram formuladas, para serem comparadas com os resultados, advindos da análise *a priori*, contribuindo assim para a validação futura.

Por intermédio dos estudos realizados na fase anterior, sob as dimensões epistemológicas e didáticas, este trabalho procurou abordar assuntos de Geometria plana/espacial, voltados ao SPAECE. Pelo fato da não disponibilidade, ao público, das provas desta avaliação, os problemas foram selecionados e adaptados dos boletins pedagógicos de avaliação de Matemática do Ensino Médio do SPAECE.

Assim, esta seção apresentará quatro situações, aplicadas no ensino da Geometria plana/espacial, de forma a possibilitar ao professor em formação (aluno) a capacidade de refletir, agir, se expressar, raciocinar e progredir, por iniciativa própria, adquirindo assim novos conhecimentos (ALMOULOU, 2007). Admitindo-se que os professores em formação já possuam conhecimentos dos conteúdos apresentados, é importante ressaltar que é esperado que eles não considerem a resolução dos problemas como desafiadora, visto que o foco deste trabalho não consiste em ensinar os conteúdos geométricos abordados, mas sim, analisar as concepções pragmáticas, mobilizadas, durante a resolução e reflexão, de cada um dos problemas geométricos. Portanto, o desafio se evidenciará, a partir do esforço de empreender, diante dos problemas propostos, uma análise e reflexão, sobre as práticas docentes, relativas ao conteúdo abordado, e fundamentadas pelos pressupostos da TSD, norteando, assim, a elaboração de hipóteses, desenvolvendo habilidades e estratégias, aprofundando os conteúdos

estudados e, por fim, apresentando uma proposta de metodologia para o ensino da Geometria, provocando, assim, mudanças que contribuam para a sua qualificação profissional.

Na ocasião, o *software* GeoGebra será utilizado, como recurso digital, formando, junto com a situação adidática, elementos determinantes, nas situações de aprendizagem a serem trabalhadas. Conforme Santos e Alves (2018), o GeoGebra facilita a realização de uma transposição didática, estimulando o raciocínio, através da modelagem do problema, de forma interativa, explorando e visualizando os elementos matemáticos presentes em cada situação. A transposição profissional, por sua vez, será verificada diante da capacidade de se transmitir conhecimentos profissionais, manifestadas pelos professores mais experientes, aos menos experientes.

Diante disso, recomenda-se o estabelecimento de um contrato didático, citando as regras a serem seguidas, entre a pesquisadora e os professores em formação, visando assim, evitar possíveis mal-entendidos e falhas de comunicação, que possam vir a prejudicar o bom funcionamento das situações. No cenário profissional, o contrato didático transforma-se em um contrato profissional, no qual são observados os comportamentos e conceitos pragmáticos, mobilizados pelos participantes, diante das situações propostas. Ademais, ainda no contexto profissional, pretende-se analisar os comportamentos, em geral (individual e coletivo), dos docentes participantes da pesquisa, diante dos pressupostos aqui abordados, no âmbito da DP, em seu posto de trabalho.

Isto posto, as quatro fases dialéticas, que compõem a TSD, serão utilizadas neste momento. É importante destacar que, não necessariamente, tais fases acontecem de maneira organizada e/ou isolada, podendo ocorrer simultaneamente, separadamente ou deixar de acontecer alguma fase (AZEVEDO, 2020). Ainda, por tratar-se de situações, voltadas para a formação docente, haverá personagens distintos neste cenário: a pesquisadora (que exercerá também o papel de professora) e os professores em formação (que na ocasião, exercerão o papel de alunos).

Portanto, finalmente, a seguir, serão descritas as atividades que constituem as Situações Didáticas Profissionais, segundo uma previsão de ações, relacionadas à análise pedagógica, ao conhecimento do assunto e estratégias de resolução. Cabe destacar que o processo de devolução estará presente em todas as situações, uma vez que se buscou despertar nos professores participantes o interesse em encontrar a resolução do problema, priorizando o uso de artifícios e estratégias que, futuramente, possam vir a fazer parte do conjunto de responsabilidade e rotina do professor, esperado pela sua instituição de trabalho.

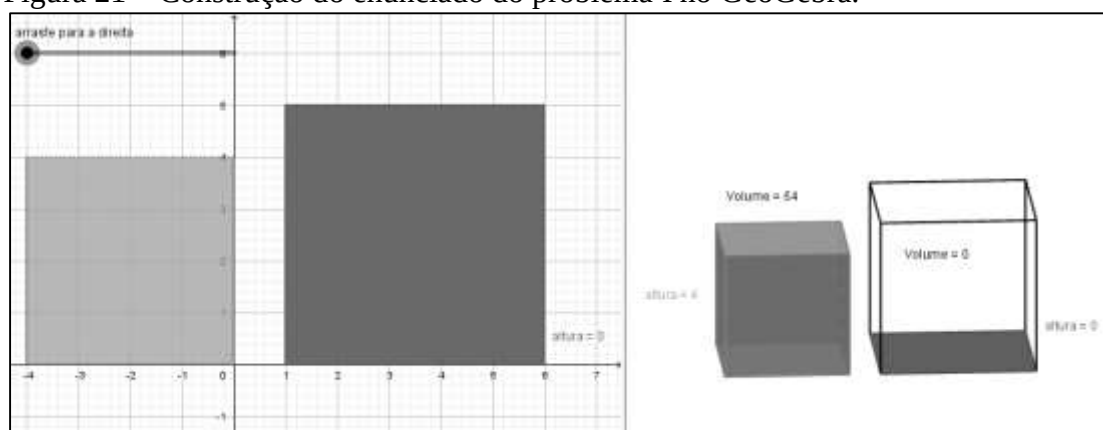
4.1.1 Situação Didática Profissional I ²¹

Duas caixas d'água cúbicas, cujas dimensões medem 4 dm e 5 dm, foram instaladas no sistema de vasos comunicantes, ligadas por canos no fundo. Entre as caixas existe um registro que permite a passagem de água quando aberto. Com esse registro fechado a primeira caixa d'água foi completamente cheia. Depois o registro foi aberto e toda a água foi transferida para a caixa maior. Desprezando a quantidade de água nos canos, qual será a altura de água presente na caixa maior?

Este problema deve abordar conceitos relacionados às diferentes dimensões de um paralelepípedo, noção de volume, e a sua relação com a fórmula do volume de um cubo.

Dialética de ação – Almouloud (2007) afirma que esta fase é fundamental para o aluno definir suas escolhas e decisões. Portanto, neste momento, espera-se que os professores em formação, após o primeiro contato com o enunciado do problema, percebam que as caixas d'água são formadas por cubos e, portanto, as arestas (a_1 e a_2) de cada um deles são iguais. Além disso, eles devem observar que as caixas têm capacidades diferentes e, portanto, a altura do nível de água será diferente para uma mesma quantidade de volume. Como forma de incentivar o uso de um recurso digital, que propicie uma melhor percepção visual da situação, a construção do enunciado do problema será representada no GeoGebra e disponibilizada aos sujeitos da pesquisa, como mostrado na figura a seguir:

Figura 21 – Construção do enunciado do problema I no GeoGebra.

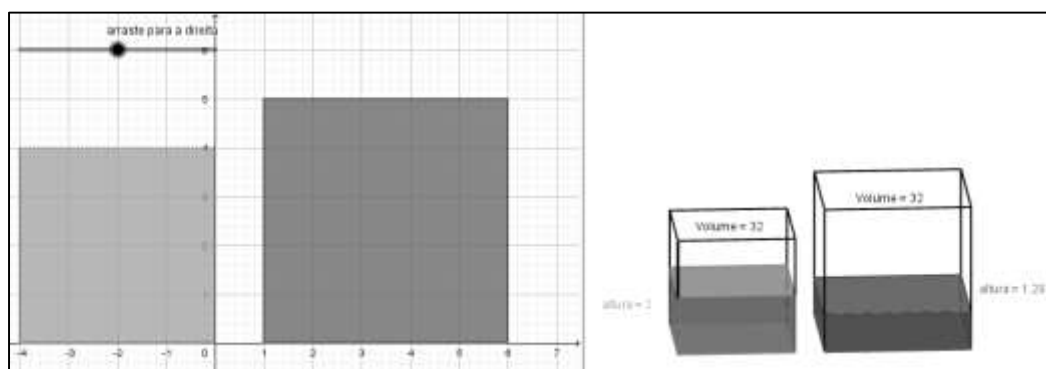


Fonte: Elaboração da autora (2021).

²¹ Situação adaptada da questão M120179ES do boletim pedagógico de Matemática do SPAECE Ensino Médio, do ano de 2013.

Na ocasião, o GeoGebra dispõe da ferramenta *controle deslizante*, que pode vir a facilitar esta compreensão durante a interação entre os sujeitos. Portanto, os professores poderão utilizar de tal artifício, manipulando o controle deslizante “arraste para a direita” para visualizar o volume e altura do nível de água em cada um dos cubos, a fim de estabelecer uma relação de igualdade entre o volume das duas caixas d’água, satisfazendo os requisitos necessários para se resolver o problema. As figuras a seguir mostram a construção do problema com tal recurso:

Figura 22 – Construção no GeoGebra referente ao problema I.



Fonte: Construção da autora (2021).

Verifica-se, portanto, pela Figura 22, que as duas caixas d’água possuem o mesmo volume de água (32 dm³) e alturas, desse nível de água, diferentes, confirmando assim, por meio visual, o que já havia sido comentado anteriormente.

Dialética de formulação – O próximo passo, após este momento de observações e delineamento de estratégias, é o debate dos procedimentos a serem adotados para se chegar à solução do problema. Neste momento, “o aluno troca informações com uma ou várias pessoas, que serão emissores e receptores, trocando mensagens escritas ou orais” (ALMOULOU, 2007, p. 38). Assim, nesta fase, o diálogo entre os participantes se torna elemento essencial, buscando desenvolver ideias para a resolução do problema, da forma mais didática e compreensível possível.

Portanto, espera-se que o *software*, auxilie os professores, a observarem as informações contidas na construção do problema, relacionando-as com o modelo matemático algébrico utilizado para se chegar à solução. Logo, os participantes devem achar necessário encontrar o volume da caixa (V1) e relacioná-lo com a altura da caixa à direita. Tal raciocínio é formalizado pelas expressões a seguir:

$$V1 = A_{base} \cdot h \quad (1)$$

Onde A_{base} é a área da base e h é a altura. Como as dimensões da base e da altura de um cubo, possuem as mesmas arestas, então o volume $V1$, da caixa à esquerda, poderá ser representado como a seguir:

$$V1 = a_1 \cdot a_1 \cdot a_1 \quad (2)$$

$$V1 = 4 \cdot 4 \cdot 4 \quad (3)$$

$$V1 = 64 \text{ dm}^3 \quad (4)$$

Dessa maneira, se sabe que o volume de água, presente na caixa d'água à direita, será igual ao volume total, da caixa à esquerda (64 dm^3). Logo, eles devem formalizar a seguinte expressão, para se encontrar a altura (h_2) do nível de água, na caixa à direita:

$$V2 = a_2 \cdot a_2 \cdot a_2 \quad (5)$$

$$64 = 5 \cdot 5 \cdot h_2 \quad (6)$$

$$64 = 25h_2 \quad (7)$$

$$h_2 = \frac{64}{25} \quad (8)$$

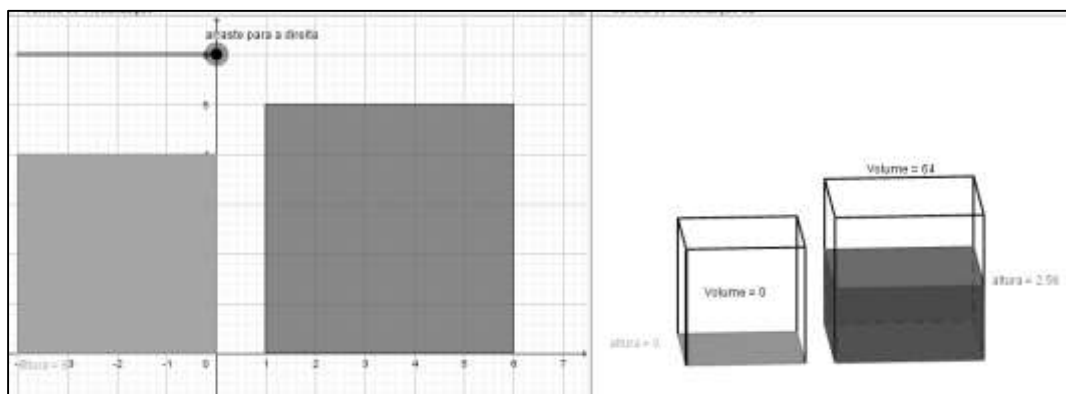
$$h_2 \cong 2,56 \text{ dm} \quad (9)$$

Assim, a caixa d'água à direita deverá ser cheia até a altura de 2,56 dm.

Dialética de validação – Nesta fase, os participantes empenham-se em demonstrar a exatidão de suas afirmações, por meio de procedimentos matemáticos, utilizando-se assim de uma linguagem matemática formal. De acordo com Almouloud (2007, p. 39), "o aprendiz deve mostrar a validade do modelo por ele criado, submetendo a mensagem Matemática (modelo da situação) ao julgamento de um interlocutor". Nesse caso, almeja-se que os participantes explicitem e formalizem suas concepções e estratégias para a resolução do problema, podendo impulsionar uma discussão com os demais integrantes. Para tal feito eles deverão mostrar os métodos adotados durante a resolução do problema, por meio de fórmulas matemáticas e, caso necessário, empregando o *software* GeoGebra, como mais um recurso para a certificação de sua resposta.

Portanto, espera-se que os professores participantes formalizem as suas estratégias, utilizando a construção no GeoGebra para mostrar, de acordo com o que foi apurado na fase anterior, que ao movimentar o controle deslizante "arraste para a direita", é possível verificar que o volume da caixa d'água à direita será igual a 64 dm^3 , exatamente quando o nível de água atingir a altura de 2,56 dm, conforme figura a seguir:

Figura 23 – Construção no GeoGebra referente ao problema I.



Fonte: Construção da autora (2021).

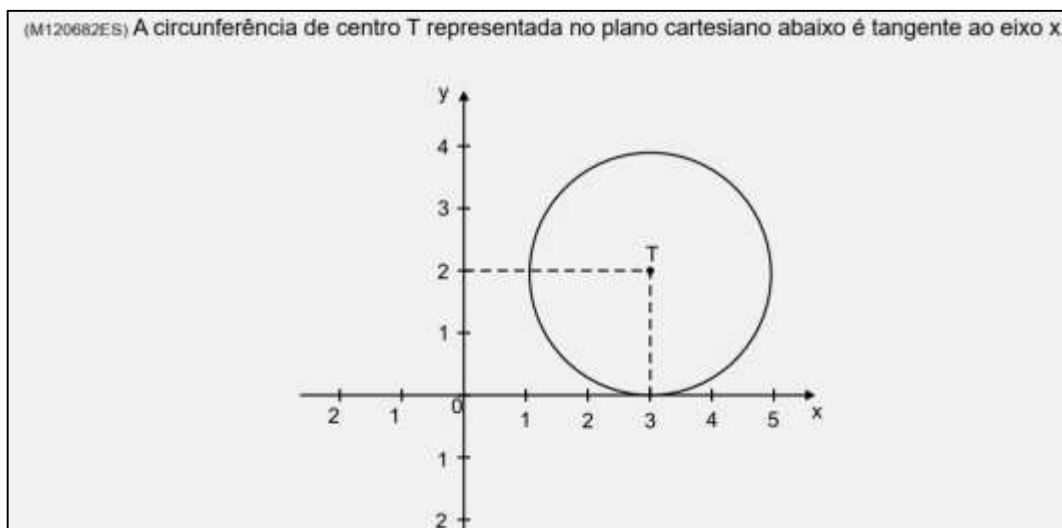
Após esta demonstração no GeoGebra, é conveniente que os professores apresentem suas resoluções algébricas, a fim de confrontá-las com a resolução gráfica, complementando, assim, a validação de suas assertivas.

Dialética de institucionalização – Esta é a fase em que a pesquisadora (professora) retoma a responsabilidade da situação, formalizando o resultado obtido pelos professores, caracterizando assim em uma situação didática. De acordo com Almouloud (2007, p. 40), este é o momento em que “o professor fixa, convencionalmente e explicitamente, o estatuto cognitivo do saber”. Neste caso, a professora pesquisadora, deve ratificar algumas definições, tais como:

- i. “Cubo é um paralelepípedo retângulo cujas arestas são congruentes” (DOLCE; POMPEO, 1993a, p. 143).
- ii. “O volume de um paralelepípedo retângulo é o produto das medidas de suas três dimensões” (DOLCE; POMPEO, 1993a, p. 155).
- iii. “No cubo de aresta a , temos $b = a$ e $c = a$.
 $V = a \cdot b \cdot c \rightarrow V = a \cdot a \cdot a \rightarrow V = a^3$ ” (DOLCE; POMPEO, 1993a, p. 155).

4.1.2 Situação Didática Profissional II

Figura 24 – Imagem retirada do boletim pedagógico do SPAECE 2015 para compor o problema II.



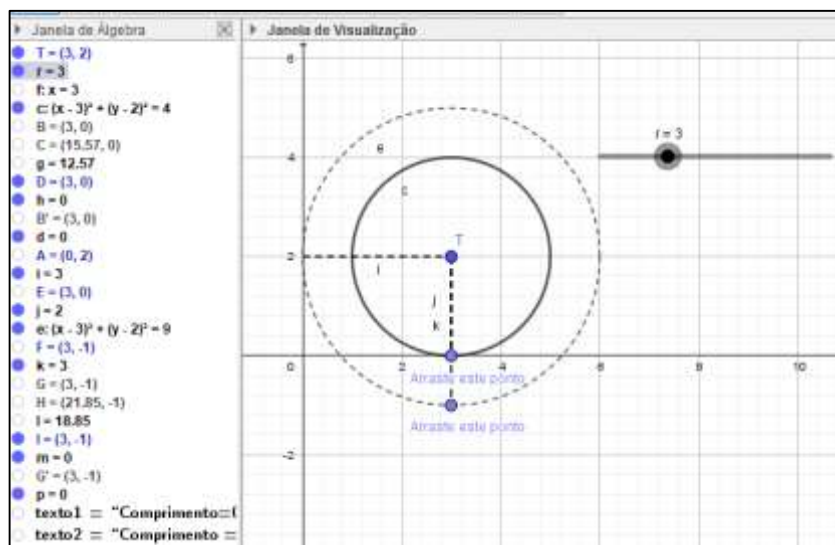
Fonte: Ceará (2015, p. 51).

Aumentando-se o seu raio (de modo que o centro continue o mesmo), até que ela fique tangente ao eixo y, qual será a medida do comprimento (em centímetros) desta nova circunferência?

Esta situação-problema envolve a localização de pontos no plano cartesiano; e os elementos e a noção de comprimento de uma circunferência.

Dialética de ação – Neste momento, o aluno deve resgatar seus conhecimentos prévios, mediante a vivência de ação, analisando, sem a necessidade de formalismo, o enunciado do problema. Almouloud (2007) indica que uma situação de ação adequada, deve propiciar ao aluno a capacidade de ponderar o resultado de sua conduta e repará-la, caso haja necessidade, sem a intervenção direta do professor. Na ocasião, almeja-se que, inicialmente, o professor em formação trace (no papel) a nova posição da circunferência, conforme enunciado, percebendo que não haverá modificação nas coordenadas de seu centro. Além disso, eles devem deduzir que, ao esticar toda a circunferência, estará determinando, justamente, o seu comprimento. No entanto, é possível que os participantes apresentem dificuldades em reproduzir, fielmente, o desenho da situação, utilizando apenas a visualização de forma intuitiva. Portanto, após realizar esta tentativa, é oportuno apresentar a construção da mesma figura no GeoGebra, assegurando, assim em uma análise e interpretação visual de forma mais precisa.

Figura 25 – Representação do problema II construído no GeoGebra.



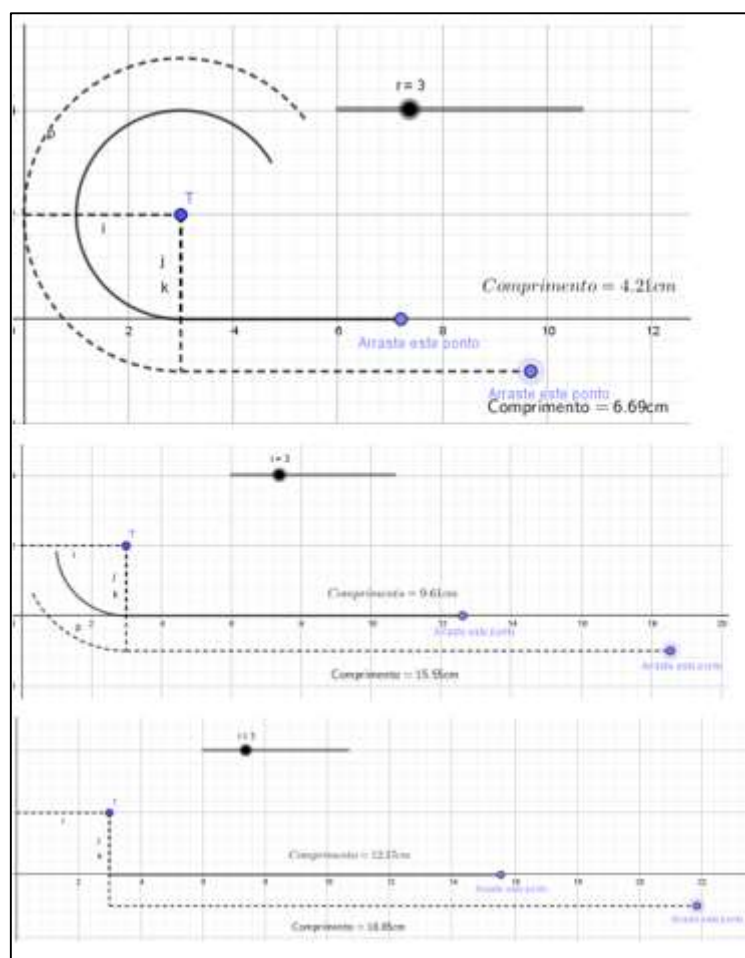
Fonte: Elaboração da autora (2021).

Pela Figura 25, observa-se, mais uma vez, a existência da ferramenta controle deslizante, na qual, irá possibilitar aos participantes o manuseio da medida do raio da circunferência, permitindo, assim, que as alterações ocorridas sejam observadas, conforme manipulação realizada, auxiliando a clarificar os meios estratégicos para a resolução do problema. Portanto, espera-se que os participantes reconheçam as informações, a partir da construção da situação no GeoGebra, tais como o raio e o comprimento das duas circunferências.

Não obstante, caso ele, mesmo com o recurso dinâmico e visual do GeoGebra, e o uso de seus conhecimentos prévios, apresente dificuldades para desenvolver uma linha de raciocínio, para elucidação do problema, a pesquisadora poderá mediar o manuseio da figura, construída no GeoGebra, reformulando-a e promovendo indagações que estimulem o raciocínio, durante a resolução, mantendo o cuidado de não fornecer respostas prontas. Feita tal adequação, e certificando-se de uma evolução na autonomia, reflexão e compreensão dos participantes, a seguir apresenta-se uma possível estratégia de resolução, a ser desenvolvida na fase de formulação:

Dialética de formulação – A partir desta fase, os professores participantes deverão debater as estratégias entre si, fazendo afirmações sobre a resolução, mesmo que não justificadas formalmente. A partir de então, eles deverão reconhecer o valor do raio da circunferência, tangente ao eixo y, bem como o comprimento de cada uma delas, socializando as estratégias intuitivas. Além disso, a construção no *software* permite ao professor simular um esticamento da circunferência, propiciando uma melhor compreensão à ideia de seu comprimento, conforme figura a seguir:

Figura 26 – Representação do problema II construído no GeoGebra.



Fonte: Construção da autora (2021).

Mais uma vez, o GeoGebra se destaca potencialmente útil, contribuindo para a visualização, de forma dinâmica, das posições das circunferências e seus devidos comprimentos, podendo, o professor em formação, manipular o seu movimento, a fim de analisar todo o trajeto.

Após esta análise visual, os professores poderão partir para uma tentativa de resolução algébrica, visando sempre buscar uma melhor maneira de conciliar as duas estratégias (visual e algébrica) para a resolução do problema. Desta forma, os professores poderão deduzir, pela Figura 25, que ao tangenciar o eixo das ordenadas, o raio da circunferência aumentará, exatamente, uma unidade em relação à circunferência anterior. Logo, os professores poderão expressar a seguinte solução:

Raio da circunferência menor (r) = 2 cm (10)

Raio da circunferência maior (R) = 3 cm (11)

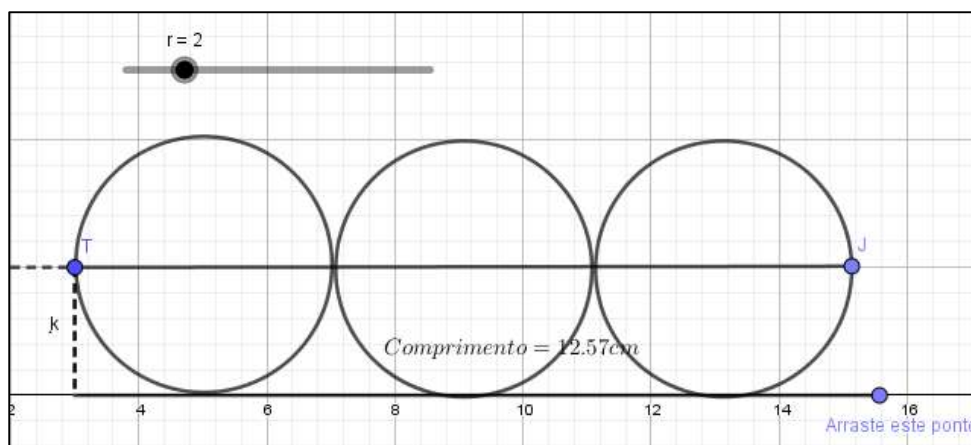
$$\text{Comprimento da circunferência menor} = 2\pi r \cong 12,57 \text{ cm} \quad (12)$$

$$\text{Comprimento da circunferência maior} = 2\pi R \cong 18,85 \text{ cm} \quad (13)$$

Dialética de validação – Nesta etapa a pesquisadora deverá estimular os participantes a apresentarem suas resoluções, de forma individual ou em grupo, a fim de compartilhar e validar as estratégias utilizadas, utilizando-se de uma linguagem mais formalizada e mecanismo de prova. Os interlocutores, por sua vez, poderão concordar ou não, solicitar mais explicações, ou até mesmo apresentar uma nova proposta de solução.

Logo, os professores podem, nesse momento, explicar sobre a medida do raio, demonstrando, por meio do *software*, que a nova circunferência, ao tocar no eixo *y*, terá seu raio, determinado pela distância do ponto de tangência ao seu centro, já conhecido, visto que o mesmo não alterará seu valor. É também conveniente que se explique a razão de se utilizar a fórmula $2\pi r$, para calcular o comprimento da circunferência, podendo utilizar o GeoGebra para tal demonstração, como mostrado na figura a seguir:

Figura 27 – Representação do problema II construído no GeoGebra.



Fonte: Construção da autora (2021).

Pela figura 27, percebe-se que o valor do comprimento da circunferência (12,57 cm) será um pouco maior, do que o equivalente a três diâmetros, dessa mesma circunferência (segmento TJ). Logo, como o diâmetro é igual a $2r$, pode-se afirmar que a medida que representa três diâmetros e “mais um pouco” será justamente o valor de π . Tal procedimento comprova, mesmo que intuitivamente, pela percepção visual, o porquê de utilizar a fórmula $2\pi r$, para calcular o comprimento de uma circunferência.

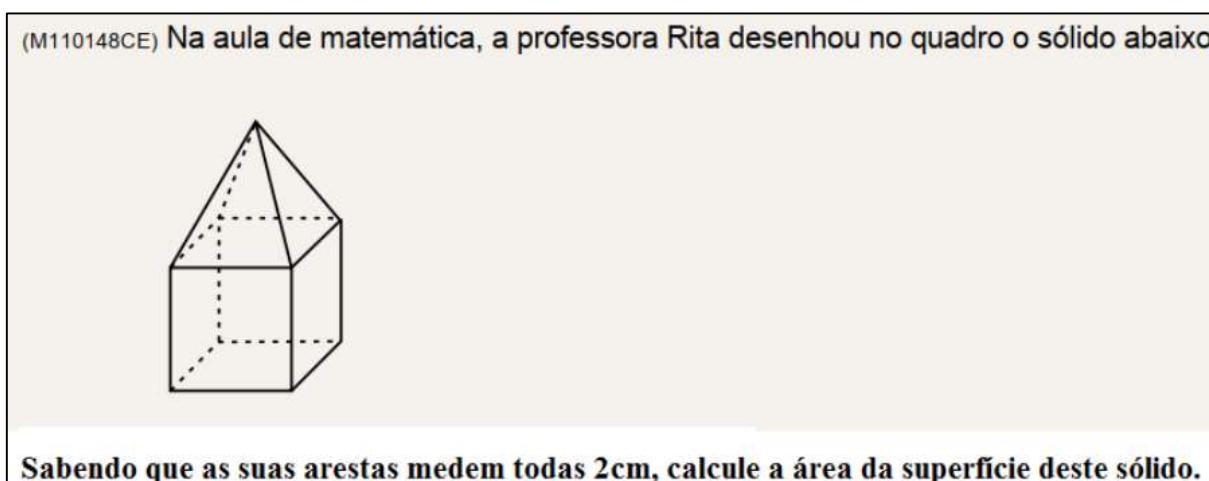
Dialética de institucionalização – Neste momento a pesquisadora deve realizar o fechamento da questão, ratificando as resoluções compartilhadas pelos professores, realizando

as correções necessárias e revendo os conceitos utilizados, em busca de oficializar o conteúdo. Na ocasião, as fórmulas, presentes na resolução do problema, devem ser apresentadas, a fim de realizar a confrontação com o resultado obtido, tais como:

- i. “O comprimento de uma circunferência de raio r é igual a $2\pi r$ ” (LIMA, 1991, p. 53).
- ii. “A razão entre o perímetro do círculo e seu diâmetro é um número constante representado por π ” (DOLCE; POMPEO, 1993b).

4.1.3 Situação Didática Profissional III

Figura 28 – Item retirado do boletim pedagógico de Matemática SPAECE –2017.

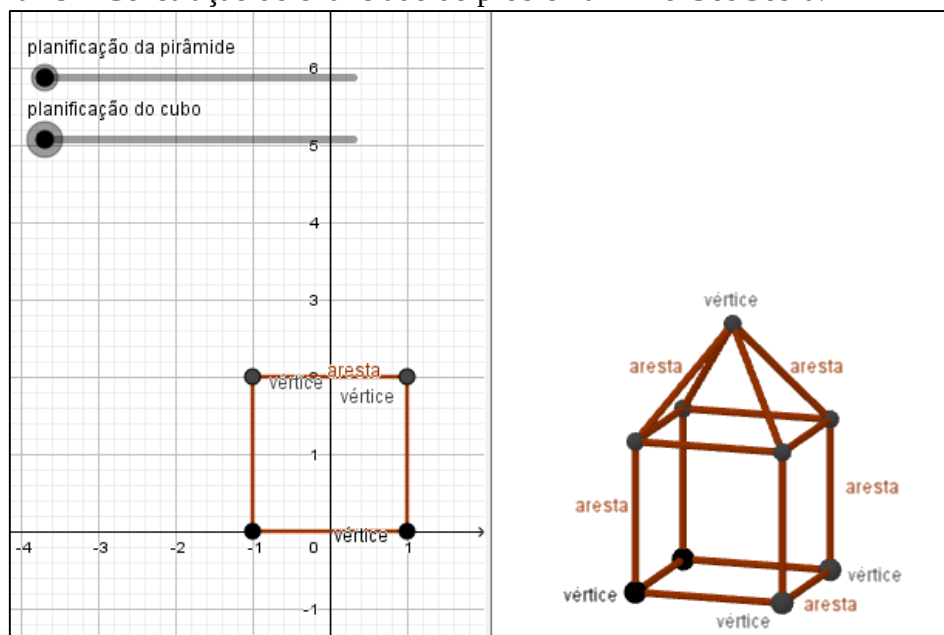


Fonte: Adaptado de Ceará (2013, p. 70).

Este problema deve abordar conhecimentos relacionados à identificação da planificação de alguns poliedros, área de figuras planas e área da superfície total de sólidos geométricos.

Dialética de ação – Almouloud (2007) afirma que esta fase é fundamental para o aluno definir suas escolhas e decisões. Portanto, neste momento, espera-se que os professores em formação, após o primeiro contato com o enunciado do problema, reconheçam os polígonos presentes no sólido geométrico, identificando seus elementos, sobretudo a noção de aresta e área da superfície. Além disso, eles devem presumir que, o sólido em questão, é formado por dois sólidos conhecidos (pirâmide e cubo) e, deduzir que, para encontrar a área da figura, deverão, primeiramente, encontrar a área de cada um dos polígonos presentes. Como forma de incentivar o uso de um recurso digital, que propicie uma melhor percepção visual da situação, o enunciado do problema será representado no GeoGebra e disponibilizado a eles, como mostrado na figura a seguir:

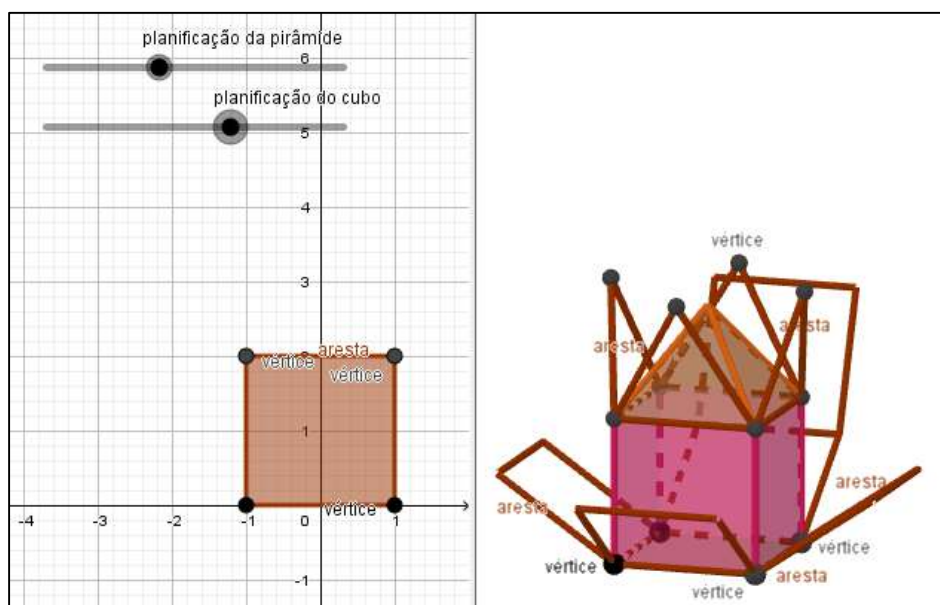
Figura 29 – Construção do enunciado do problema III no GeoGebra.



Fonte: Elaboração da autora (2021).

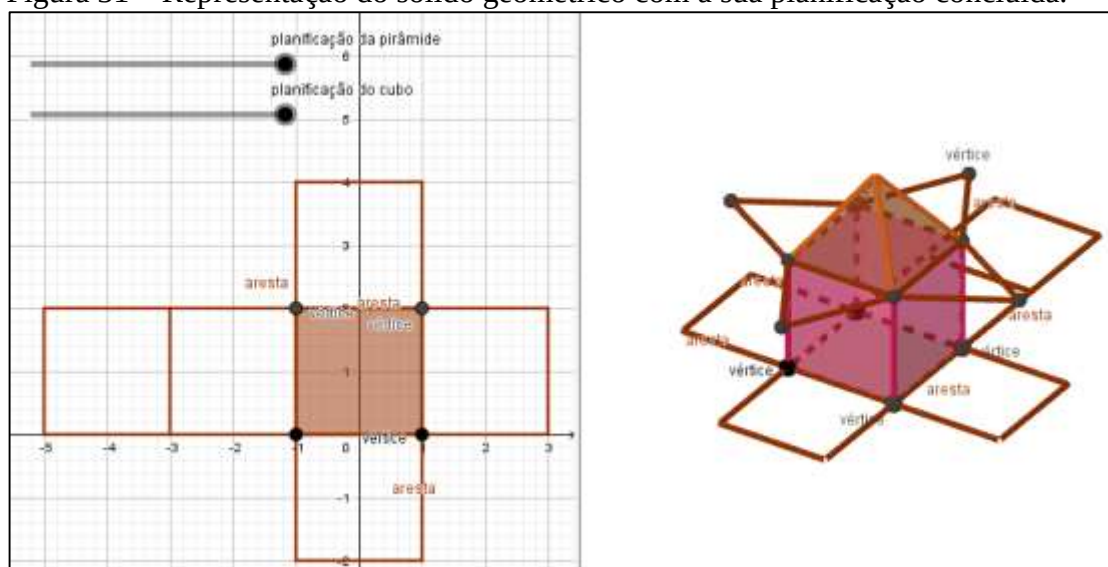
Dialética de formulação – O próximo passo, após este momento de observações e delineamento de estratégias, é o de debater, entre os participantes, os procedimentos a serem adotados para se chegar à solução do problema. Neste momento, “o aluno troca informações com uma ou várias pessoas, que serão emissores e receptores, trocando mensagens escritas ou orais” (ALMOULOUD, 2007, p. 38). Assim, nesta fase, o diálogo entre os participantes, se torna elemento essencial, buscando desenvolver ideias para a resolução do problema, da forma mais didática e compreensível possível. Na ocasião, o GeoGebra dispõe da ferramenta *controle deslizante*, que pode vir a facilitar esta compreensão, durante a interação entre os sujeitos. Portanto, os professores poderão utilizar de tal artifício para manipular a planificação da pirâmide e do cubo, realizando as devidas observações necessárias. As figuras a seguir mostram a construção do problema com tal recurso:

Figura 30 – Representação do sólido geométrico com a sua planificação em conclusão.



Fonte: Elaboração da autora (2021).

Figura 31 – Representação do sólido geométrico com a sua planificação concluída.



Fonte: Elaboração da autora (2021).

A partir de sua planificação, os professores podem trocar ideias, acerca da visualização dos polígonos, presentes em cada um dos sólidos. Pela Figura 31, percebe-se que a pirâmide é composta por quatro triângulos e um quadrado, enquanto o cubo é formado por seis quadrados. Como o enunciado da questão menciona que todas as arestas medem 2 cm, é possível concluir que os polígonos se tratam de triângulos equiláteros e quadrados. Assim, se espera que os participantes, por intermédio da percepção visual no *software*, percebam que, por tratar-se da área da superfície, ou seja, a área externa da figura, a base que a pirâmide e o cubo têm em comum (formada pelo quadrado), deve ser desconsiderada no referido cálculo.

Dialética de validação – Nesta fase, os professores em formação devem empenhar-se em demonstrar a exatidão de suas afirmações, por meio de procedimentos matemáticos, utilizando-se assim de uma linguagem matemática formal. De acordo com Almouloud (2007, p. 39), ”o aprendiz deve mostrar a validade do modelo por ele criado, submetendo a mensagem Matemática (modelo da situação) ao julgamento de um interlocutor”. Nesse caso, almeja-se que os participantes explicitem e formalizem suas concepções e estratégias, para a resolução do problema, podendo impulsionar uma discussão com os demais integrantes. Para tal feito, o professor em formação deverá mostrar os métodos adotados, que acarretaram na resolução do problema, utilizando-se de uma linguagem matemática formal e, caso necessário, empregando o *software* GeoGebra, como mais um recurso para a certificação de sua resposta. Portanto, espera-se que os professores formalizem as suas estratégias, informando que a área da superfície do sólido será a soma da área de cada polígono presente em sua planificação; ou ainda, represente este raciocínio algebricamente:

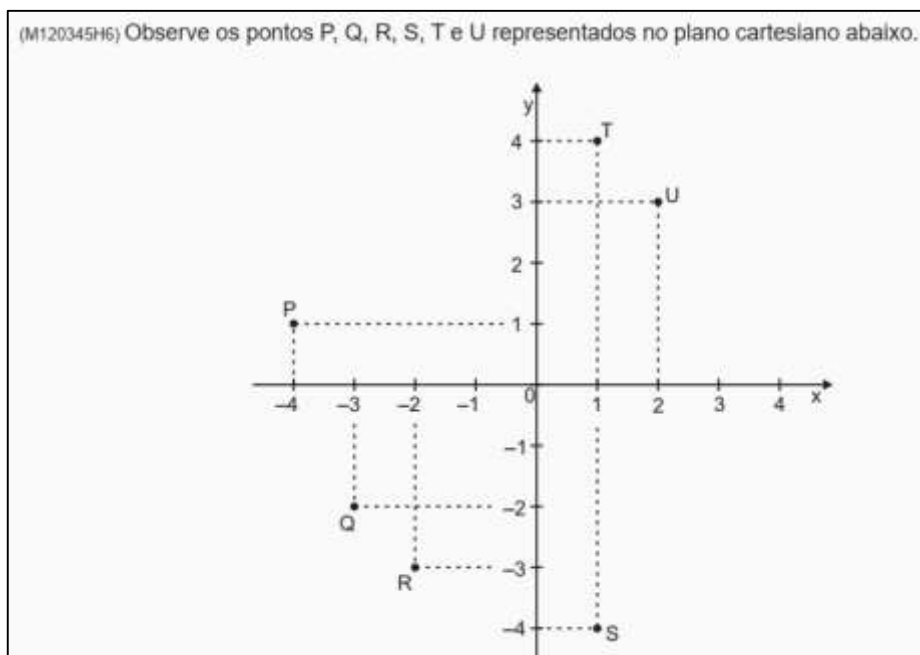
$$A_{figura} = 4 \cdot A_{triângulo\ equilateral} + 5 \cdot A_{quadrado}$$

Dialética de institucionalização – Neste momento, o professor deve apresentar os conceitos implícitos trazidos pela questão, formalizando as conjecturas levantadas. Na ocasião, a professora pesquisadora deve apresentar algumas definições, tais como:

- i. “[...] a área de um quadrado Q , cujo lado mede a , deve ser expressa pela fórmula área de $Q = a^2$ ” (LIMA, 1991, p. 14).
- ii. “[...] a área de um triângulo é a metade do produto de uma base pela altura correspondente” (LIMA, 1991, p. 20).
- iii. A área de um triângulo equilátero é dada pela fórmula: $A = \frac{l^2\sqrt{3}}{4}$ (SOUZA; GARCIA, 2016b).
- iv. “A superfície total de um cubo é a reunião de seis quadrados congruentes de lado a . A área de cada um é a^2 . Então, a área total do cubo é $S = 6a^2$ ” (DOLCE; POMPEO, 2005, p. 145).

4.1.4 Situação Didática Profissional IV

Figura 32 - Item retirado do boletim pedagógico de Matemática do SPAECE 2017.



Fonte: Adaptado de Ceará (2017, p. 45).

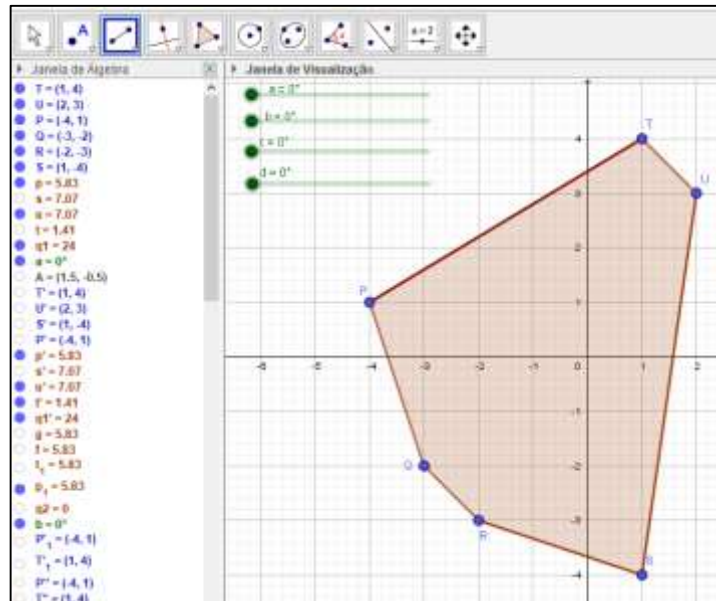
Calcule a área do polígono PQRSUT.

A presente situação-problema deve dar ênfase à localização de pontos, no plano cartesiano, e ao cálculo da área de figuras planas.

Dialética de ação – Na ocasião, os professores deverão agir sobre o problema, tentando desenvolver estratégias, intuitivas ou racionais, diante das informações englobadas no problema. A pesquisadora, por sua vez, deverá estimulá-los a explorar o enunciado e estabelecer estratégias, propícias à aplicação em sala de aula, a partir das informações contidas nele.

Portanto, espera-se que eles identifiquem na questão a exigência do conceito de localização dos pontos no plano cartesiano e o reconhecimento de área de figuras planas. Com base nisso, os participantes deverão deduzir que o procedimento inicial será o de localizar os pontos no plano cartesiano. Em seguida, eles deverão traçar a região delimitada por tais pontos, identificando qual o polígono formado. Para realizar tal feito, aparece a oportunidade em explorar e manipular os recursos visuais no GeoGebra, devendo a pesquisadora incentivar que os professores construam a representação gráfica do polígono, para uma melhor interpretação da resolução do problema, conforme mostrado na figura a seguir:

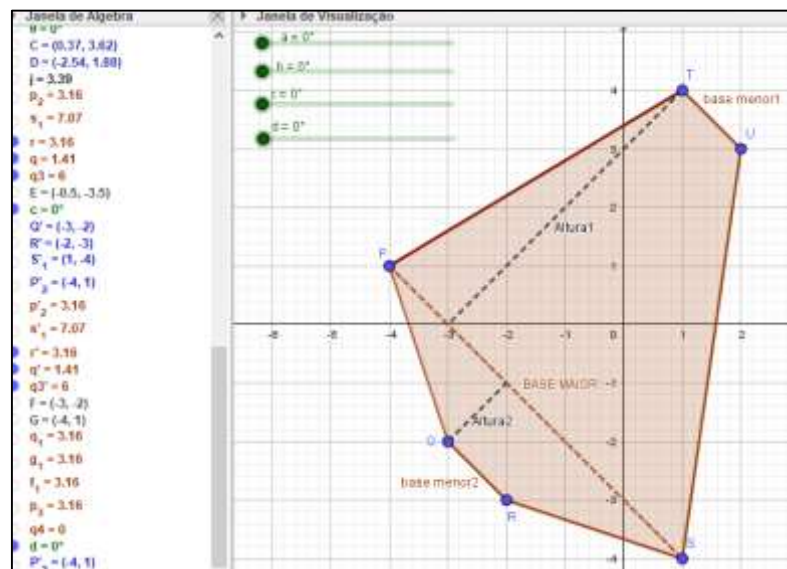
Figura 33 – Construção no GeoGebra do polígono delimitado pelos pontos P, Q, R, S, U e T.



Fonte: Construção da autora (2021).

Pela Figura 33, observa-se que, ao traçar o segmento OS, na região formada pela união dos pontos, a figura será dividida em dois trapézios, delimitados pelos pontos P, S, U e T (trapézio maior) e P, Q, R e S (trapézio menor), conforme figura a seguir:

Figura 34 – Divisão da figura em dois trapézios.



Fonte: Construção da autora (2021).

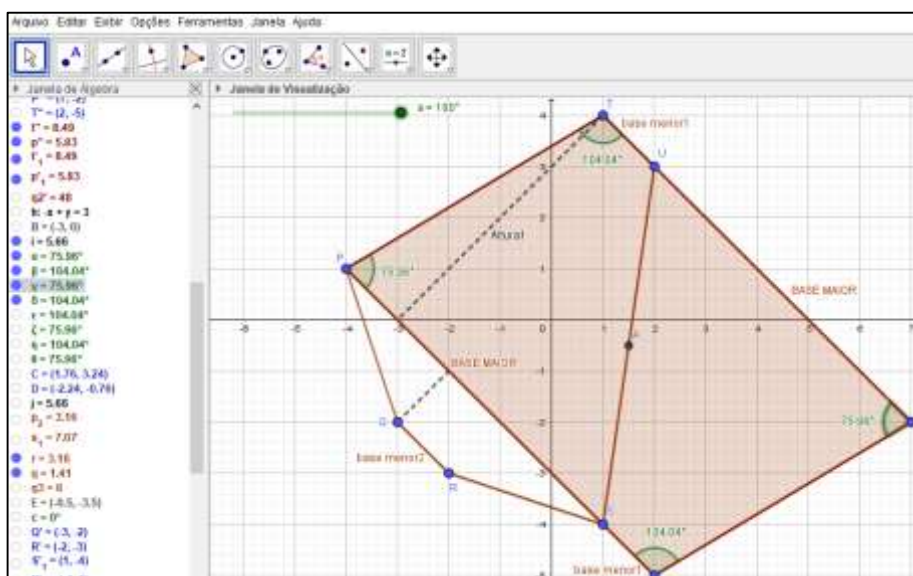
O trapézio maior tem seus lados paralelos formados pelos segmentos TU (base menor) e PS (base maior). O trapézio menor, tem como base menor, o segmento QR e, base maior,

coincidindo com a do trapézio maior. As alturas dos dois trapézios se apresentarão pela distância entre as suas bases.

Dialética de formulação – Realizadas as primeiras observações, na fase anterior, chega o momento da fase de formulação que, conforme Almouloud (2007, p. 38), “o aluno troca informações com uma ou várias pessoas, que serão os emissores e receptores, trocando mensagens escritas ou orais”. Portanto, a pesquisadora pode induzir os participantes a realizarem um debate de opiniões e estratégias. Os participantes, por sua vez, já devem dispor de alguns modelos definidos ou esquemas teóricos delineados, mesmo que ainda não comprovada a justificativa destes resultados (ALVES, 2016). É importante ressaltar que durante este momento de discussão, os participantes devem utilizar uma linguagem compreensível a todos.

A partir deste momento, o professor em formação pode ser atraído a aplicar, de imediato, a fórmula para o cálculo da área do trapézio. No entanto, na perspectiva de despertar um raciocínio, de uma forma mais significativa, é interessante a pesquisadora estimulá-los a tentarem criar uma estratégia de resolução, por meio da percepção e manipulação dinâmica no GeoGebra, se desprendendo, ao máximo possível, de procedimentos mecanizados, como a aplicação de fórmulas e algoritmos. Portanto (concentrando-se, a princípio, exclusivamente no trapézio maior), uma possível estratégia seria a de duplicá-lo, por meio da rotação de 180° , em torno do ponto médio do segmento SU. Para tal, foi criado o controle deslizante α , do tipo ângulo, variando de 0° a 180° , para realizar tal procedimento, como apresentado a seguir:

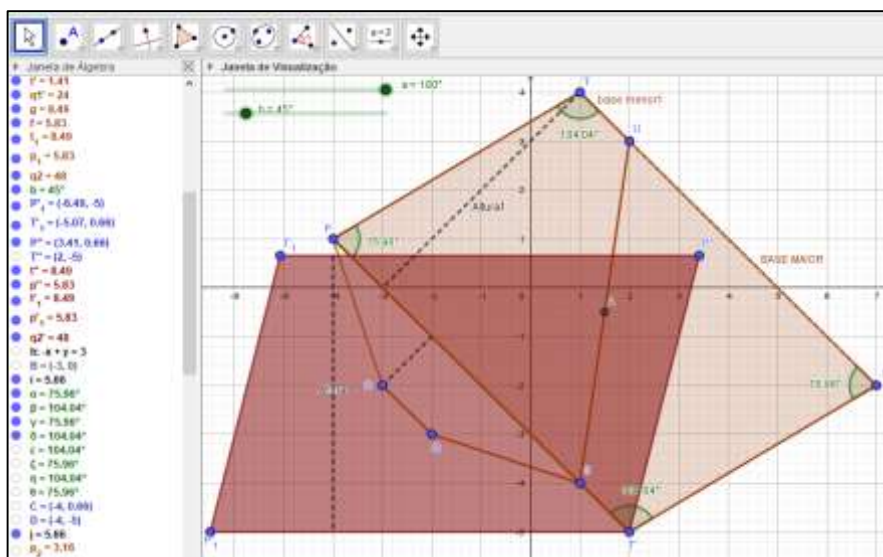
Figura 35 – Duplicação do trapézio PSTU realizada no GeoGebra.



Fonte: Construção da autora (2021).

Feita tal duplicação, verifica-se que a nova figura forma o paralelogramo $PTP'T'$, cuja área é representada pelo produto da base pela sua altura. A fim de ficar mais evidente a visualização dos valores de sua base e altura, entra em cena o controle deslizante b , também do tipo ângulo, com a função de rotacionar o paralelogramo $PTP'T'$, em torno do ponto T' , conforme a próxima figura:

Figura 36 – Rotação do paralelogramo $PTP'T'$ em um ângulo de 45° em sentido anti-horário.



Fonte: Construção da autora (2021).

Desta forma, ao realizar tal rotação, tem-se que a base do paralelogramo se encontrará paralela ao eixo das abscissas, tornando possível visualizar, mais nitidamente, os valores de sua base e altura, para que, em posse destes valores, seja possível realizar o cálculo da área da figura. Por fim, é fácil verificar que a área do trapézio será a metade da área do paralelogramo.

Dialética de validação – Na fase de validação, os alunos devem convencer aos demais, sobre a veracidade de suas afirmações e assertivas, sendo necessário o uso de uma linguagem matemática apropriada (TEIXEIRA; PASSOS, 2013). Para tanto, é necessário o emprego de mecanismos de prova e demonstração, onde se mostrará evidente “o caráter da verdade e eliminação de possíveis incoerências e incongruências dos argumentos empregados” (ALVES, 2016, p. 62).

Almeja-se, então, que os participantes explicitem, pela Figura 36, que ao duplicar a figura do trapézio, formando o paralelogramo $PTP'T'$, a base do paralelogramo será formada justamente pela união da base menor com a da base maior do trapézio PSTU. Além disso, os

professores podem mostrar que a altura do trapézio e do paralelogramo são iguais, visto que esta, é representada pela distância entre suas bases. Logo, a área do trapézio será o valor da soma da base maior com a da base menor, multiplicado pela sua altura, e, por fim, dividido por dois (uma vez que a sua área havia sido duplicada).

Deve-se adotar os mesmos procedimentos anteriores para calcular a área do trapézio menor, para que, por fim, o professor conclua que a área do polígono será representada pela soma das áreas dos dois trapézios.

Dialética de institucionalização – É o momento em que, sob o controle da pesquisadora, realiza-se um levantamento, do que foi aferido nos momentos anteriores. Portanto, a pesquisadora poderá propor que os alunos visualizem os dados do problema, com os produzidos no GeoGebra, para que assim possam confrontá-los, identificando as singularidades de cada método empregado, revendo os conceitos utilizados, realizando as correções necessárias, em busca de oficializar o conteúdo, informando aos participantes algumas proposições, levando-se em consideração a tudo que foi produzido e explorado nas etapas anteriores. Portanto, de acordo com Dolce e Pompeo (1993):

- i. O trapézio é determinado por um polígono de quatro lados, sendo dois paralelos (bases) e dois não paralelos;
- ii. Área do trapézio = $\frac{(B+b) \cdot h}{2}$, onde B = base maior, b = base menor e h = altura;
- iii. O paralelogramo é determinado por um quadrilátero cujos lados opostos são paralelos e congruentes;
- iv. Os ângulos opostos de um paralelogramo são congruentes.

5. EXPERIMENTAÇÃO

Nesta seção, será detalhada a trajetória, do processo de aplicação da pesquisa, definida como a fase de experimentação. Pais (2015) considera esta fase de suma importância, uma vez que ela permite uma proximidade dos resultados práticos com a análise teórica. Almouloud (2007), por sua vez, menciona que a fase de experimentação se caracteriza pelo momento de se colocar em prática todo o dispositivo construído, recolhendo-se dados necessários, para serem analisados na fase seguinte, podendo ser por meio de observações, realizadas durante as sessões de ensino; e as produções dos alunos, em sala de aula ou fora dela. Tais dados podem ser complementados por dados levantados, por meio de metodologias externas, tais como questionários e entrevistas.

Pais (2015) esclarece que a aplicação das situações didáticas deve ser realizada diante de um certo número de aulas ou sessões, planejadas e analisadas com antecedência, visando observar situações de aprendizagem, abrangendo os conceitos previstos na pesquisa didática. Portanto, após a fase de concepção e análise *a priori*, pretende-se colocar em ação a aplicação do experimento, apresentando todos os procedimentos utilizados na condução da pesquisa, tais como a caracterização do lócus da pesquisa, a seleção dos participantes investigados e os instrumentais de coletas dos dados empregados.

Após a sondagem, através do questionário aplicado e a observação das aulas práticas dos professores, realizados no momento anterior, foi proposto a realização de um minicurso, visando abordar conceitos básicos da Teoria das Situações Didáticas, bem como do GeoGebra. Durante estes momentos, foram apresentadas as quatro situações didáticas construídas, nas quais contemplaram o uso do GeoGebra, como um recurso para melhor percepção visual durante a resolução. Ao passo que ocorreu a aplicação das situações didáticas, realizou-se a observação das estratégias mobilizadas, bem como as ações e concepções docentes, segundo os pressupostos da Didática Profissional.

A inclusão do GeoGebra vai ao encontro das considerações de Zulatto (2002), que enfatiza que os cursos de formação continuada devem se subdividir em dois momentos: um “técnico” e outro “pedagógico”. O técnico deve fornecer ao professor instruções de como utilizar o computador e as ferramentas e *softwares* que ele oferece, uma vez que é preciso “conhecer o objeto computador para poder usá-lo como ferramenta pedagógica” (ZULATTO, 2002, p. 15). O pedagógico, por sua vez, ainda conforme o autor, pode favorecer a discussão sobre o papel do professor, sobre o que é ensinar e sobre como se aprende, além de discutir

acerca das potencialidades tecnológicas a serem empregadas; os obstáculos que podem ser detectados; a preparação e o desenvolvimento das atividades, entre outros aspectos.

O processo de formação destes professores se deu mediante a construção da seguinte estrutura:

- i. textos de suporte, relativos às teorias aqui apresentadas;
- ii. construção das situações-problema no GeoGebra, a ser apresentado como ferramenta didática;
- iii. desenvolvimento de aulas, onde serão expostas as situações didáticas, a observação e discussão, das devidas ações docentes, e a reflexão de tais ações;

5.1 Lócus de investigação e sujeitos da pesquisa

As duas escolas participantes estão localizadas no município de Caucaia (CE) e ofertam apenas o Ensino Médio regular. A escolha do público participante se deu, conforme a condição de estar trabalhando ativamente como professor de Matemática, em um destes estabelecimentos. O motivo para tal exigência, se deu pelo fato da necessidade de analisar, de acordo com os pressupostos das teorias aqui expostas, o comportamento deste grupo.

A primeira escola (escola A) abrange, no corrente ano, 892 alunos, distribuídos em 22 turmas (nove turmas de 1º ano, sete turmas de 2º anos e seis turmas de 3º anos), nos períodos da manhã e tarde. Atualmente, existem seis professores de Matemática no quadro docente, dos quais, quatro aceitaram participar desta pesquisa. A escolha desta escola, justifica-se por conta da familiaridade que a pesquisadora possui com o quadro de colaboradores, uma vez que ela própria faz parte deste quadro (apesar de que no momento, a mesma se encontra afastada de suas funções, para a realização desta pesquisa).

A segunda escola (escola B) compreende 642 alunos, distribuídos em 17 turmas (sendo seis turmas de 1º ano, seis de 2º ano e cinco de 3º ano) também nos períodos matutino e vespertino. Atualmente, existem quatro professores de Matemática no quadro docente da escola, dos quais todos aceitaram participar desta pesquisa. Esta escola foi escolhida para fazer parte desta investigação, pelo motivo da sua proximidade local, em relação à primeira escola.

A princípio fora realizado um convite informal para os responsáveis pelas duas instituições escolares, por meio de mensagens pelo aplicativo *WhatsApp*, explicando a temática da pesquisa e os procedimentos a serem realizados. Em seguida, já com o aval dos respectivos responsáveis, foi realizado o mesmo tipo de contato com os professores de Matemática, atuantes em uma das escolas, convidando-os a fazerem parte de tal investigação e explicando, também,

os procedimentos a serem realizados e a dinâmica da pesquisa. Desta forma, os oito professores foram nomeados de P1 a P8, conforme já mencionado anteriormente. Estes, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que se trata de um documento que traz esclarecimentos, acerca da natureza de investigação, os objetivos, os procedimentos a serem realizados, a metodologia empregada, os benefícios e a garantia de sigilo e privacidade.

5.2 Os procedimentos realizados

Após o aceite dos participantes, e já realizada a aplicação do primeiro questionário, na fase das análises preliminares, houve um contato entre a pesquisadora e os sujeitos, a fim de acordar as datas e os horários dos encontros formativos. Em um primeiro momento, ocorreu uma certa dificuldade em ajustar dias e horários disponíveis e coincidentes a todos os professores, sendo necessário, assim, separá-los em duas turmas (professores da escola A e professores da escola B) e realizar os encontros separadamente, de acordo com cada turma. Ficou decidido então, que tais encontros ocorreriam duas vezes por semana, com duração de uma hora cada um, totalizando seis encontros. Durante esta fase de negociação e ajustes, o professor P3 optou em não dar continuidade ao processo, por motivos de indisponibilidade de tempo. Desta forma, a escola A ficou composta por três integrantes, e a escola B, por quatro.

Como os encontros ocorreram de forma remota, conforme já mencionado, foram necessários, os seguintes materiais: lápis ou caneta, papel, computador (ou celular) conectado à *internet*, e o *software* GeoGebra, instalado na versão 5.0. Além disso, foi preciso a utilização do serviço de comunicação via *Google Meet* e *Whatsapp*, com o intuito de promover tais encontros e comunicações posteriores aos encontros, bem como o envio de textos e arquivos no GeoGebra, ou outras informações e dúvidas.

No primeiro encontro, foram repassadas as principais informações acerca da pesquisa, tais como o assunto, objetivos e procedimentos metodológicos. Além disso, apresentou-se os conceitos básicos sobre a Teoria das Situações Didáticas. Posteriormente, realizou-se uma discussão sobre as práticas docentes adotadas, embasada pelas quatro fases da TSD: ação, formulação, validação e institucionalização. Na ocasião, a pesquisadora utilizou o exemplo do jogo “Quem vai dizer 20?” (BROUSSEAU, 2008) para demonstrar tais etapas, fazendo uma relação dos momentos do jogo com as fases dialéticas. Em seguida, destacou-se sobre a importância destas ações, na vivência prática do professor, enfatizando os principais pontos trazidos pela teoria, como a necessidade de incentivar a autonomia do raciocínio do aluno e a função do professor de mediar e estimular o protagonismo discente, na construção de seu

próprio conhecimento, valorizando seus conhecimentos prévios, a investigação e a constante interação entre o professor, o aluno e o saber. Além disso, mostrou-se o conceito de situação adidática, contrato didático e transposição didática, sempre trazendo exemplos à vivência profissional do professor. Sendo assim, este momento possibilitou aos professores em formação, analisarem e refletirem suas ações, em busca de melhorias, no processo de ensinar Matemática.

No segundo encontro, foi realizada uma breve formação sobre o uso do GeoGebra, onde foram apresentadas suas principais ferramentas e funções, e produzidas algumas construções geométricas (em 2D e 3D), na busca de incluir uma maior familiaridade com o manuseio do *software*, mostrando, assim, tanto como ele seria utilizado, durante as aplicações das situações didáticas; como as diversas possibilidades de sua inserção em sala de aula.

Nos encontros posteriores, nos quais foram aplicadas as SDP's, a pesquisadora, a princípio, apresentou o contrato didático, com suas devidas cláusulas, a serem acordadas entre os participantes. Em seguida, apresentou-se a construção pronta no GeoGebra, para que os professores apenas a manuseassem, visualizando, de forma dinâmica, a questão proposta. Visando levar os participantes a mobilizarem suas ações e, posteriormente, realizar uma reflexão sobre tais práticas, não houve a necessidade de explicações prévias, a respeito dos conteúdos presentes, uma vez que, já se esperava que tais conteúdos fossem de conhecimento dos professores, adquiridos ao longo de sua formação profissional.

A organização e descrição dos encontros estão representadas no quadro a seguir:

Quadro 16 – Organização dos encontros de formação.

ENCONTRO	DESCRIÇÃO	DATA		PARTICIPANTES PRESENTES	
		ESCOLA A	ESCOLA B	ESCOLA A	ESCOLA B
1º	Apresentação das principais informações do trabalho e da Teoria das Situações Didáticas	04/06/21	08/06/21	P1 e P4	P5, P6, P7 e P8
2º	Apresentação dos comandos básicos do GeoGebra com a	08/06/21	10/06/21	P2 e P4	P5, P6, P7 e P8

	construção de algumas figuras geométricas				
3º	Aplicação pedagógica a respeito da SDP I e reflexão sobre os conceitos pragmáticos	11/06/21	17/06/21	P1 e P2	P5, P6, P7 e P8
4º	Aplicação e reflexão da prática pedagógica a respeito da SDP II e reflexão sobre os conceitos pragmáticos	18/06/21	17/06/21	P1, P2 e P4	P5, P6, P7 e P8
5º	Aplicação e reflexão da prática pedagógica a respeito da SDP III e reflexão sobre os conceitos pragmáticos	22/06/21	22/06/21	P1, P2 e P4	P6 e P8
6º	Aplicação e reflexão da prática pedagógica a respeito da SDP IV e reflexão sobre os conceitos pragmáticos	25/06/21	24/06/21	P2 e P4	P5, P6, P7 e P8

Fonte: Elaboração da autora (2021).

Como pode ser observado no quadro acima, em alguns encontros não foi possível reunir todos os participantes, por motivos de surgimento de outros compromissos não previstos, coincidentes aos dias das reuniões.

Em relação à coleta de dados, esta ocorreu, mediante instrumentais, tais como registros audiovisuais, produções escritas, observações e questionários. Durante o momento de aplicação das SDP's, nas fases de ação, formulação e validação, a pesquisadora não se manifestava, exceto quando solicitada, evitando, assim, transmitir aos participantes as resoluções desejadas. A institucionalização das noções dos conceitos, bem como a reflexão sobre as práticas pedagógicas, foi realizada ao final de cada situação, considerando-se as estratégias e concepções levantadas pelos professores.

Após a conclusão do minicurso, realizou-se um questionário final, contido por perguntas, de respostas abertas, com os professores participantes, a fim de verificar, tanto as análises das situações-problema aplicadas, quanto a sua participação durante as SDP's, e suas novas concepções e transformações presentes em sua prática docente.

Por fim, convém informar que esta pesquisa teve aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa, conforme apresentado no anexo A.

5.3 Experimentação das Situações Didáticas Profissionais

No decorrer desta seção, realizou-se uma explanação, acerca do desenvolvimento da experimentação, de acordo com as fundamentações teóricas da Teoria das Situações Didáticas e da Didática Profissional, objetivando a execução da validação das Situações Didáticas Profissionais, originadas pela interação do professor em formação com seus conhecimentos pragmáticos, oriundos de sua vivência prática e de situações profissionais, no contexto do ensino da Geometria. Tais situações, criadas na segunda fase da EDF, além de proporcionar toda estruturação a esta etapa, permitiu verificar que o segundo objetivo específico (elaborar um conjunto de ações sobre o ensino da Geometria plana/espacial, a ser desenvolvido na formação dos participantes, mediante a estruturação de Situações Didáticas Profissionais, de modo a contribuir com a superação dos obstáculos identificados) foi satisfatoriamente alcançado.

Previamente à aplicação das SDP's, houve um momento de implementação de um contrato didático, onde foram expostas algumas regras a serem seguidas, conforme cláusulas descritas:

- i. A pesquisadora apresentará uma situação-problema, na qual deverá ser realizada uma reflexão relacionada ao problema, devendo o participante responder aos questionamentos da pesquisadora, bem como manifestar quaisquer opiniões que não tenham sido mencionadas.
- ii. Os participantes deverão realizar a leitura do enunciado do problema, tentando identificar as estratégias de resoluções e anotar tudo que achar necessário durante tal momento.
- iii. Em seguida, os participantes deverão debater, entre si, sobre a construção do raciocínio, a ser mobilizado durante as resoluções.
- iv. Um ou mais participantes deverão realizar a socialização de suas resoluções, apresentando e explicando suas estratégias adotadas para resolver o problema.

- v. Os participantes deverão registrar fotos da manipulação no GeoGebra, bem como as anotações da resolução do problema e disponibilizá-las à pesquisadora.

Diante da exposição de tais regras, a pesquisadora destacou a importância da instauração de um contrato didático, conforme a visão de Brousseau (2002, 2008), se estendendo, assim, como um instrumento facilitador, na análise das relações professor, aluno e saber. Além disso, situou-se os planos (i) da sala de aula (professor-estudantes) e (ii) do posto de trabalho (professor- professores) (ALVES; CATARINO, 2019), a fim de analisar a competência do professor de Matemática, a partir de situações de trabalho.

Portanto, a seguir apresentam-se os dados da experimentação, por meio das observações, discussões e materiais coletados.

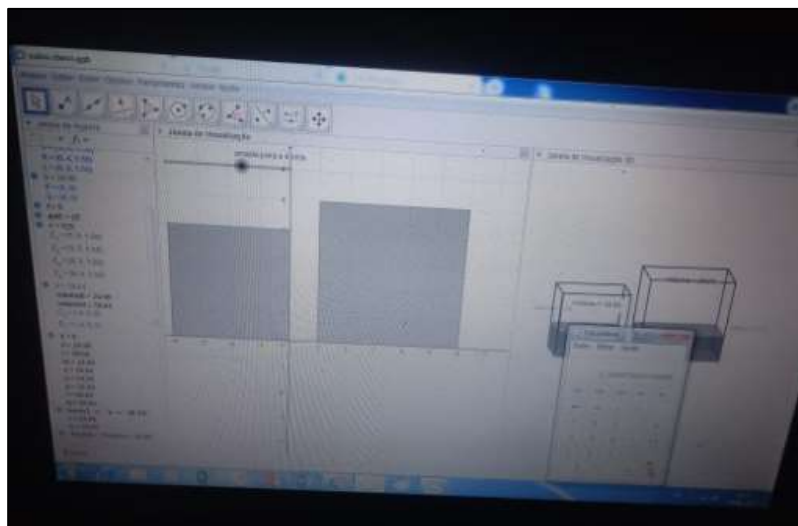
5.3.1 Experimentação da SDP1

Participaram da aplicação da SDP I, os professores P1, P2 e P4 (escola A) e P5, P6, P7 e P8 (escola B). Ao dar início a esta situação, a pesquisadora apresentou o problema na tela, dando uma pausa para que os professores lessem o enunciado e estabelecessem estratégias de resolução, buscando fazer com que eles mantivessem a visão direcionada ao modo de conduzir tal situação em sala de aula.

Em seguida, disponibilizou-se a construção do problema no GeoGebra, por meio do *WhatsApp* dos participantes, a fim de auxiliá-los na mobilização de estratégias de resolução. Como a construção já foi apresentada pronta, o professor teve de concentrar-se, somente na manipulação da figura, por meio da ferramenta “controle deslizante”, observando as mudanças ocorridas, no volume e na altura de cada caixa, a partir do movimento de encher ou esvaziar as caixas cúbicas. Esta função permitiu a ocorrência de um dinamismo na situação, proporcionando, assim, uma melhor interação entre o sujeito e o problema.

Na fase de ação, os professores da escola A, ao se depararem com a construção, se mostraram bastante animados, com a função trazida no GeoGebra. A figura a seguir mostra o momento em que o professor P2 realizou a manipulação no *software*:

Figura 37 – Ação de modelização da SDP I no GeoGebra realizada pelo professor P2.



Fonte: Dados da pesquisa.

Já os professores da escola B, não utilizaram a construção do GeoGebra, como suporte à resolução e desenvolvimento de estratégias, contrariando o que havia sido previsto na análise *a priori*.

Assim, observou-se que os professores, em geral, ao lerem o enunciado do problema e, diante da construção no GeoGebra, procuraram, a princípio, resolver a questão, de forma individual, caracterizando a fase de ação. Após esta fase, verificou-se que os professores, instigados pela pesquisadora, interagiam entre si, ao passo que já iam apresentando, formalmente, suas respostas, realizando assim, conjuntamente, as fases de formulação e validação, conforme diálogos apresentados abaixo:

Grupo da escola A:

P1: As duas figuras são cúbicas? As duas caixas?

P4: É.

P2: Como é que vocês fizeram? Eu fiz desse jeito assim: como todo o volume é... da caixa vai tá dentro do volume do cubo maior né? Então o que é que acontece? É só contar a altura. Como eu já sei que o volume que vai ter que ser de água é 64, é só fazer cinco vezes cinco vezes x, igual a 64, e o x será a altura. A altura que a gente quer encontrar. Então vai ficar $25x = 64$, e ao dividir, você iria encontrar 2,56: a altura. Eu fiz dessa forma.

P4: É... Essa é a forma. Esse é o cálculo. Eu só transformei em centímetro pra dar uma ideia melhor da altura que fica né? Em centímetro, entendeu? Só fiz isso. É a mesma coisa.

Grupo da escola B:

P5: Deu 2,56 foi?

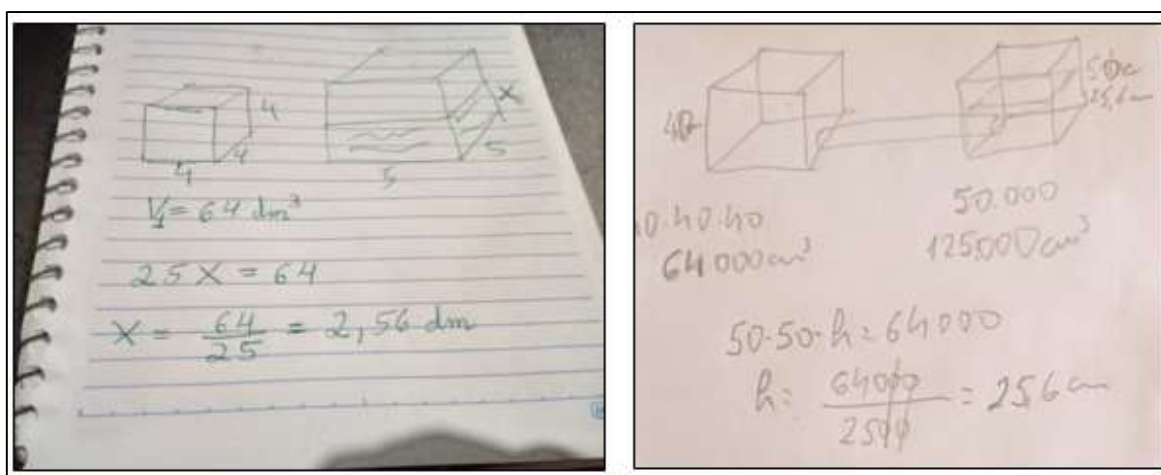
P6: Show! 2,56. Cheguei no mesmo resultado... eu pensei muito... foi muito abstrato aqui... vocês querem ver aqui como é que eu fiz? Ou não? Eu calculei primeiro o volume dessa caixa d'água aqui e o volume dessa aqui eu vou calcular, considerando essa altura. Deixa de ser um cubo e se torna um paralelepípedo né. Aí calcula o volume

dele né. Mas as duas primeiras arestas é 5 e 5, e a outra aqui vai ser a altura. Como o volume dessa daqui vai todo pra cá, eu igualo aqui. Deu 5 vezes 5, igual a 25. Passo pro outro lado e divido aqui né, faço a divisão, dá 2,53 decímetro, essa altura.

P8: Eu raciocinei parecido, mas não fui assim tão formal quanto você não... eu calculei o volume do cubo menor né, que deu 64, 4 vezes 4. E aí eu pensei: se eu vou transferir essa água para o cubo maior, então a área da base, ela não vai mudar né, do cubo maior, mas a altura ela não vai ser totalmente preenchida, devido ao cubo ser maior. Então eu vou ter que preencher essa área da base, de 25 dm², e depois eu vou começar a subir essa altura. E aí, pra descobrir qual é essa altura, eu tenho que igualar esse volume do cubo maior ao volume do cubo menor... ficou área da base vezes a altura, igual ao volume do cubo menor, que foi 64. Aí eu só fiz pegar a área da base e passar pro outro lado, dividindo. Como o lado é 5 né, então a área da base fica 25. Então 64 dividido pelo 25, deu 2,56.

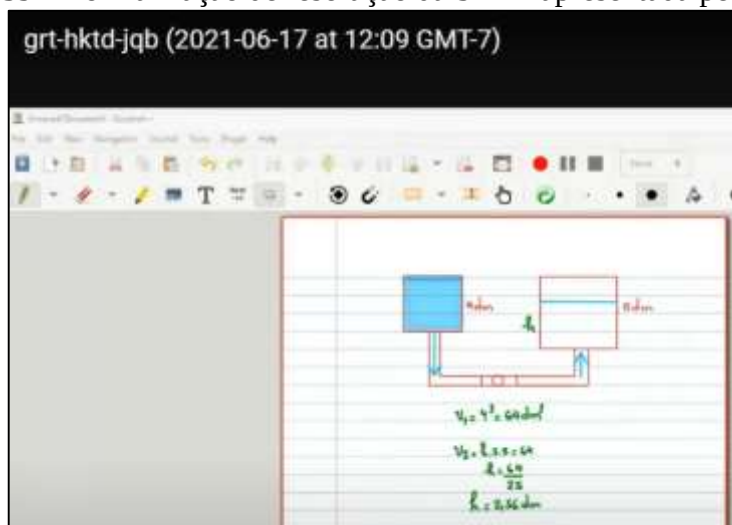
As figuras a seguir representam algumas resoluções realizadas:

Figura 38 – Formalização de resolução da SDP I apresentada pelos professores P2 e P4.



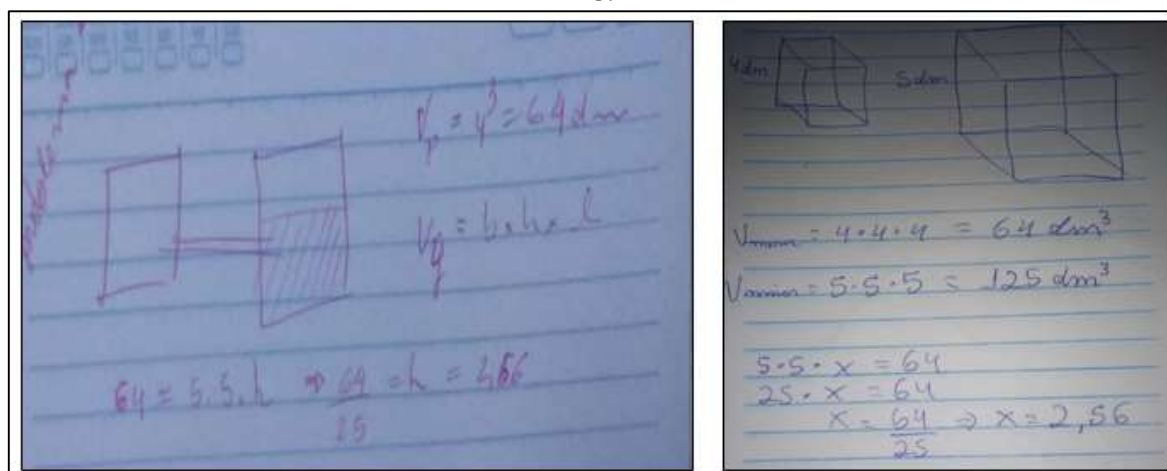
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 39 – Formalização de resolução da SDP I apresentada pelo professor P6.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 40 – Formalização de resolução da SDP I apresentada pelos professores P7 e P8.

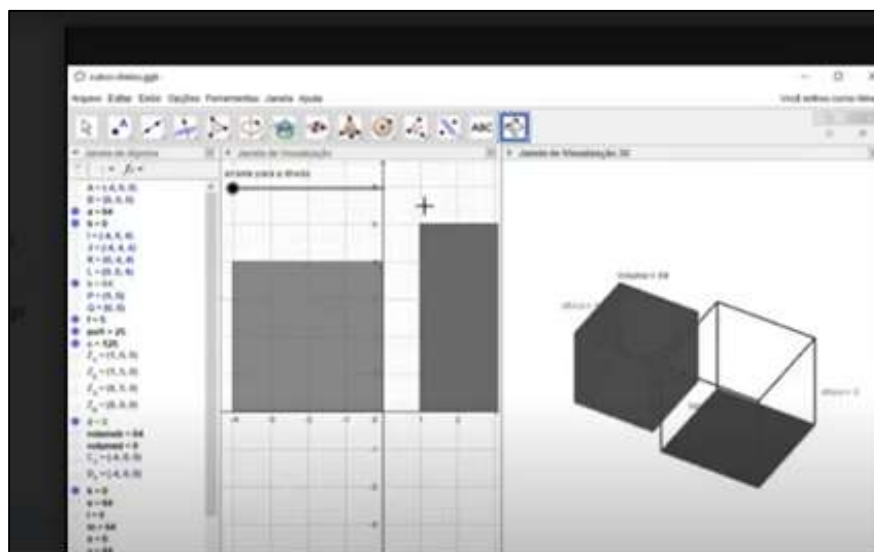


Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à fase de formulação, foi possível perceber que, mesmo diante do estímulo da pesquisadora, não se observou grande mobilização entre os professores, quanto ao diálogo da construção de estratégias, ficando este momento restrito a retirar dúvidas, quanto aos dados da questão ou, ainda, antecipar a fase seguinte, já mostrando os seus procedimentos adotados. Portanto, tal conduta pode ser caracterizada como uma quebra no contrato didático, uma vez que tal exigência fora fixada, previamente ao momento de aplicação das situações. Sendo assim, diante de tal comportamento, a pesquisadora instigou, posteriormente ao momento de resolução do problema, uma discussão acerca da prática pedagógica do professor em cada situação.

Na fase de institucionalização, a pesquisadora elencou, para os dois grupos de professores, as estratégias observadas, confirmando o cálculo realizado e utilizando, mais uma vez, a construção do problema no GeoGebra, para confrontar o modelo computacional com o modelo matemático, apresentado pelos professores, enfatizando a importância da utilização do *software*, como recurso didático, tanto na instituição e validação das propriedades formais do conteúdo, implícito na questão; como, de uma forma geral, na instituição de um novo conhecimento.

Figura 41 – Utilização do GeoGebra na fase de institucionalização.



Fonte: Dados da pesquisa.

Desta forma, além da institucionalização do problema, em si, buscou-se mostrar o que poderia ser explorado nesta construção, além dos conteúdos específicos do problema, tendo a pesquisadora citado alguns: os elementos da figura, tais como arestas, faces e vértices, assim como o comprimento, a largura e a altura; a invariância da área da base; e os valores da altura, ao se igualar o volume de água nos dois cubos, ou vice-versa. Diante das soluções algébricas, apresentadas pelos professores, a pesquisadora aproveitou para ressaltar que a ideia da utilização do GeoGebra não seria se desprender totalmente das fórmulas, e sim, auxiliar o aluno a ver sentido no porquê da aplicação daquela determinada fórmula algébrica. Ela utilizou o exemplo da visualização de um cubo no GeoGebra, relacionando ao seu volume e à percepção de que a área da base não se altera:

Pesquisadora: [...] Geralmente a gente já coloca logo direto: ‘a’ elevado a três, o ‘a’ sendo a aresta. Mas por que né? E aí a gente já começa a mostrar pra eles, que deriva da área da base, e a área da base, por ter arestas iguais, vai ser ‘a’ vezes ‘a’ e, no caso, da altura também ser igual, vai ser ‘a’ vezes ‘a’ vezes ‘a’. Então, a partir do momento que ele começa a visualizar e perceber que realmente a área da base não se altera, então já começa a ver um sentido naquilo, e ajude ele a compreender, não só naquele momento, mas, levar mesmo, como uma aprendizagem né, sem precisar decorar.

Em seguida, iniciou-se o momento de discussão e reflexão, acerca das práticas pedagógicas relacionadas ao problema. Sendo assim, a pesquisadora fez alguns questionamentos, instigando os professores a refletirem sobre suas concepções pragmáticas.

Primeiramente, ela quis saber, na visão dos professores, quais seriam os possíveis erros cometidos pelos alunos, durante a resolução do problema. Além da dificuldade na interpretação textual, P1 afirmou que, pelo fato de o problema, trazer uma unidade de medida (decímetro),

não muito comum ao cotidiano do aluno, talvez isso representasse um obstáculo a ele. No grupo da escola B, P6 também frisou a questão da dificuldade na interpretação textual e P8 reiterou a possibilidade de os alunos confundirem a fórmula do cálculo do volume e/ou errar as operações básicas, no momento do cálculo.

Diante de tais relatos, a pesquisadora questionou como eles procederiam perante tais dificuldades. P1 e P4 destacaram a importância de realizar uma simulação, de modo a converter o abstrato (trazido no problema) em concreto, por meio da visualização e dinamização da situação. P6 relatou tentar, sempre que possível, se antecipar, preparando exercícios, para serem resolvidos com os alunos, procurando formas e alternativas de mostrar uma determinada situação. Além disso, o professor relatou sempre compartilhar a lista de exercícios com o professor P8, visando verificar, juntos, as questões a serem trabalhadas em sala de aula. Já P8 disse procurar sempre reforçar alguns conceitos, antes de adentrar ao conteúdo, para que assim eles possam ter ferramentas para resolver os exercícios.

Pela apreciação dos professores P6 e P8, percebe-se a presença de um traço de um contrato didático, no qual o professor considera que, para que o aluno seja capaz de resolver uma determinada situação-problema, este deve ser instruído, previamente pelo professor, no qual irá apresentar o conceito, resolver exercícios semelhantes, acabando por induzir o aluno a realizar uma reprodução do que lhe fora instruído. Tal conduta acaba indo na contramão do que é proposto pela TSD, visto que, a teoria sugere que o aluno deve iniciar o processo de aprendizagem, de forma autônoma e independente de qualquer interferência do professor, devendo este, agir ativamente, apenas no momento final, durante a fase de institucionalização.

Já no cenário da Didática Profissional, verifica-se a competência que os professores adquirem, ao longo de sua experiência docente, de prever e identificar possíveis obstáculos e erros dos alunos e, em consequência, desenvolver estratégias e rotinas de ação, diante de tais dificuldades. Ainda, pela fala do professor P6, relacionada ao compartilhamento de materiais didáticos, é possível identificar a presença de uma transposição profissional entre os envolvidos.

Em relação ao uso do GeoGebra como recurso didático, apesar de não ter sido um fator fundamental na resolução do problema, os professores o reconheceram como um potencial recurso pedagógico, mediante a explanação da pesquisadora, que citou os benefícios e a sua importância na SDP I e ainda confirmou a possibilidade de o *software* colocar em prática as ações imaginadas e idealizadas pelos professores da escola A (P1 e P4), no início da discussão.

Por fim, a pesquisadora frisou a importância de o professor deixar o aluno resolver o problema sozinho, evitando intervenções, para que, assim, ele consiga identificar os erros cometidos e trabalhar naquela determinada dificuldade reconhecida. Neste momento, durante a

reunião com o grupo da escola A, o professor P4 assimilou o que já tinha sido discutido, durante o processo de formação, por meio da seguinte fala:

P4: Dentro daquela proposta do tema da sua dissertação né? Inicialmente o menino deve se manifestar, o professor apenas observa, ver qual é a base de conhecimento dele, propõe, e deixa ele se mexer né. Então ali, o professor identifica qual é a base de conhecimento do aluno, pra, a partir de ali, ele sugerir um outro passo, ou permanecer naquele mesmo estágio, até que o aluno consiga perceber algo mais né. Nesse estágio inicial.

O grupo da escola B, por sua vez, se expressou, por meio do professor P8, relatando que, geralmente, os alunos costumam “travar” no andamento da resolução do problema, acabando por pedir ajuda ao professor. Uma solução trazida pela pesquisadora, neste caso, foi a exploração, por parte do professor, da segunda fase da TSD (formulação), incentivando, assim, o trabalho colaborativo do aluno, onde, uns ajudariam os outros, inclusive, nas dúvidas surgidas, sem a necessidade de uma linguagem técnica e formal.

Observou-se, ainda, que eles recorreram às linguagens algébrica e visual para solucionar o problema. Mesmo não contendo imagens no enunciado, eles fizeram a representação da situação, por meio de desenhos, indicando, assim, uma preocupação em traçar estratégias que represente a mobilização de seus conhecimentos pragmáticos, por meio da transformação do saber a ensinar, em saber ensinado, utilizando-se de meios que propiciem uma maior assimilação e compreensão ao aluno, representando, assim uma transposição didática. Além, disso, à medida em que eles realizaram a troca de informações, verificou-se a existência de uma transposição profissional, na qual manifestou-se entre os professores mais e menos experientes. Além disso, foi possível identificar suas concepções pragmáticas, em relação ao problema aplicado, e diante disso, trazer reflexões e sugestões de ações pedagógicas, embasadas pela TSD que, porventura, possam favorecer o processo de ensino do conteúdo.

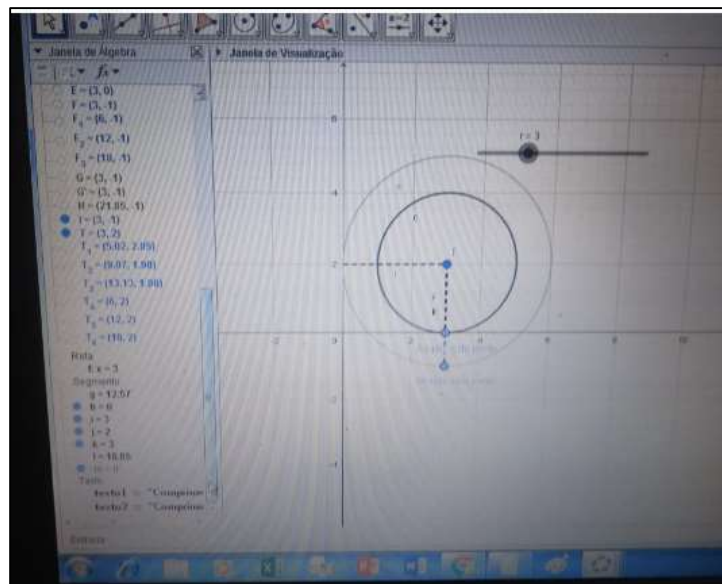
Logo, esta abordagem permitiu mostrar, aos professores, situações, nas quais eles possam se deparar, no exercício de sua profissão, bem como enxergar “com os olhos do aluno”, os prováveis caminhos adotados, durante a resolução de uma situação-problema.

5.3.2 Experimentação da SDP II

Participaram da aplicação da SDP II os professores P1, P2 e P4 (escola A) e P5, P6, P7 e P8 (escola B). Utilizando-se o mesmo método do problema anterior, a pesquisadora compartilhou a tela de apresentação no *Google Meet*, mostrando aos professores a segunda

situação-problema. Em seguida, a construção no GeoGebra foi disponibilizada, e eles iniciaram, de forma individual, a ler o problema, relacionando a imagem às instruções propostas pela questão e, assim, tentando elaborar estratégias de resolução do problema.

Figura 42 – Ação de modelização da SDP II no GeoGebra realizada pelo professor P2.



Fonte: Dados da pesquisa.

De posse da construção da figura, os professores da escola A trocaram ideias, manifestando, assim, seus conhecimentos prévios, outrora mencionados na análise *a priori*. Na ocasião, eles discutiram entre si, sobre a posição da nova circunferência, ao tocar o eixo y , já iniciando, portanto, a fase de formulação:

P4: Até a gente mesmo pode se confundir com esse enunciado. Por que é o seguinte: dar ao entender que você vai esticar a circunferência até ela ser tangente ao eixo y e permanecer tangente ao eixo x .

P1: Mas como é que ela vai ser tangente? Aí no caso ela vai aumentar só o raio.

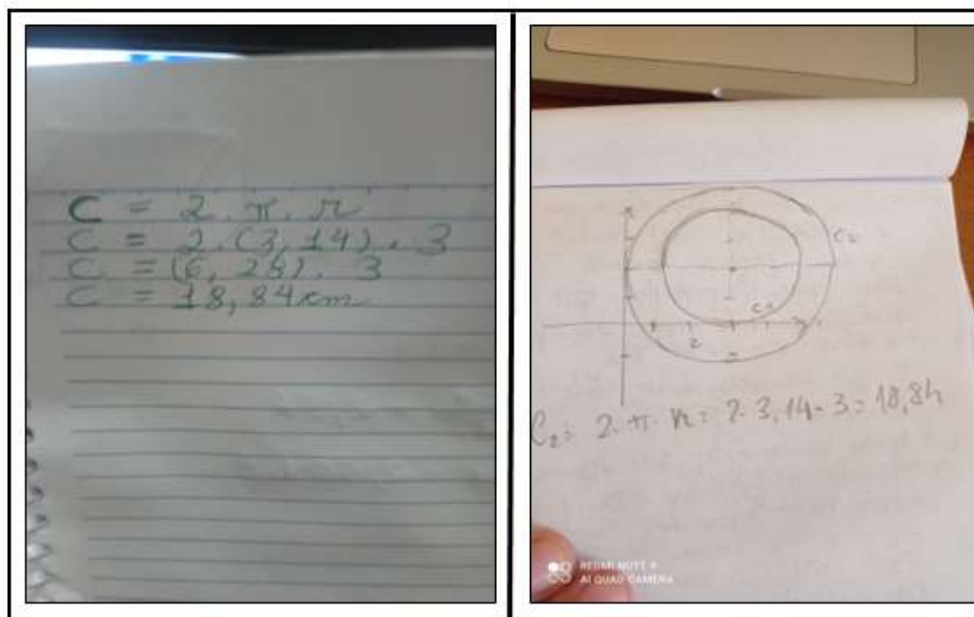
P4: É. Mas eu tô pensando como o aluno ... é só fazer a diferença entre as duas medidas né? $2\pi r_2 - 2\pi r_1$ né?

P2: Eu fiz como sendo o comprimento da nova circunferência.

P4: Ah! Eu botei foi a diferença [...]

Após esta discussão, o professor P4 realizou a correção de seus cálculos, de acordo com o enunciado do problema, e todos concluíram a resolução, conforme exemplo da figura a seguir:

Figura 43 – Formalização de resolução da SDP II apresentada pelos professores P2 e P4.



Fonte: Dados da pesquisa.

No grupo da escola B, também houve troca de mensagens após a fase inicial de ação. De posse da construção no GeoGebra, eles realizaram a manipulação e a análise da figura, para que, em seguida, pudessem debater a respeito, conforme transcrição abaixo:

P6: O raio da primeira é duas unidades. O da segunda é três unidades né? Que tenho que encostar. Ele vai tangenciar aqui né, no eixo das ordenadas. Então fica três unidades né?

P8: Isso.

P6: Aí é só calcular né? É só calcular o comprimento $2\pi r$ né isso?

P8: Isso. Pode variar aí um pouquinho, dependendo do valor do π né.

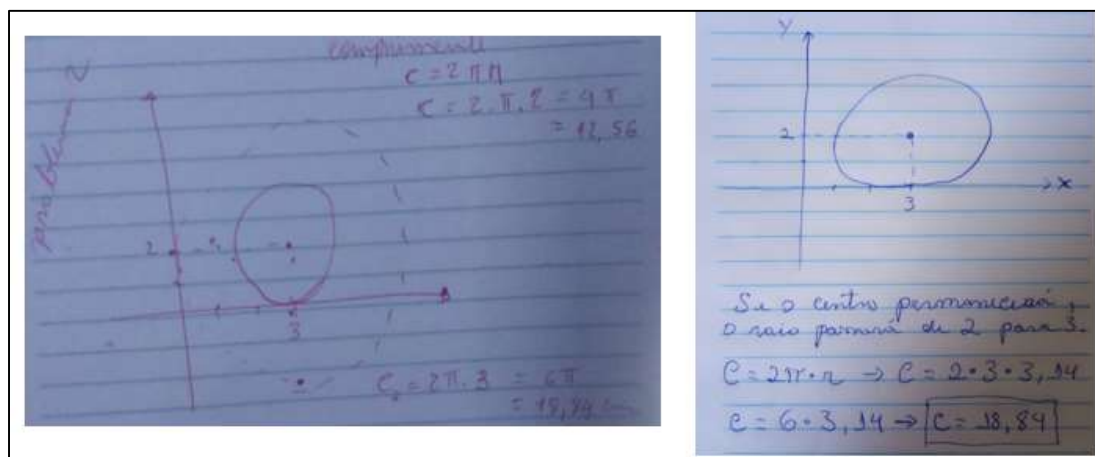
P6: É. Dependendo do que for adotado né? No caso, se for 3,14, deu 18,84. Deu isso aí também?

P8: Isso.

P7: Sim, deu isso.

A figura a seguir, apresenta a resolução algébrica, realizada pelos professores da escola B:

Figura 44 – Formalização de resolução da SDP II apresentada pelos professores P7 e P8.



Fonte: Dados da pesquisa.

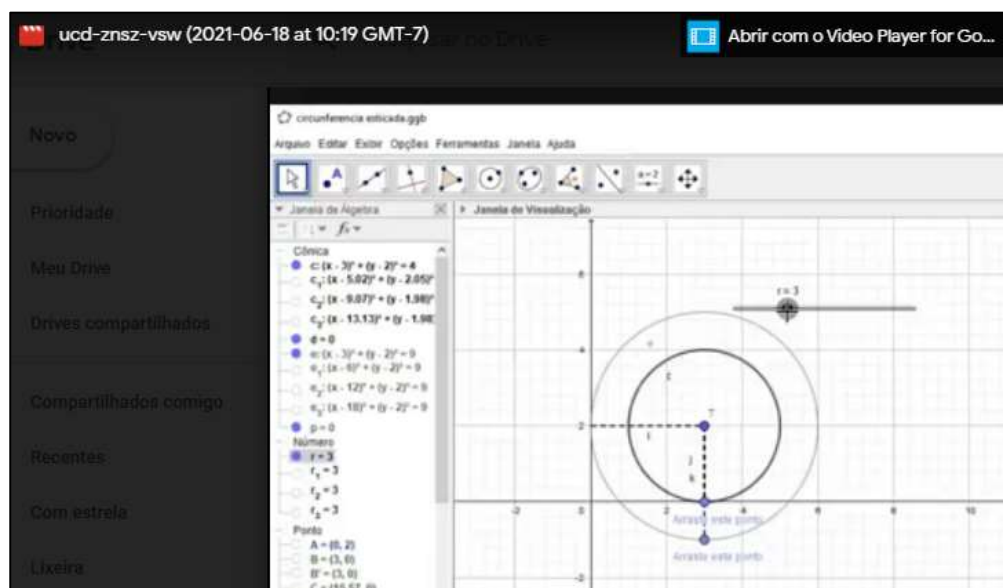
Em relação ao uso do GeoGebra, observou-se que, apesar de ter sido utilizado nos momentos de ação e formulação, não se observou sua utilização na fase de validação. Nenhum dos professores demonstrou interesse, por exemplo, em utilizá-lo para demonstrar a relação da construção algébrica com a visual, como havia sido previsto na análise *a priori*. Tal fato, acaba por mostrar uma maior atenção, dada pelo professor, em resolver o problema em si, de forma algébrica, sem manifestar tanta preocupação na explicação e na demonstração dos cálculos realizados ou das fórmulas utilizadas. Sendo assim, segue abaixo a explicação da professora P7:

P7: No caso, a gente observa o raio né? De acordo com o eixo y, observa o tamanho do raio, da primeira circunferência e, depois, quando ela aumenta... outra coisa importante, é você ver a pontinha da circunferência, se você descer ela até o eixo x, dista uma unidade né, do eixo y e do ponto três. Então, quando você aumenta ela, cresceu uma unidade, né isso, o raio dela, pra poder encostar no eixo y. Então o raio, que era dois né, passou a ser três. E jogando lá na formulazinha, tem o 18,84, adotando o $\pi = 3,14$.

Apesar de não terem utilizado o GeoGebra, na validação desta situação, todos os professores concordaram com o apoio visual, proporcionado pelo *software*, em um possível momento de explanação do problema em sala de aula. O professor P1, por exemplo, mencionou que, especificamente nesta questão, o programa seria bastante útil, pois facilitaria, tanto para o professor, em representar a situação com mais detalhes, como para o aluno, em visualizar e analisar o comportamento da circunferência com seus elementos envolvidos. O professor P4, por sua vez, achou muito interessante e mostrou interesse no uso da dinamização pelo controle deslizante, para expandir a outra circunferência.

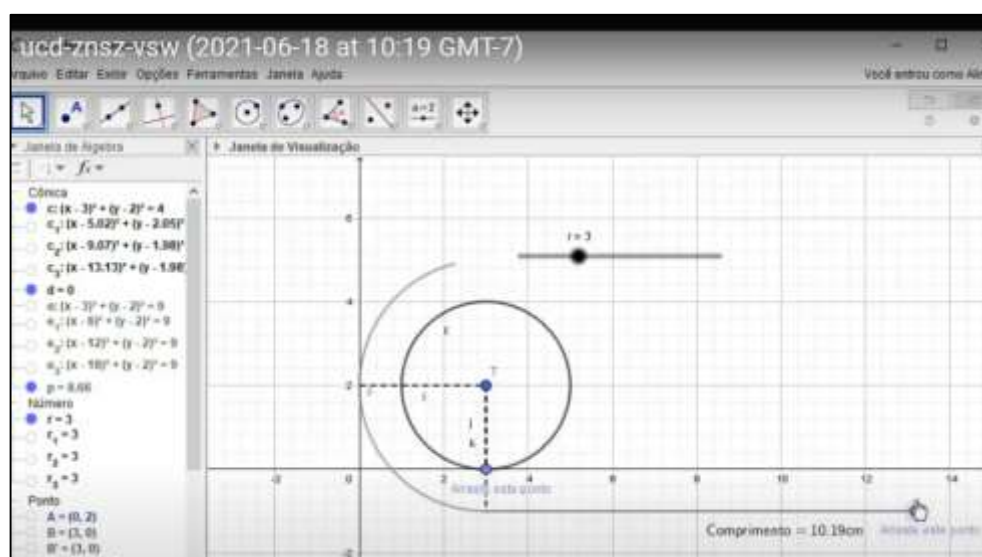
Por fim, no momento de institucionalização, a pesquisadora recapitulou todas as estratégias apresentadas no problema e validou a solução dos professores, objetivando mostrar para eles a importância de reservar o momento da aula para a comprovação do trabalho realizado. Em seguida, apresentou novamente a construção no GeoGebra, enfatizando a relevância do *software*, na visualização dos elementos do problema, por meio da manipulação da circunferência, mostrando o que poderia ser explorado, além do que o problema solicitava.

Figura 45 – Utilização do GeoGebra na fase de institucionalização.



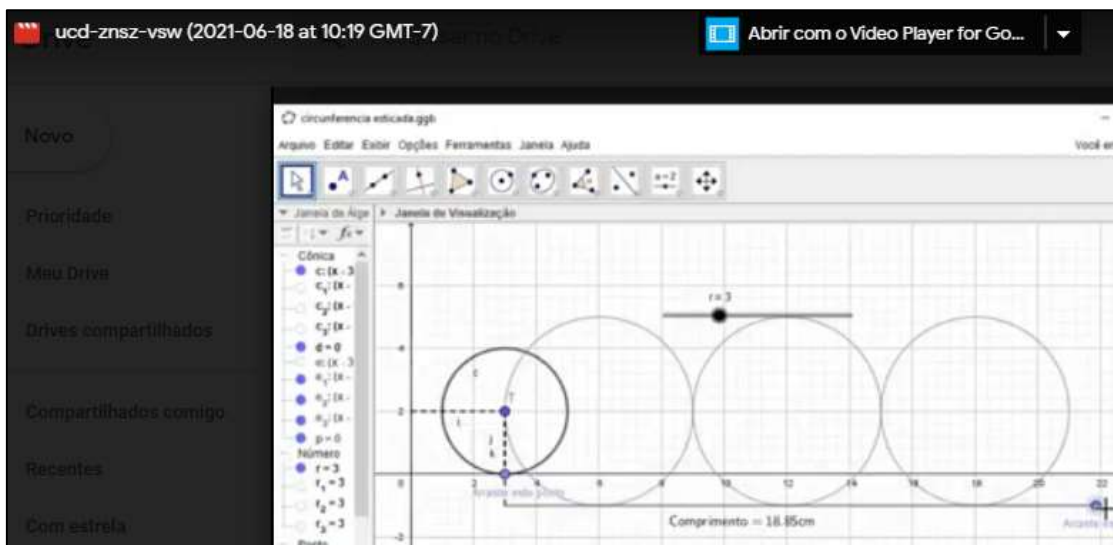
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 46 – Utilização do GeoGebra na fase de institucionalização.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 47 – Utilização do GeoGebra na fase de institucionalização.



Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, por meio da função “controle deslizante”, a pesquisadora apresentou a possibilidade de explorar outras circunferências, de medidas de raios diferentes, não se limitando a analisar apenas as instruções do enunciado da situação. Além disso, sugeriu-se relacionar a fórmula algébrica do comprimento da circunferência, à construção visual, apresentada no *software*, conforme descrito na análise *a priori*, incentivando os docentes a abordarem o conteúdo, além da mera apresentação de fórmulas. Desta forma, ela apresentou o recurso construído no GeoGebra (Figura 46), no qual, ao arrastar o ponto, a circunferência se “estica”, relacionando (visualmente) com a ideia do comprimento da circunferência, mostrando, assim, uma possibilidade de aliar a interpretação algébrica à visual.

Em seguida, iniciou-se uma discussão, visando promover a reflexão da importância de relacionar os conhecimentos pragmáticos, modelando tais conhecimentos, em prol da melhoria do ensino da Matemática.

Sendo assim, o professor P1 iniciou a análise pedagógica informando que, diante das dificuldades manifestadas nos alunos, ele faria uma revisão dos conceitos iniciais da circunferência e de seus elementos, bem como da definição de tangente, uma vez que, na visão dele, os alunos teriam dificuldades em interpretar o enunciado da questão, principalmente o significado do sentido de tangente. Percebe-se, então, a preocupação do professor em resgatar os conhecimentos prévios dos alunos, sendo estes, considerados como ponto de partida para se iniciar uma investigação de solução para a situação.

Já os professores P4 e P8 acharam que o aluno sentiria dificuldades em manipular, manualmente, o desenho da nova circunferência, de acordo com as instruções, podendo, assim,

ocorrer confusão no momento de aumentar o raio, acabando por desenhar a figura de forma incorreta. Diante de tal dificuldade, P1, P4, P6 e P8 consideraram o GeoGebra de fundamental importância, podendo utilizá-lo para expandir a circunferência, conforme enunciado. Para P1, caso o aluno cometesse o tipo de erro descrito por P4 e P8, seria, de certa forma, pedagogicamente interessante, pois, assim, ele teria a oportunidade de explorar outros conceitos dos elementos da circunferência, como, por exemplo, a definição de raio (que deve ter a mesma distância do centro da circunferência até qualquer ponto de sua extremidade). Tal fato, remete à ação de desenvolvimento de estratégias e rotinas, mediante os obstáculos profissionais decorrentes dos obstáculos epistemológicos manifestados nos alunos.

Os professores P4 e P8 também presumiram que os alunos apresentariam dificuldades em memorizar a fórmula do comprimento da circunferência, ou ainda, confundiriam com a fórmula da sua área. Nota-se, a partir desta percepção, uma preocupação prioritária, em assimilar o conteúdo, às fórmulas matemáticas, sem uma maior intervenção ao incentivo do papel investigativo, para se chegar em tais fórmulas. Sendo assim, nos momentos em que ocorreram as respectivas falas, a pesquisadora entrevistou, procurando reforçar a necessidade de o professor sempre procurar dar um sentido às fórmulas algébricas, relacionando-as com sua aplicação e estimulando, se possível, sua investigação.

Apenas o professor P6 fez menção à ideia de relacionar o comprimento da circunferência à ação de “esticá-la”, citando o GeoGebra como esclarecedor, neste quesito. Na ocasião, ele comentou sobre a importância do momento de formação com o GeoGebra, para que assim, ele possa assimilar mais ideias, pedagogicamente criativas, pois, antes, ele informou não ter tido tanta preocupação em trabalhar com os alunos a questão da visualização, se concentrando, apenas, na exploração algébrica dos conteúdos. Diante desta fala, verifica-se que, de certo modo, a utilização do *software* GeoGebra, proporcionou aos participantes uma reflexão sobre suas práticas docentes, onde, o recurso visual possibilitou que se realizasse uma confrontação da metodologia de ensino adotada, permitindo assim, como afirmou P6, abrir um novo olhar à criatividade pedagógica do professor.

Logo, verificou-se que todos os professores conseguiram encontrar a solução correta para o problema, confirmando, assim, que o objetivo de resolvê-lo, por meio da mobilização de seus conhecimentos geométricos, foi alcançado. No entanto, diferente do que fora previsto na análise *a priori*, eles realizaram os cálculos, exclusivamente por meio da fórmula algébrica do comprimento da circunferência, sem apresentarem maiores preocupações com a compreensão do sentido da aplicação de tal fórmula. Em relação ao momento de discussão pedagógica, os professores concordaram e se mostraram conscientes das ações docentes, embasadas pela TSD,

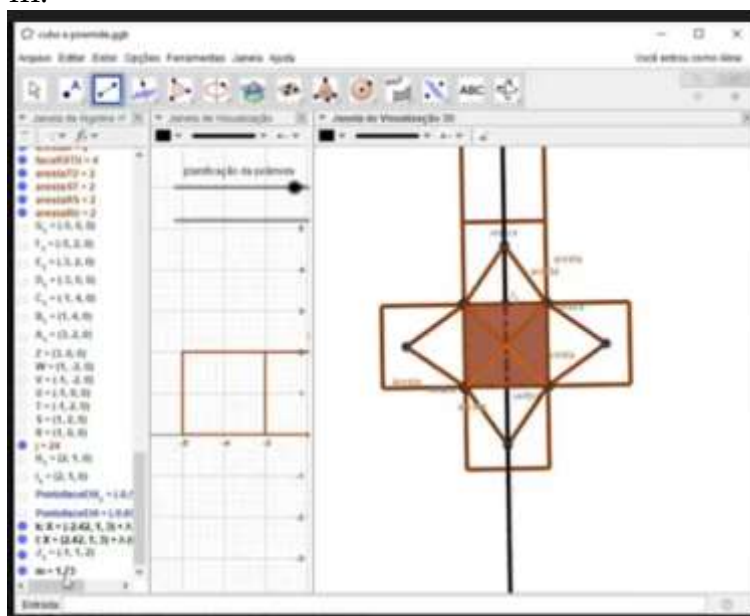
que deveriam ser empregadas em sala de aula. As competências profissionais, identificadas nesta situação, dizem respeito à capacidade de reconhecer as dificuldades manifestadas nos alunos, em que momento elas surgiriam e os procedimentos adotados, diante de tais circunstâncias.

5.3.3 Experimentação da SDP III

Na aplicação da SDP III, participaram os professores P2 e P4 da escola A e P6 e P8 da escola B. Ao iniciar o processo de resolução da situação-problema, a pesquisadora realizou o mesmo procedimento das situações anteriores, compartilhando o enunciado da questão na tela, via *Google Meet* e disponibilizando a construção do problema no GeoGebra, via *WhatsApp*. As fases de ação e formulação foram verificadas, simultaneamente, no momento de interação, no plano professor-meio e professor-professores. Assim, os professores realizaram a leitura do problema e começaram a traçar estratégias, mediante seus conhecimentos epistêmicos e pragmáticos, relacionados ao assunto da terceira situação-problema.

Durante o momento de ação, os professores manipularam a figura no GeoGebra, onde perceberam que poderiam planificar a figura da pirâmide e do cubo, mediante à movimentação do controle deslizante (Figura 48). Desta forma, foi possível visualizar todas as faces, vértices e arestas dos sólidos, verificando as características de cada um deles, bem como formulando suas estratégias de resolução, conforme previsto na análise *a priori*.

Figura 48 – Construção no GeoGebra disponibilizada pela pesquisadora para modelização da SDP III.



Fonte: Dados da pesquisa.

No momento da formulação, os professores da escola A não realizaram a troca de informações, mesmo diante da sugestão da pesquisadora em assim fazer, caracterizando assim, mais uma vez, em uma quebra no contrato didático acordado. Os professores da escola B, por sua vez, neste momento, basicamente tiraram dúvidas, em relação aos dados da questão, como as apresentadas a seguir:

P6: São quatro triângulos? É isso mesmo?

P8: Isso, quatro triângulos.

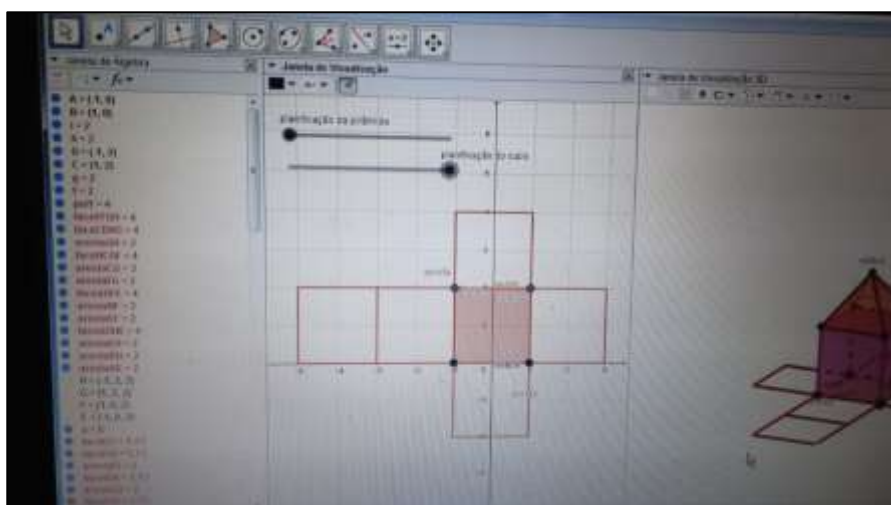
P6: Aí, no caso, vão ser cinco quadrados né? Qual a medida mesmo da aresta? É cinco?

P8: Dois.

Observa-se que não houve, em nenhum dos grupos, um interesse maior em discutir as estratégias e propriedades que poderiam ser exploradas nesta situação. Tal fato pode ter sido motivado pela ausência de uma maior dificuldade na resolução deste problema, conforme previsto na análise *a priori*. Sendo assim, a pesquisadora levou o processo de discussão coletiva para o momento subsequente, de análise e reflexão das práticas docentes.

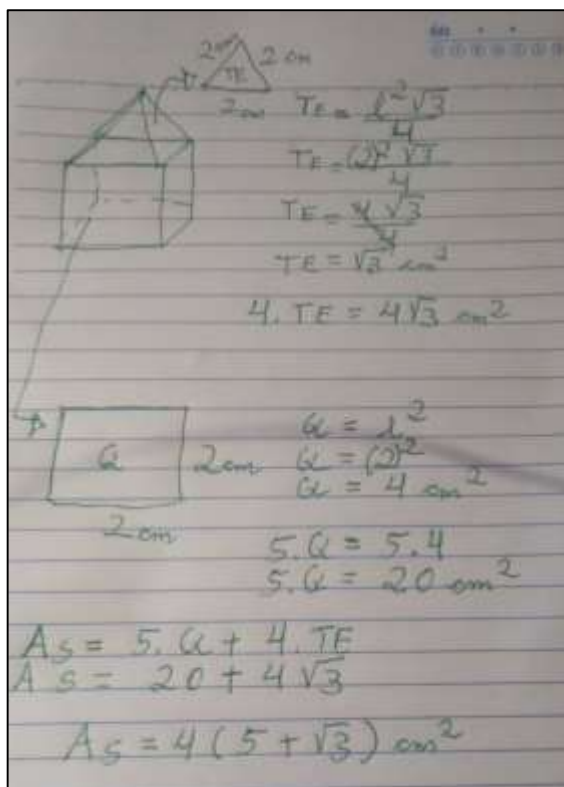
Na dialética de validação, os professores apresentaram suas resoluções algébricas, fazendo uso do GeoGebra para auxiliar na demonstração e explicação de suas estratégias, conforme figuras abaixo:

Figura 49 – Ação de validação da SDP III com o auxílio do GeoGebra.



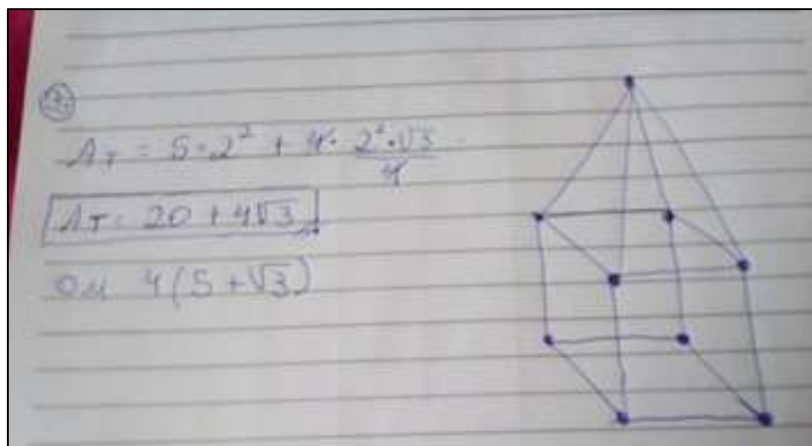
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 50 – Resolução algébrica apresentada pelo grupo da escola A.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 51 – Resolução algébrica apresentada pelo grupo da escola B.



Fonte: Dados da pesquisa.

Após a apresentação da solução algébrica, o professor P4 foi o responsável por compartilhar a informação contida na resolução do grupo da escola A. Segue a transcrição do áudio, coletado no momento da aplicação da SDP III:

P4: Então, aqui a gente vai calcular a área do triangulo equilátero, que é $\frac{l^2\sqrt{3}}{4}$. Como o lado é dois né (do triângulo), fica $\frac{2^2\sqrt{3}}{4}$, dá 1, dá $\sqrt{3}$. A área de cada triângulo é $\sqrt{3}$. Como são quatro triângulos, $4\sqrt{3}$. Então a área da superfície total é $20 + 4\sqrt{3}$ cm², ou, fatorando, 4 que multiplica $\sqrt{3} + 5$.

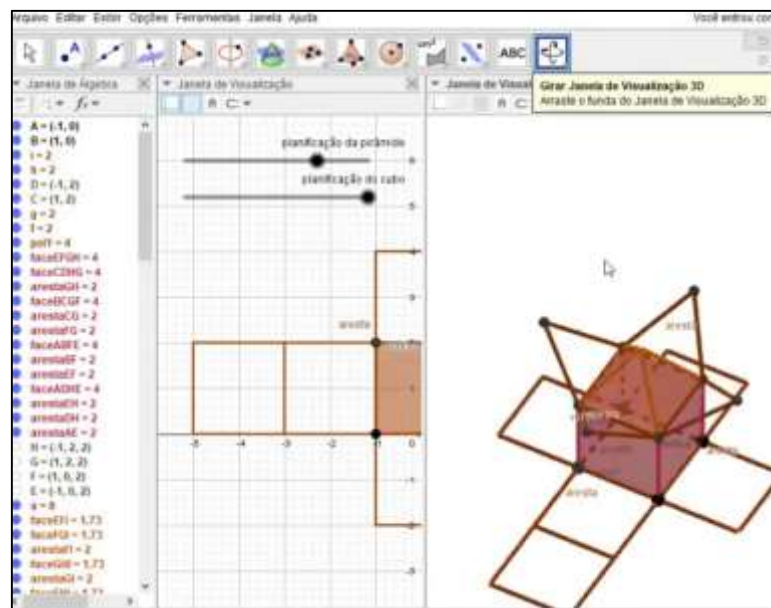
No grupo da escola B, a incumbência por tal realização, ficou a cargo do professor P6:

P6: Então, eu peguei aqui a área da pirâmide, no caso aqui, a pirâmide, só que eu não vou pegar a área total né, eu desconsidero a base, porque eu só quero a área da superfície aqui. Então, são um, dois, três, quatro triângulos equiláteros. Apliquei a fórmula $\frac{l^2\sqrt{3}}{4}$, multiplicado por quatro. Aí, no caso, eu contei os dois quattros, aí fica $4\sqrt{3}$, a área da superfície dessa pirâmide. Aí, somado com a área do cubo, que fica aí na base né? O cubo que fica aqui embaixo, ele tem aresta dois né isso? Então, são quantos cubos? No caso, são cinco cubos. Então fica cinco que multiplica 2^2 , porque a área do quadrado é o lado ao quadrado. E, descobri ali, que a área deu 20. Aí fica $4\sqrt{3} + 20$. Aí, se quiser, ainda coloca em evidência ali o quatro né? Aí fica $4(\sqrt{3}+5)$.

De modo semelhante ao ocorrido no problema anterior, observou-se uma grande importância, dada pelos professores, na aplicação de fórmulas algébricas, para se chegar à solução do problema, aplicando, por exemplo, a fórmula do triângulo equilátero, de forma direta, sem apresentar maiores explicações.

A pesquisadora então, aproveitou o momento de institucionalização, para mostrar novamente a construção no GeoGebra, destacando as diversas possibilidades de exploração da planificação da figura, bem como seus elementos. Mostrou também a função “Girar janela de visualização 3D”, na qual possibilita visualizar a figura sob diferentes ângulos, conforme imagem a seguir:

Figura 52 – Momento de institucionalização com o uso do GeoGebra.



Fonte: Dados da pesquisa.

Após apresentar o recurso, a pesquisadora sugeriu que, na sala de aula, seria interessante que os professores explorassem bastante a visualização da figura, concentrando-se mais ainda nas questões que eles considerassem ter um maior grau de dificuldade, podendo propor, por exemplo, que o aluno compare a resolução algébrica com a manipulação feita no GeoGebra, para que, assim, se possa comprovar os cálculos realizados. A pesquisadora ainda enfatizou sobre a necessidade de agregar um real sentido para a fórmula do triângulo equilátero, podendo também utilizar o GeoGebra para tal fim. Em seguida, ela promoveu uma reflexão, recapitulando as fases dialéticas, por meio da seguinte fala:

Pesquisadora: A fase da ação, que é deixar eles (alunos) tentarem sozinhos, tentarem por conta própria; depois é a questão da colaboração, que é em grupo, deixar eles discutirem as estratégias deles, em grupo; em seguida, a parte da validação, que é pedir para eles apresentarem para todo mundo (assim como tô fazendo com vocês) as suas resoluções; e, por fim, é que o professor entra em cena para, de fato, apresentar para eles o que for necessário apresentar.

Destarte, a pesquisadora concluiu a institucionalização, apresentando as teorias citadas na análise *a priori*. Verificou-se, então, que os professores conseguiram resolver a situação-problema, encontrando o valor correto para a questão.

No momento de discussão sobre a SDP III, a pesquisadora indagou aos professores sobre as possíveis dificuldades dos alunos neste problema. O professor P4, então, iniciou a análise, informando que os discentes teriam dificuldades em calcular a área do triângulo, além de confundirem a sua altura com a da pirâmide. P2, por sua vez, achou que os alunos correriam o risco de contar em duplicidade, a face comum ao cubo e à pirâmide. Os professores P6 e P8

também mencionaram sobre a possibilidade de os alunos não lembrarem da fórmula da área do triângulo equilátero. A pesquisadora então, aproveitou a oportunidade, e os questionou se eles consideravam mais conveniente informar logo a fórmula ou deixar eles descobrirem. P6, então, disse que seria interessante instigar o aluno a deduzir a fórmula, por meio da visualização e exploração dos elementos de um triângulo equilátero. A afirmação dada por P6, vai ao encontro do que se objetivava na análise *a priori*, que era provocar uma reflexão na prática docente dos professores, contribuindo, assim, para a adoção de mudanças que propiciem melhorias do ensino da Geometria.

Diante dos possíveis erros citados, P4 afirmou que procederia incentivando os alunos a realizarem a planificação da figura, desenhando cada lateral do cubo, ligada a cada face da pirâmide. P2 complementou a ideia de P4, sugerindo que, caso o aluno construísse, erroneamente, a planificação da figura, o professor poderia corrigi-la e, em seguida, deixar eles raciocinarem os passos para a resolução do problema. Pelas análises dos professores, observa-se que eles consideram a visualização das figuras geométricas como um fator essencial na resolução e compreensão deste problema. P2 ratifica esta importância, ao relacionar à sua própria experiência, outrora como aluno, expondo que, na época, ele compreendia Geometria, com bem mais facilidade, quando seus professores mostravam a construção das figuras. Assim, a pesquisadora aproveitou a ocasião para enfatizar, mais uma vez, a importância do GeoGebra, como recurso tecnológico, propiciando uma melhor percepção visual do problema. Ela ainda complementou, por meio da seguinte fala:

Pesquisadora: A gente precisa também, além de tá observando a questão de como que vai transmitir isso, como que vai passar isso pros alunos, como que a gente vai agir... ao mesmo tempo, devemos fazer uma autorreflexão do nosso trabalho, tentar se colocar no lugar do aluno. 'Será que eu, enquanto aluno, conseguiria assimilar isso, sem nenhum tipo de recurso?' Até mesmo pra deixar a aula mais instigante, mais interessante. Será que a gente, enquanto aluno, iria se interessar? Então, a gente, em determinadas aulas, acaba se perdendo e não presta tanta atenção, quanto uma outra aula que seja mais sólida, com mais recursos, mais visualização, menos abstrata né.

P4 então, expôs suas concepções, informando que, especialmente neste problema, seria possível deixar os alunos formarem suas próprias conclusões, frisando que o professor deve organizar os problemas a serem aplicados, de tal forma que as figuras presentes nestes problemas, sigam uma ordem de menos para mais abstrata, para que, assim o aluno possa, gradativamente, se adaptar à visualização e manipulação destas figuras, compreendendo o que deve ser feito. Ele ainda concluiu que, agindo desta forma, ajudaria tanto na compreensão, como evitaria que o aluno ficasse desestimulado, em não compreender, logo de início, as figuras mais

abstratas. Pela análise realizada por P4, observa-se a presença da noção de devolução, onde o professor se preocupa em traçar estratégias que façam com que o aluno aceite o problema como interessante e desafiador e, assim, possa vir a construir, com seus próprios passos, os procedimentos de resolução.

P6, diante da visualização do problema, afirma que, muito provavelmente, ele seria tentado a instruir os alunos como se deveria proceder, já mostrando as figuras planas presentes na figura e informando o passo a passo para a resolução. A ação de P6 mostra a ocorrência de uma cláusula implícita de um contrato didático, envolvendo professor e alunos, onde o professor considera ser o responsável e o condutor dos passos dados pelos alunos, em seu próprio processo de aprendizagem, sentindo-se, então, na obrigação de antecipar o seu trabalho, instruindo-o como deve proceder. P8, por sua vez, afirmou pensar que agiria diferente, pois geralmente costuma deixar o aluno tentar resolver o problema para que, assim, ele adquira a capacidade de resolver outras questões. Após a fala dos dois professores, a pesquisadora interveio, dizendo que, mesmo que o professor considere o problema de fácil resolução, é importante que ele sempre tente enxergar com a visão dos alunos, considerando suas limitações e entraves e, principalmente, a importância de incentivá-los a buscar seus próprios conhecimentos, de forma autônoma e sem a interferência do professor. Tal ação, por sinal, remete à competência de ensinar, descrita por Perrenoud (2000) como, trabalhar a partir das representações dos alunos:

O professor que trabalha a partir das representações dos alunos tenta reencontrar a memória do tempo em que ainda não sabia, colocar-se no lugar dos aprendizes, lembrar-se de que, se não compreendem, não é por falta de vontade, mas porque o que é evidente para o especialista parece opaco e arbitrário para os aprendizes (PERRENOUD, 2000, p. 29).

Especificamente sobre a Geometria espacial, P4 também relatou perceber que alguns alunos costumam se confundir bastante, em relação aos elementos dos sólidos geométricos, realizando concepções errôneas, como, por exemplo, considerar lados e arestas como sendo a mesma coisa. Neste momento, a pesquisadora acrescentou que tal confusão pode ser representada como um exemplo de vestígios de conhecimentos anteriores, trazidos pelos alunos, nos quais devem ser corrigidos e aperfeiçoados:

Pesquisadora: Eles têm o conhecimento prévio e é uma oportunidade de o professor detectar tais erros, porque, em cima desse erro, tem algum conhecimento (mesmo que equivocado), e o professor poderá trabalhar em cima desse erro, corrigindo-o ou aperfeiçoando-o.

Os professores da escola B expuseram sobre como poderiam explorar o GeoGebra em tal situação. P6 afirmou que utilizaria o *software* após o momento de resolução de exercícios, mostrando a figura do problema, com sua devida planificação, podendo utilizar como correção, alternativa de solução ou, até mesmo, como visualização do que eles realizaram. Já o professor P8 disse que o utilizaria para explicar os conceitos iniciais, como a área de figuras planas, sobretudo a do triângulo equilátero; explorar outros sólidos geométricos, com suas devidas planificações, para que assim pudesse introduzir o conceito de área total; e, até mesmo, colorir as faces com cores diferentes, para facilitar a visualização. Sendo assim, foi possível identificar a capacidade dos professores em desenvolverem uma transposição didática, a partir de estratégias de ensino, com o uso do *software*, de modo a estimular a aprendizagem do aluno.

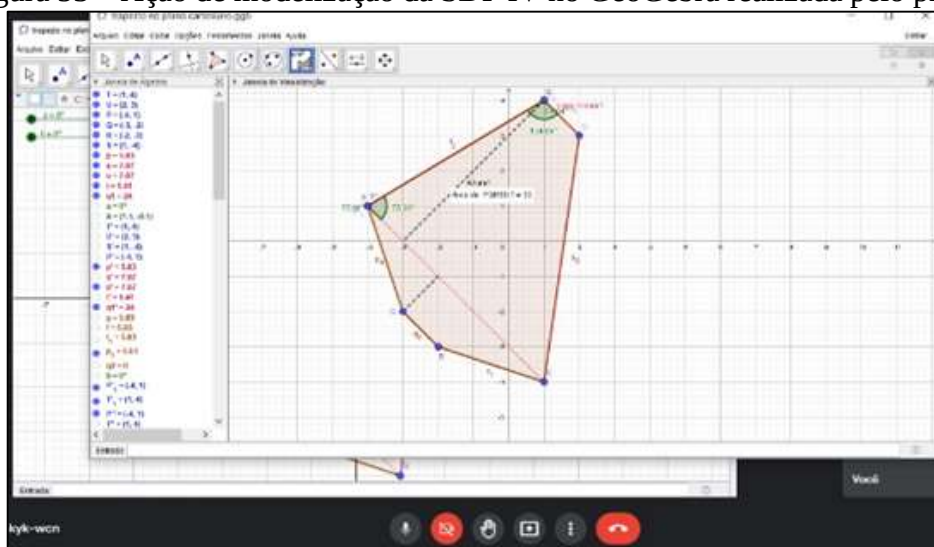
Durante a aplicação da SDP III, observou-se que os professores debateram, entre si, sobre as ações a serem realizadas, diante de tal problema, utilizando os seus conhecimentos prévios, relacionados com os conteúdos presentes no problema, além de vários pressupostos presentes na TSD, e o GeoGebra, como recurso auxiliar.

5.3.4 Experimentação da SDP IV

Participaram deste encontro os professores P2 e P4 (escola A) e todos os professores da escola B. No momento da aplicação da SDP IV, a pesquisadora apresentou na tela e leu o enunciado da questão. Em seguida, como ocorrido nas situações anteriores, os professores realizaram suas tentativas iniciais, debatendo, entre si, realizando, assim, as fases de ação e formulação, na busca de traçar estratégias de resolução do problema, conforme previsto na análise *a priori*. Ainda nesse momento, a pesquisadora disponibilizou, via *WhatsApp*, a construção do problema no GeoGebra, bem como a apresentou, na tela do *Google Meet*, incentivando, assim, o seu uso, para que eles pudessem explorar e refletir, acerca dos seus conhecimentos epistêmicos e pragmáticos, a partir da visualização e manipulação da figura e suas propriedades. Após a disponibilização da construção, a pesquisadora informou que, especificamente, neste problema, os valores de cada um dos lados do polígono formado, poderiam ser consultados no GeoGebra, visto que, o enunciado, não disponibilizava tais valores, evitando, assim, que o foco do problema fugisse do contexto da Geometria Plana.

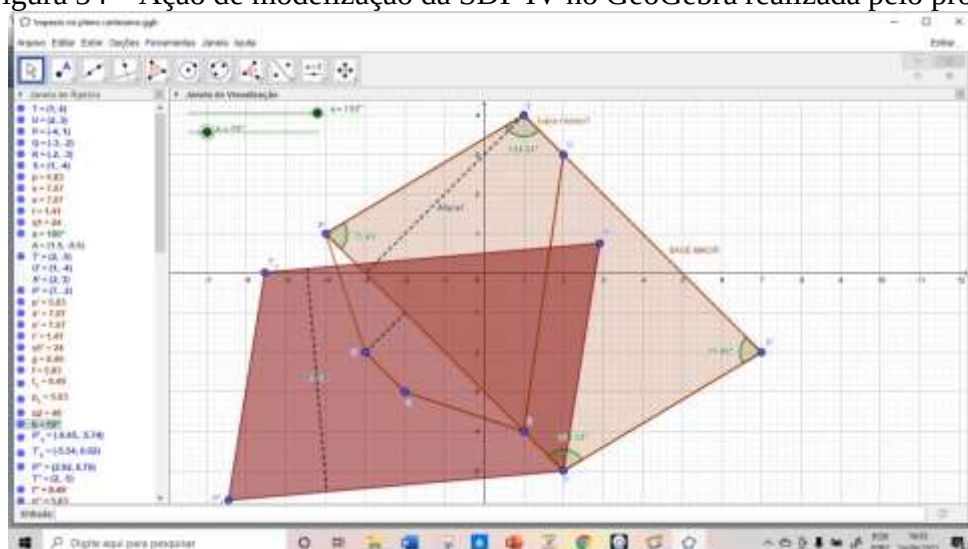
Os professores então, realizaram a manipulação da construção, com a finalidade de identificar as propriedades e, assim, construir um modelo matemático que possibilitasse a compreensão dos seus elementos.

Figura 53 – Ação de modelização da SDP IV no GeoGebra realizada pelo professor P4.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 54 – Ação de modelização da SDP IV no GeoGebra realizada pelo professor P4.



Fonte: Dados da pesquisa.

Após a análise da construção da figura, durante o momento de formulação, registrou-se algum dos diálogos, entre os professores da escola A e da escola B, respectivamente, sobre a tentativa de padronizar uma resolução para o problema:

Escola A:

P4: Dá pra dividir em retângulos e triângulos aqui.

P2: É. Fazendo a decomposição... a base comum do trapézio vale quanto?

P4: 7,07...

P2: Eu ia dividir em dois triângulos nas laterais e um retângulo central, mas eu acho que ia dificultar muito. Melhor dividir em dois trapézios mesmo.
 P4: Eu tinha pensado em dividir em triângulos e fazer pela Geometria analítica.
 P2: Eu vendo dessa forma aqui, pelo trapézio, fica bem mais fácil... então a área total da figura dá 30 né?
 P4: Não deu exatamente 30 não, deu 29,9768.
 P2: Deu aproximadamente.

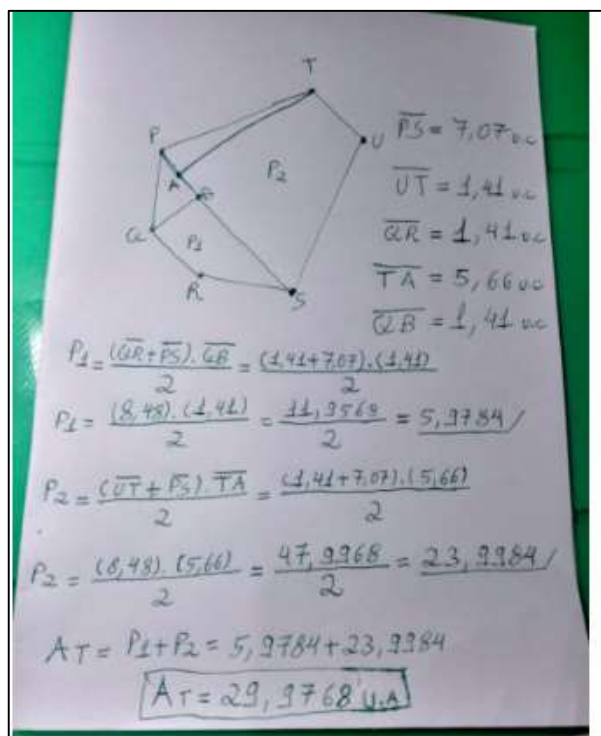
Escola B:

P6: Tem que começar ligando os pontos né?
 P5: É. Dividir em figuras conhecidas: retângulo, triângulo e calcular separado a área de cada um.
 [...]
 P6: Deu 24 aí?
 P8: Deu aproximado. Calculei foi tudo. Calculei até a do trapézio pequeno.
 P5: O meu tá diferente aqui.
 P7: O meu também tá diferente da figura que tá aparecendo na tela.
 P6: É só rodar no controle deslizante.
 [...]
 P5: E o resultado deu quanto?
 P6: 24.
 P5: Então o meu tá errado, o meu deu 30.
 P8: É porque aqui no GeoGebra tá somente a área do PSUT e ele quer a área do PQRSUT, aí esse outro, dá 6 mesmo. Aí quando a gente soma, vai dar 30 mesmo.
 [...]
 P7: No caso, quando joga as informações no GeoGebra, ele já te dá o valor da medida do segmento é?
 P6: É só clicar em cima do segmento.

Pela fala dos dois professores da escola A, percebe-se que, a princípio, assim como ocorreu com os professores da escola B, eles não adotariam a estratégia prevista na análise *a priori*, de dividir o polígono em trapézios. No entanto, após o contato com a construção no GeoGebra, eles acabaram por mudar suas estratégias iniciais, verificando, assim, que o *software* agiu como um recurso visual, impulsionador do raciocínio geométrico.

Em seguida, eles buscaram estruturar o modelo matemático pretendido, a partir das observações realizadas, por meio de um modelo algébrico:

Figura 55 – Resolução algébrica da SDP IV apresentada pelos professores da escola A.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 56 – Resolução algébrica da SDP IV apresentada pelos professores da escola B.

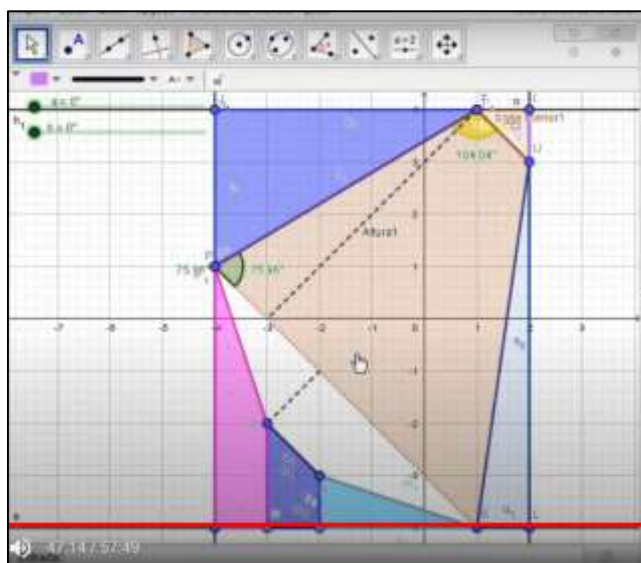
$A_1 = \frac{(1,41 + 7,07) \cdot 5,66}{2} \approx 24$
 $A_2 = \frac{(7,07 + 1,41) \cdot 1,41}{2} \approx 6$
 $A_1 + A_2 = 30$

Fonte: Dados da pesquisa.

Neste momento já se verifica a fase de validação, na qual, com os valores numéricos disponibilizados no GeoGebra, os professores apresentaram seus cálculos, onde, de acordo com a figura acima, eles calcularam, primeiramente, a área do trapézio maior e, depois, a do trapézio menor, para em seguida, chegar à área total da figura, conforme também, previsto na análise *a priori*.

No entanto, durante este momento, o professor P5 apresentou uma solução diferente da dos demais, manifestando seu raciocínio com a ajuda do *software*:

Figura 57 – Ação de modelização da SDP IV no GeoGebra realizada pelo professor P5.



Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se, pela Figura 57, que P5 delimitou o polígono do problema em um retângulo, destacando a região externa à figura, separando-a em triângulos e trapézios, de medidas de lados conhecidas. Diante desta solução, não prevista na análise *a priori*, verifica-se, claramente, a manifestação dos conhecimentos epistêmicos e pragmáticos do professor, diante da mobilização da Matemática do saber, auxiliada pelo recurso visual, proporcionado pelo GeoGebra. A seguir, apresenta-se a resolução algébrica do professor:

Figura 58 – Resolução algébrica da SDP IV apresentada pelo professor P5.

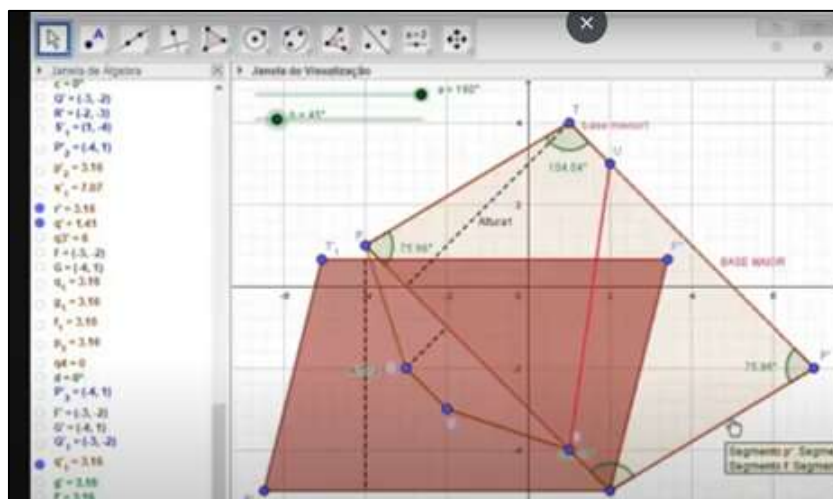
$A_{\text{área do retângulo grande (chão)}} = 6 \cdot 8 = 48 \text{ m}^2$
 $A_{\text{área do polígono procurado}}$
 Triângulos:
 $A_1 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 4 = 8 \text{ m}^2$
 $A_2 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 5 = \frac{15}{2} \text{ m}^2$
 $A_3 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1 = \frac{3}{2} \text{ m}^2$
 $A_4 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 7 = \frac{7}{2} \text{ m}^2$
 Trapezius:
 $A_5 = \frac{(2+5) \cdot 1}{2} = \frac{7}{2} \text{ m}^2$
 $A_6 = \frac{(1+2) \cdot 1}{2} = \frac{3}{2} \text{ m}^2$
 $A_{\text{polígono}} = A_{\text{área do retângulo grande}} - (A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6) = 48 - \left(\frac{1}{2} + \frac{15}{2} + \frac{3}{2} + \frac{7}{2} + \frac{7}{2} + \frac{3}{2} \right)$
 $= 48 - \left(\frac{36}{2} \right) = 48 - 18 = 30 \text{ m}^2$

Fonte: Dados da pesquisa.

A representação algébrica, apresentada por P5, mostra a formalização do resultado de suas estratégias, onde ele buscou explicitar o passo a passo da resolução, de modo a tornar-se compreensível e aceito pelos demais participantes, caracterizando, então, a fase de validação. Ao ser questionado sobre a utilização desta estratégia, P5 afirmou ter achado o estilo do problema parecido com o das questões da OBMEP, na qual possui uma certa afinidade e familiaridade, pois gosta de resolver este tipo de problemas desafiadores. Com isso, é possível perceber as habilidades desenvolvidas, durante o processo de formação do professor que, por sua vez, já possui alguma experiência, com resolução de problemas mais desafiadores, executados no decorrer do seu trabalho. Desta forma, a conduta de P5, remete à noção de que o aprendizado está relacionado com a atividade, visto que, conforme Pastré (1999), o aprendizado de um conhecimento teórico, converge para uma ação na atividade. Além disso, ainda se observa aqui, um exemplo de distinção entre os profissionais experientes e os menos experientes, conforme discutido anteriormente.

Na institucionalização, a pesquisadora apresentou mais uma vez a construção do GeoGebra na tela, mostrando as outras funções, não exploradas pelos professores, e associando a solução algébrica ao modelo construído, enfatizando a demonstração visual da fórmula da área do trapézio, por meio da formação de um paralelogramo, conforme descrito no momento de análise *a priori* desta situação. Além disso, a pesquisadora apresentou a figura rotacionada, paralela ao eixo x , de modo a facilitar a visualização dos valores de suas medidas. Desta forma, a mesma procurou, mais uma vez, provocar uma reflexão nos professores, para a importância da relação da visualização com as percepções algébricas, analisadas neste problema.

Figura 59 – Utilização do GeoGebra na fase de institucionalização.



Fonte: Dados da pesquisa.

Após a apresentação da proposta, com o auxílio do GeoGebra, a pesquisadora provocou uma reflexão nos professores acerca da aplicação da fórmula da área do trapézio, comentando sobre a importância de fazer com que o aluno assimile o sentido da fórmula aplicada, levando-o a enxergar o passo a passo da construção da fórmula.

Por fim, a pesquisadora ainda recapitulou as fases da TSD, relacionando-as às ações desenvolvidas pelos professores, ao longo da resolução do problema, vindo a concluir esse momento, apresentando as definições citadas na análise *a priori*, relacionadas à área das figuras planas, trabalhadas na questão (trapézio e paralelogramo).

Logo, pôde-se verificar que os professores encontraram a solução do problema, por meio de seus conhecimentos prévios manifestados, e auxiliados pelo GeoGebra.

Ao iniciar a discussão, acerca da quarta situação, os professores da escola A acharam o problema mais difícil que os anteriores, indicando que este seria de difícil resolução pelos alunos. Especificamente neste problema, P2 e P4 acharam que seria preciso sugerir que os alunos realizassem a decomposição de figuras, pois consideraram que poucos tomariam esta atitude por conta própria. Sendo assim, eles viram uma maior necessidade de intervenção do professor, uma vez que consideram que, sem esta atitude, poucos alunos conseguiriam caminhar sozinhos rumo à resolução. Tal pensamento, indica, mais uma vez, traços implícitos de um contrato didático, onde o professor continua ligado à prática de indicar caminhos para que os alunos consigam chegar à solução do problema.

Apesar de achar que o aluno terá maior facilidade em trabalhar com a área do triângulo e retângulo, P4 adverte que, provavelmente, ele não lembrará que, pela fórmula da área do triângulo, deve-se dividir por dois, podendo ocorrer de o aluno utilizar a mesma fórmula da área

do retângulo para calcular, também, a do triângulo. No entanto, o mesmo afirma que, caso isso realmente aconteça, ele aproveitaria tal momento para instigar os alunos a pensarem e analisarem, de modo visual e algébrico, se eles, realmente, consideravam que as figuras possuíam as mesmas características. Tal reflexão indica a mobilização da competência de se trabalhar a partir dos erros e dos obstáculos à aprendizagem, na qual, baseia-se no pressuposto de que “aprender não é primeiramente memorizar, estocar informações, mas reestruturar seu sistema de compreensão de mundo” (PERRENOUD, 2000, p. 30).

P6, por sua vez, considera, como mais um obstáculo, a dificuldade de o aluno trabalhar com valores decimais, no momento de calcular os valores das áreas necessárias. Tal fato, remete à ideia de um obstáculo didático, no qual o professor, geralmente, opta por apresentar aos alunos apenas situações que envolvam números naturais.

Em relação às estratégias adotadas, P4 citou a possibilidade de o professor utilizar termos menos formais, de modo a se aproximar à linguagem do aluno e, ao mesmo tempo, associá-la à linguagem formal da Matemática, mostrando, assim, uma competência, mobilizada pelos professores, no plano professor-alunos, mencionada na situação anterior: “trabalhar a partir das representações dos alunos” (PERRENOUD, 2000, p. 28).

P8, por sua vez, afirmou que não apresentaria, de imediato, o problema ao aluno. Mas, a princípio, tentaria abordar a área das principais figuras planas, como a do quadrado e a do retângulo, por exemplo. Em seguida, apresentaria uma figura, formada pela junção de duas figuras planas conhecidas, mostrando, a partir daí, o processo de decomposição de figuras, até chegar, de fato, ao problema em si. Já P6, agiria conforme os erros fossem surgindo, privilegiando, assim, a valorização da manifestação dos erros, diante das tentativas dos alunos. A pesquisadora aproveitou a fala de P6 para reforçar, mais uma vez, a importância de deixar os alunos tentarem, para que, assim, o professor identifique os erros e possa trabalhar, baseado nestes erros, transformando-os em conhecimento.

P6 e P8, ainda acharam que os alunos iriam ter dificuldades em construir a figura, formada pela reunião dos pontos, apresentados no plano cartesiano, além de considerarem – em consonância com os professores P2 e P4 – que a maioria deles não conseguiria formular a estratégia de decomposição da figura, sendo, o GeoGebra, um fator auxiliar para tais dificuldades previstas. Ainda sobre o *software*, P4 manifestou sua preocupação, em relação ao programa apresentar, dentre suas funções, a opção de mostrar a área de um polígono qualquer, e, assim, correr o risco de o aluno simplesmente verificar a área do polígono apresentado na situação. Neste momento, a pesquisadora interferiu, esclarecendo que o professor poderia, por exemplo, utilizar a visualização geométrica, como objeto de comparação com a resolução

algébrica do aluno, procurando sempre incentivá-lo a descobrir os caminhos percorridos, que o levaram àquela solução. Em seguida, os professores ainda manifestaram a colaboração do *software* na construção de uma melhor estratégia de resolução, por meio das seguintes falas:

P7: Realmente eu fiquei confusa na questão de que maneira eu ia organizar as figuras né? Porque eu pensei, de início, só em triângulos. Depois que tu (pesquisadora) jogou no GeoGebra, já com esses dois trapézios bonitinhos, aí é outra coisa né? A visualização fica muito mais clara...

P8: Eu também, o meu deu sete figuras. Aí pra calcular uma por uma, ia ficar muito longo...

A partir das falas e ações dos professores, é possível verificar que, nesta situação, o uso do *software* – por meio da movimentação dos controles deslizantes criados e da visualização, obtida na construção – proporcionou aos participantes uma visão mais ampla do enunciado, sendo, portanto, capaz de estimular a criação de novas estratégias de solução que satisfaça o enunciado do problema. Logo, verificou-se que os professores desenvolveram estratégias de resolução, inclusive com o auxílio do GeoGebra, mobilizando, assim, uma discussão e reflexão, acerca dos assuntos relacionados ao problema.

Finalizada a aplicação de tais SDPs, pode-se concluir que o terceiro objetivo específico foi devidamente alcançado, pois, durante todo o processo, foi possível analisar as suas ações, instigando, assim, uma reflexão de suas práticas docentes.

5.3.5 Questionário final

A aplicação do questionário final (apêndice B) se deu por meio do *Google Forms*, sendo disponibilizado pelo *e-mail* dos sete participantes que concluíram todo o processo formativo. Composto de seis questões subjetivas, ele buscou investigar a visão dos professores, em relação ao uso do GeoGebra e à aplicação da TSD, no ensino da Geometria plana e espacial. Sendo assim, pôde-se verificar as possíveis transformações e novas concepções, adquiridas pelos participantes, após o processo de formação.

A primeira questão tratava sobre a contribuição do GeoGebra, na resolução das situações-problema apresentadas. Todos os professores avaliaram este tema positivamente, destacando suas contribuições pedagógicas, no momento de resolução dos problemas, tais como o fato de ter propiciado uma visão mais ampla e didática, facilitando a construção de ideias, promovendo um melhor entendimento da questão, dentre outras contribuições.

A segunda questão referia-se sobre a contribuição do *software*, no ensino da Geometria plana e espacial. Todos os professores concordaram com a existência de contribuições do GeoGebra, destacando que o mesmo era capaz de auxiliar na visão geométrica dos alunos; facilitar a aprendizagem, diante dos recursos apresentados, como a visualização 3D dos sólidos geométricos; e permitir, ao professor, demonstrar propriedades e modelos.

A terceira questão abordava sobre a capacidade do *software* em proporcionar aos alunos uma melhor compreensão dos conceitos geométricos. Os professores responderam acreditar que sim, visto que o GeoGebra, por ser de fácil visualização e manipulação, poderia permitir ao aluno manipular as formas geométricas e gráficas, melhorando, assim, sua percepção e construção de conhecimento. A seguir apresenta-se a resposta de um dos professores participantes:

P4: Todo recurso que propicie ao aluno, a internalização dos conceitos e a apreensão das ideias, colabora significativamente para a aprendizagem. O GeoGebra combina visão e manipulação, duas ações auxiliares, significativas na compreensão dos conceitos geométricos.

Na quarta questão, a pesquisadora argumentou se os professores achavam que a TSD, por meio de suas quatro fases, poderia promover aos alunos uma maior apreensão do saber matemático. Seguem as respostas dos professores:

P1: Sim.

P2: Sim, devido a análise de como trabalhar os pré-requisitos do conteúdo abordado e fazer o aluno ser protagonista na situação problema.

P4: Sim. A segmentação da ação pedagógica nas quatro fases: ação, formulação, validação e institucionalização, contribui para uma melhor sistematização da construção dos conceitos. Essa forma de abordagem ajuda a cadenciar melhor a "formulação" das ideias na mente dos alunos e, posterior "formalização", ou seja, a institucionalização dos conceitos, e portanto, do saber matemático. E não somente no campo da matemática, mas auxilia em outras áreas, na medida em que cria um método investigativo.

P5: Sim, o fato de os alunos terem tempo e disposição suficientes para construir, discutir, tentar solucionar e apresentar suas soluções é fato indispensável à construção do ensino.

P6: Sim. É evidente que para o aluno compreender o que lhe é levado de conteúdo, se faz necessário que esse conteúdo seja atrativo e provoque no estudante a vontade de explorar resolvendo desafios com as mais diferentes ferramentas matemáticas

P7: Sim, foge da rotina "normal" de ensino tendo em vista que a teoria leva o aluno a pensar mesmo que não chegue à conclusão correta do problema, ajuda no raciocínio lógico.

P8: Sim. A utilização da TSD quando aplicada corretamente pelo professor faz com que o aluno tenha um contato menos traumático com a disciplina.

A quinta questão perguntava se, durante o processo de formação, os professores conseguiram identificar uma ou mais ações docentes, possíveis de se colocar em prática, no

ensino da Geometria plana e espacial. Sendo assim, as principais ações citadas pelos professores foram: utilizar o auxílio do GeoGebra em problemas de Geometria; dar autonomia ao aluno, deixando-o produzir suas próprias inferências sobre os conteúdos e, assim, permitir que ele seja o protagonista da sua própria aprendizagem; e estimular a união entre os alunos, por meio de discussões e elaboração de estratégias, para se chegar à solução do problema.

Por fim, a última questão tratava acerca das concepções do professor sobre a formação realizada, o questionando se esta havia contribuído, de alguma maneira, com sua profissão docente. Seguem as reproduções das respostas dos participantes:

P1: Sim. O professor deve se atualizar e ter contato com as novas ferramentas tecnológicas para lidar com a nova geração de alunos.

P2: Sim, não conhecia o programa GeoGebra e nem a Teoria das Situações Didática (TSD), sendo uma nova maneira de lidar e como fazer que o aluno aprenda melhor a geometria plana e espacial.

P4: Contribuiu totalmente. Apesar de já aplicar informalmente as etapas da teoria, dentro de uma prática construída no empirismo, a pesquisa contribuiu para uma sistematização e solidificação da ideia que já existia. Por outro lado, o uso do GeoGebra aprofundou o meu conhecimento do software, no tocante a recursos que não dominava.

P5: Sim, a ideia é bem interessante, porém as turmas são muito numerosas, um trabalho desses requer uma melhor preparação do professor para aplicá-la, porém possível.

P6: Sim. O que mais trouxe de positivo para minha formação e que levarei para o futuro, foi a possibilidade de tentar pensar como o aluno, de tentar raciocinar como ele na resolução de problemas, seja por tentativas ou pelo uso do recurso tecnológico. Eu, enquanto professor, tive grande dificuldade em me colocar no lugar do aluno e resolver os problemas meio escalonando as dificuldades, que para um professor de matemática eram inexistentes.

P7: Sim! Bastante. O GeoGebra é um *software* "popular" porém não utilizado com frequência, eu só tive um contato maior durante a pesquisa, e ainda não me sinto segura em utilizá-lo. Através da pesquisa conheci o *software* e despertou o interesse em conhecer melhor o *software*.

P8: Sim. Tinha uma visão superficial do GeoGebra e julgava ser mais difícil sua utilização. Nessa formação vi que não é bem assim e passei a usá-lo nas minhas aulas de Geometria.

A partir dos depoimentos citados acima, pôde-se observar que os professores consideraram relevante, tanto a inserção de novas metodologias, em sala de aula, como o uso de recursos tecnológicos educacionais, de modo que estes tornem-se ferramentas importantes para desenvolver um ensino mais significativo, contribuindo, assim, com a ressignificação e remodelação de suas práticas pedagógicas.

6 ANÁLISE A POSTERIORI E VALIDAÇÃO

Esta etapa apresenta a última fase da EDF: análise *a posteriori* e validação, onde trará os dados e os resultados coletados, por meio das observações e discussões das situações didáticas, realizando uma análise, acerca dos dados mais relevantes e possibilitando, assim, efetuar a validação da pesquisa.

Este processo de validação se classifica em validação interna e validação externa. A validação externa envolve a comparação estatística do desempenho de grupos experimentais e de controle que, conforme Artigue (1988), não é o caso da Engenharia Didática, visto que esta, se fundamenta em registros de estudos de caso, sendo a sua validação, essencialmente interna, limitada ao contexto da experiência realizada, com base no confronto entre a análise *a priori* e *a posteriori*. Sobre este momento, Almouloud e Silva (2012, p. 27) constata que:

A análise *a posteriori* consiste em uma análise de um conjunto de dados colhidos ao longo da experimentação, como por exemplo, produção dos alunos, registros de observadores e registro em vídeo. Nessa análise, seFR faz necessário sua confrontação com a análise *a priori* para que seja feita a validação ou não das hipóteses formuladas na investigação.

Diante disso, este trabalho se restringiu a uma validação interna das Situações Didáticas Profissionais, conforme os aspectos relacionados à Engenharia Didática de Formação. Tal ação ocorreu mediante o desenvolvimento das SDPs, por meio das situações-problema propostas, com o intuito de verificar os dados obtidos, confrontar com os dados levantados e, assim, validar as hipóteses levantadas na análise *a priori*.

Em relação à primeira hipótese: A utilização do *software* GeoGebra provoca, nos professores em formação, uma reflexão sobre a sua contribuição no ensino da Geometria; observou-se que, no geral, os professores mostraram interesse nas construções das figuras, realizadas no GeoGebra, considerando relevante sua utilização em sala de aula, para o ensino da Geometria. Na SDP I, por exemplo, alguns professores se mostraram bastante entusiasmados com a apresentação da construção. Incentivados pelas possibilidades de uso nesta situação, mostradas pela pesquisadora, eles destacaram a importância de converter o abstrato em concreto, por meio da visualização e dinamização da figura geométrica, reconhecendo o GeoGebra como um potencial recurso pedagógico a ser utilizado nas aulas de Matemática.

Na SDP II, diante dos dados colhidos na experimentação, observou-se que o uso do *software* proporcionou aos participantes uma visão dinamizada da figura, por meio da função “controle deslizante”, auxiliando, assim, na compreensão do problema. Apesar de não o terem

utilizado, por iniciativa própria, para demonstrar a relação da construção algébrica com a visual, todos eles concordaram com o apoio visual proporcionado pelo *software*, em um possível momento de explanação deste problema em sala de aula.

Na SDP III, observou-se que a utilização do *software* propiciou uma melhor interpretação visual do problema, chegando a provocar mudanças nas estratégias iniciais dos participantes e a manifestação de raciocínio diferente do que o previsto na análise *a priori*. Além disso, alguns professores o consideraram como um fator auxiliar na superação das dificuldades encontradas nos alunos, em uma provável aplicação em sala de aula.

Na SDP IV, foi disponibilizada a figura do problema, adaptada no GeoGebra, oferecendo, assim, uma visão mais ampla do enunciado. Mesmo que não tenha sido um fator essencial durante a resolução, os professores, instigados pela pesquisadora, analisaram e discutiram, no decorrer do momento de reflexão, as possíveis maneiras de explorar o *software*, nesta situação, em sala de aula.

Logo, é possível confirmar a primeira hipótese, por meio das ações observadas nas quatro situações, aliadas às respostas, obtidas das três primeiras perguntas do questionário final, onde, tais informações, revelaram que, mesmo diante de uma aplicação não presencial, os participantes conseguiram explorar o *software*, conhecendo recursos, antes desconhecidos e, até mesmo, se aprofundando em seu manuseio, fazendo, assim, com que eles o considerassem como um forte aliado ao ensino da Geometria, promovendo uma reflexão quanto à possibilidade de sua inserção em sala de aula, adaptando os conteúdos a serem ensinados e analisando as suas potencialidades, a serem exploradas como auxílio na compreensão geométrica do aluno.

Quanto à segunda hipótese: A análise do trabalho, conforme os pressupostos da DP, aliada ao conjunto de dados, abordados na TSD, possibilita aos professores avaliar, por meio de ações e reflexões, sua prática pedagógica, influenciando, assim, nos seus saberes docentes e provocando mudanças que contribuam para sua qualificação profissional; verificou-se o engajamento dos professores, diante da aplicação e da discussão das situações, acerca de suas ações pedagógicas, fomentada pela pesquisadora, conforme a proposta trazida pela TSD, promovendo, posteriormente, mudanças em suas concepções pragmáticas.

Durante a aplicação das SDPs, mesmo com a quebra de algumas regras no contrato didático, foi possível realizar uma análise e uma discussão das concepções pragmáticas dos professores participantes, mediante à ação e à reflexão de suas práticas docentes, embasadas pelos pressupostos da TSD.

No momento de ação, os professores envolveram-se no papel de aluno, podendo, assim, analisar as particularidades de cada um dos problemas, enxergando possíveis detalhes que, antes, na função de professor, poderiam passar despercebidos. Na fase de formulação, foi possível provocar um ambiente de aprendizagem colaborativo, no qual se realizaram discussões e análise de estratégias, mesmo que, em alguns momentos, eles não tenham mostrado interesse em realizar tal interação, mostrando, assim, a importância de reservar tal momento, durante uma situação de aprendizagem. Na validação, momento no qual os professores expuseram suas estratégias adotadas, verificou-se um grande número de aplicação de fórmulas algébricas, sem maiores explicações ou demonstrações para tais fórmulas. Tal fato, demandou uma intervenção, por parte da pesquisadora, onde foi necessário realizar, em momento posterior, uma reflexão sobre a necessidade de evitar induzir o aluno a adotar cálculos mecanizados, com o uso exclusivo de fórmulas matemáticas, sem demonstrar um raciocínio válido para elas. Finalmente, na institucionalização, a pesquisadora teve a oportunidade de elencar as estratégias observadas, validar as soluções apresentadas e, ainda, acrescentar ações pedagógicas que pudessem ser realizadas durante o momento de aplicação das situações didáticas, em sala de aula.

No momento de discussão e reflexão, os professores conseguiram identificar as possíveis dificuldades que os alunos enfrentariam diante de tais situações, e quais ações e estratégias seriam adotadas, de modo a amenizar tal fato. A pesquisadora, por sua vez, mediou o momento, apresentando possíveis ações, para os diferentes obstáculos citados, sempre embasadas pelos pressupostos da TSD. Na ocasião, ela esclareceu que não existia, de fato, uma fórmula a ser seguida, para cada dificuldade encontrada, uma vez que os fenômenos, relacionados à sala de aula, estão em constante processo de mudanças e adaptações e, portanto, tais ações não garantiriam a superação destes obstáculos, mas poderiam ser implementadas, na tentativa de amenizá-los, propiciando, assim, meios que possam contribuir com o desenvolvimento da competência profissional do professor, diante de situações complexas e imprevisíveis, que venham a surgir na sua rotina laboral. A seguir, então, apresentam-se alguns exemplos das ações realizadas pela pesquisadora:

Em alguns momentos, ela instigava os professores a analisarem suas ações, de acordo com o observado, durante a aplicação das SDPs, de modo a provocar reflexões e mudanças nas suas concepções pragmáticas. Na SDP III, por exemplo, a pesquisadora argumentou se os participantes achavam conveniente, na situação-problema apresentada, aplicar, imediatamente a fórmula da área do triângulo equilátero, assim como eles fizeram. Alguns professores então, mesmo não tendo mencionado antes, afirmaram que o correto seria induzir os alunos a

investigarem e deduzirem a fórmula, por meio da visualização e exploração dos elementos da figura. Outros, afirmaram ser importante deixar os alunos formarem suas próprias conclusões, ficando a cargo do docente, a organização dos problemas propostos, de modo a selecioná-los, de acordo com o nível do aluno, ajudando assim, tanto na compreensão matemática como na sua motivação.

Diante da preocupação de alguns professores, em desejar intervir, antes do momento recomendado, pois, na visão deles, os alunos costumavam “travar”, no andamento da resolução de um problema, acabando por pedir ajuda ao professor, a pesquisadora sugeriu explorar a fase de formulação da TSD, incentivando o trabalho coletivo dos alunos, onde, uns ajudariam os outros, inclusive nas dúvidas ocorridas, sem a necessidade de uma linguagem técnica e formal. Ela também citou a importância de o professor deixar o aluno descobrir meios de resolver o problema sozinho, evitando poucas intervenções, para que, assim, fosse possível identificar os erros cometidos e trabalhar a partir destes erros, considerando-os como uma parte essencial da aprendizagem.

Ao ser observado que os professores, em geral, priorizavam assimilar o conteúdo matemático à utilização de fórmulas algébricas, de forma direta e sem maiores explicações, a pesquisadora procurou conscientizá-los da importância de incentivar o papel investigativo dos alunos, tentando fazer com eles descobrissem meios de deduzir tais fórmulas.

Por fim, como forma de complementaridade à confirmação da segunda hipótese, as questões quatro e cinco, do questionário final, verificaram a presença de uma apreensão, pelos professores, da proposta trazida pela teoria, ao observar a importância dada por eles, em:

- i. realizar uma análise prévia dos conceitos a serem trabalhados em sala de aula, fazendo uma correlação com a devolução;
- ii. incentivar o protagonismo do aluno durante a resolução de uma situação-problema;
- iii. criar um método investigativo, no decorrer do processo de ensino e aprendizagem;
- iv. incentivar os alunos a construírem, discutirem, tentarem e, por fim, apresentarem suas resoluções;
- v. valorizar o processo investigativo do aluno, mesmo que ele não consiga chegar à solução correta.

De fato, estas condutas, apontadas na quarta e quinta questão, já haviam sido sugeridas pelos professores, no momento de aplicação e reflexão das SDPs, conforme mencionadas anteriormente.

Finalmente, na última questão, foi possível verificar que os professores reconheceram a contribuição, dada pela formação, à sua profissão docente, destacando a potencialidade do *software* GeoGebra, como recurso tecnológico e a TSD, como modelo teórico de ensino.

Assim, é possível validar a segunda hipótese, já que estas mesmas ações, outrora sugeridas pelos professores, quase não se manifestaram, no momento da aplicação do primeiro questionário e da observação de suas aulas (realizados na fase de análise preliminar). Pelo contrário, a maioria das aulas tinham características essencialmente expositivas, tendo a figura do professor centralizada como protagonista, onde eles conduziam a situação, expondo o conteúdo, resolvendo os exercícios e, em sua maioria, sem a utilização de qualquer recurso tecnológico educacional. No entanto, concluído o momento de formação, com a exposição do conjunto de dados abordados nesta pesquisa, é possível afirmar que os pressupostos, trazidos pela TSD, aliados à análise do trabalho, de acordo com a DP, foram capazes de provocar mudanças nas concepções pragmáticas destes professores, propiciando a perspectiva de se considerar uma proposta de metodologia de ensino para a Geometria, vindo, então, a contribuir para a melhoria do seu desempenho profissional e, conseqüentemente, para o ensino da Matemática.

Portanto, a partir da análise realizada nesta fase, é possível verificar a influência apresentada pelas teorias da Situação Didática e da Didática Profissional, no processo formativo realizado nesta pesquisa, permitindo, assim, além de confirmar as hipóteses já apresentadas, responder à questão norteadora dessa investigação. A seguir, então, apresenta-se o último capítulo, no qual se enfatiza a síntese do trabalho desenvolvido, com suas devidas observações, resultados e perspectivas futuras.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste trabalho, buscou-se, especialmente, tratar acerca da Geometria plana e espacial, na formação continuada em serviço de professores de Matemática da Educação Básica. Tal escolha se justificou pela necessidade de um olhar especial neste ensino, considerando-se seus entraves e obstáculos, retratados, com mais detalhes, no levantamento bibliográfico realizado. Logo, traçou-se os objetivos geral e específicos, norteando a problemática desta pesquisa, que foi a de verificar como as teorias das Situações Didáticas e da Didática Profissional poderiam contribuir para a formação continuada em serviço, dos professores de Matemática, na área da Geometria. Para responder tal questão, este trabalho baseou-se segundo as orientações metodológicas da Engenharia Didática de Formação. Além disso, utilizou-se, como referencial teórico, as teorias das Situações Didáticas e da Didática Profissional, de modo a amparar a investigação, diante da formação profissional do professor.

A princípio, foi realizada na análise preliminar:

- i. uma descrição do objeto de estudo, de ordem epistemológica e didática, acerca do desenvolvimento histórico, do ensino da Geometria no Brasil, considerando-se seus obstáculos e lacunas;
- ii. uma apreciação sobre o conteúdo geométrico nos livros didáticos adotados nas duas escolas participantes da pesquisa;
- iii. uma explanação, acerca das principais orientações curriculares oficiais e a formação docente, relacionadas ao ensino da Geometria;
- iv. uma análise de trabalhos acadêmicos (dissertações e teses) correlatos com a pesquisa;
- v. uma análise do ensino da Geometria, realizada a partir da investigação da atividade profissional dos professores participantes da pesquisa.

Da análise v, foi possível verificar algumas dificuldades e particularidades, acerca do ensino da Geometria, presentes no contexto da atividade profissional dos professores pesquisados (conforme já mencionado na seção 3.6.6), que foram:

- i. a falta de familiaridade com o GeoGebra, enquanto recurso tecnológico educacional;
- ii. a utilização de uma metodologia de ensino expositiva e tradicional;
- iii. a pouca adesão e participação dos alunos durante as aulas;

- iv. a ausência, por parte dos professores, de uma reflexão sobre suas práticas docentes.

De fato, diante das respostas contidas no questionário e da observação das aulas destes professores, que ocorreram de forma remota, verificou-se uma quase ausência na utilização de recursos tecnológicos, durante estas aulas, onde, o *software* GeoGebra era praticamente desconhecido pelos participantes, sendo utilizado por apenas dois dos oito professores pesquisados. Além disso, apesar de alguns deles terem realizado uma autocrítica, acerca do modo de ensinar, observou-se que eles não costumam associar o seu desempenho profissional à aprendizagem dos alunos, onde, em alguns momentos, atribuíam a maior parte da culpa, da dificuldade no processo de ensino e aprendizagem, ao aluno. Por sua vez, as ações discentes, que mais impossibilitavam este processo, na visão dos pesquisados, eram a falta de interesse e participação, tendo isto se acentuado, mais ainda, durante o ensino a distância, adotado nas escolas, devido ao momento de pandemia vivenciado, se caracterizando, então, como uma limitação para este estudo. Tais ações realmente puderam ser constatadas durante a observação destas aulas remotas, onde percebia-se um pequeno número de alunos presentes, tendo, inclusive, ocorrido aulas com apenas dois alunos. Ainda foi possível verificar que nenhum dos professores fez uso de alguma metodologia de ensino, além do modo tradicional, como forma de incentivar o interesse e a participação dos alunos.

Esta análise do trabalho, a partir dos pressupostos da Didática Profissional, possibilitou que o primeiro objetivo da pesquisa fosse alcançado, visto que tal objetivo, consistia em identificar as competências e os obstáculos profissionais, vivenciados pelos professores de Matemática em formação.

Na segunda etapa da pesquisa, diante dos dados colhidos na fase anterior, elaborou-se um plano de ações, mediante a estruturação de Situações Didáticas Profissionais, com o uso do GeoGebra (segundo objetivo específico), de forma a executar, no momento da formação:

- i. uma apresentação dos comandos básicos do GeoGebra e a proposta de sua utilização nos problemas geométricos, enfatizando os benefícios e a sua importância, em cada uma das situações trabalhadas, além do que o enunciado do problema exigia.
- ii. uma apresentação do modelo de ensino teórico, embasado pelos pressupostos da TSD, enfatizando a importância da sua implementação, em sala de aula, a fim de proporcionar ao professor uma opção de metodologia de ensino diferente da convencional utilizada, provocando mudanças em sua prática docente e, consequentemente, na motivação dos alunos, incentivando-os a aceitarem

“entrar no jogo” da aprendizagem, amenizando, assim, o desinteresse, indisciplina e desmotivação;

- iii. um incentivo de se realizar um momento de reflexão, quanto ao ensino da Geometria plana/espacial, conscientizando os professores da importância de uma constante reflexão, sobre suas práticas docentes.

Tais situações, foram estruturadas por meio de quatro situações-problema, selecionadas e adaptadas do banco de questões dos boletins pedagógicos de Matemática do Ensino Médio do SPAECE, e articuladas com o uso do *software* GeoGebra. Durante este momento, ainda se realizou a previsão das possíveis ações e estratégias, mobilizadas pelos participantes, para a resolução e análise do problema. Na ocasião, a pesquisadora esclareceu que o foco das situações, no momento de formação, não consistia em ensinar os conteúdos geométricos aos professores, e sim, analisar as concepções pragmáticas, mobilizadas, durante a resolução e discussão de tais problemas, objetivando, assim, provocar uma reflexão sobre as suas práticas docentes.

Na terceira fase da EDF (experimentação), aplicou-se as SDP, estruturadas na fase anterior, em duas escolas de Ensino Médio, da rede estadual de ensino do estado do Ceará. A princípio, participaram oito professores, atuantes em sala de aula, dos quais um não pôde dar continuidade ao processo, por motivos de indisponibilidade de tempo. Devido ao momento de pandemia, vivenciado no Brasil e no mundo, a aplicação desta pesquisa, se deu de modo remoto, por intermédio da plataforma do *Google Meet* e do aplicativo *WhatsApp*. Na ocasião, utilizou-se, além das ferramentas já citadas, registros de áudio, vídeo e fotografia.

As SDPs foram observadas e vivenciadas, mediante a interação dos professores com as situações-problema, no momento de formação, despertando, assim, suas concepções pragmáticas, permitindo, aos participantes, vivenciarem uma experiência, enquanto alunos, enxergando, com mais propriedade, as particularidades e dificuldades existentes no plano da sala de aula. Durante este momento, foi possível observar que eles se envolveram com cada um dos problemas apresentados, realizando estratégias de resolução e debatendo sobre suas práticas pedagógicas, conforme previsto na análise *a priori*, de acordo com as fases da TSD.

Na etapa de ação, observou-se um interesse em traçar estratégias, diante do enunciado e da construção do problema no GeoGebra, mobilizando, assim, seus conhecimentos prévios necessários à resolução de cada uma das situações propostas.

Na fase de formulação, verificou-se um momento de debate e discussões de estratégias, sobretudo nas SDPs II e IV. Já nas SDPs I e III, mesmo instigados pela pesquisadora, os

professores deixaram de realizar esta etapa, ou limitaram este momento, apenas para retirar dúvidas, quanto aos dados das questões ou, ainda, antecipar a fase seguinte, já mostrando os seus procedimentos realizados. Apesar de ter ocorrido uma quebra no contrato didático, visto que esta cláusula, havia sido negociada, tal fato já era esperado, uma vez que, alguns dos problemas selecionados eram de fácil resolução, para os participantes, nos quais, em alguns momentos, voltavam a atenção apenas à resolução do problema em si, aplicando as fórmulas algébricas, de forma direta, sem se preocupar em apresentar maiores explicações a tal aplicação. No entanto, mesmo tendo deixado de ocorrer esta etapa, ou tendo ocorrido de forma insuficiente, a pesquisadora levou o debate a um momento posterior à resolução dos problemas, durante a discussão das práticas pedagógicas adotadas.

Na fase de validação, um professor de cada grupo apresentou seu raciocínio de resolução, através de falas e escritas algébricas. Observou-se, neste momento, que eles priorizaram realizar tal demonstração por meio das construções algébricas construídas, tendo utilizado o GeoGebra para a validação, apenas o professor P5, durante a SDP IV.

Por fim, a fase de institucionalização, foi conduzida pela pesquisadora, onde se procurou elencar as estratégias elaboradas, confirmando os cálculos realizados, validando as soluções apresentadas, e utilizando o GeoGebra para confrontar o modelo computacional, com o modelo matemático apresentado pelos participantes, enfatizando a sua importância no processo de ensino das propriedades formais dos conteúdos geométricos apresentados. Neste momento, a pesquisadora também procurou mostrar as diversas possibilidades de se explorar o *software*, diante das construções disponibilizadas. Mesmo que nem todos os professores tenham utilizado o GeoGebra, durante a resolução das situações, a abordagem de suas funções e recursos, para cada uma das situações, fomentada pela pesquisadora, permitiu que os participantes despertassem o interesse de sua utilização em sala de aula.

Ao fim de cada resolução, ainda se realizou um processo de discussão e reflexão das ações docentes, sempre procurando fundamentar-se pelos preceitos da TSD. Nesse momento, foi possível verificar as concepções dos professores, acerca das dificuldades encontradas nos alunos, e as ações a serem seguidas, a fim de amenizar tais obstáculos. Além disso, identificou-se algumas de suas competências profissionais, de acordo com as orientações da DP, manifestadas no decorrer da aplicação das situações. Tal fato permitiu verificar o alcance do terceiro objetivo específico, que consistia em analisar as ações dos professores, ao vivenciarem as SDPs apresentadas, instigando uma reflexão sobre suas práticas docentes.

O experimento se deu por completo, após a aplicação de um questionário final, que buscou investigar a visão dos sujeitos, em relação ao uso do GeoGebra; à aplicação da TSD, no

ensino da Geometria plana/espacial; e a suas considerações sobre a contribuição da formação realizada, na sua profissão docente. Sendo assim, tal instrumento permitiu verificar as transformações ocorridas e as novas concepções adquiridas pelos professores, após o processo de formação.

Destarte, realizou-se, na quarta e última etapa da pesquisa (análise *a posteriori* e validação), a confrontação e validação do conjunto de dados obtidos na fase anterior, sendo possível analisar e validar, através dos resultados, as hipóteses levantadas na *análise a priori*. Deste modo, certificou-se a primeira hipótese, mediante às ações observadas nas quatro situações; aliadas às respostas, obtidas das três primeiras perguntas do questionário final. Apresentou-se, então, como resultado que, mesmo diante de uma aplicação de situações didáticas não presencial, com o uso do GeoGebra, os participantes tiveram êxito na exploração do *software*, se mostraram entusiasmados com seus recursos, e conseguiram expandir ideias de aplicabilidade, relacionada ao conteúdo abordado. Por fim, foi possível verificar que todos concordaram com o apoio visual proporcionado por ele, o considerando como um forte aliado, ao ensino da Geometria, provocando uma reflexão, quanto à possibilidade de sua inserção em sala de aula.

A segunda hipótese, por sua vez, foi confirmada, por meio das ações promovidas pela pesquisadora, mediante os obstáculos identificados na análise do trabalho docente, de acordo com os pressupostos da DP. Com a aplicação das SDPs, foi possível analisar as concepções pragmáticas dos professores, ao mesmo tempo em que se instigou uma reflexão de suas práticas docentes, mediante os pressupostos da TSD (terceiro objetivo específico). Desta análise e reflexão, foi possível obter como resultado: os professores mostraram um interesse em buscar meios que auxiliem na superação dos obstáculos identificados, manifestando, assim, mudanças em suas concepções pragmáticas, conforme verificado em suas ações, durante a formação e, posteriormente, em suas respostas presentes no questionário final.

Desta forma, verificou-se que o conjunto de resultados apurados, foi condizente com as hipóteses levantadas, bem como que os objetivos específicos foram alcançados. Além disso, destaca-se que, por meio das considerações elencadas na etapa anterior, foi possível apresentar elementos suficientes para confirmar o alcance do objetivo geral da pesquisa, visto que se conseguiu realizar, neste trabalho, uma análise das SDPs, elaboradas a partir de problemas de Geometria plana/espacial, durante o processo de formação continuada. Desta forma, ao final da análise e avaliação dos resultados, confirmou-se a realização da validação interna desta pesquisa.

Além dos resultados principais, é importante destacar outros que não podem ser ignorados, necessitando, portanto, de uma maior atenção em pesquisas futuras:

Embora o GeoGebra tenha sido considerado pelos professores, um importante recurso tecnológico, possível de ser utilizado em sala de aula, alguns deles citaram o problema da falta de estrutura tecnológica, presente nas escolas públicas, que poderia vir a impedir uma futura implantação do *software* em sala de aula. Como a aplicação desta pesquisa foi organizada para utilizá-lo em sua versão para *desktop*, visto que seria mais conveniente, devido aos encontros terem acontecido de forma remota, sugere-se, em pesquisas futuras, realizar a aplicação das situações presencialmente, utilizando a versão do GeoGebra para *smartphones*, para que, assim, os professores possam vivenciar e se familiarizar com esta opção, vindo, futuramente, a utilizá-lo por meio dos próprios aparelhos celulares dos alunos, amenizando, assim, a dificuldade encontrada.

O fato de os professores, no geral, não terem manifestando um maior interesse em debater e discutir estratégias – durante a fase de formulação, perspectivando buscar uma melhor forma de se conduzir uma situação didática em sala de aula – pode ser um fator a ser investigado, futuramente, na intenção de voltar o olhar da pesquisadora, para constituir meios que provoquem, de forma espontânea, esta ação nos investigados, instigando a interação e colaboração profissional.

Ademais, ainda considerando perspectivas futuras, almeja-se realizar pesquisas, com maior profundidade na análise do papel do professor de Matemática, enfatizando a identificação de suas competências profissionais, considerando-se seu ambiente de trabalho, de modo a identificar suas características, de forma mais expressiva e pormenorizada, nos três planos de atuação docente. Além disso, sugere-se a realização de uma investigação mais completa, de forma a verificar os *feedbacks* fornecidos pelos professores, relacionados ao progresso dos alunos, na implementação de tais situações.

Por fim, acredita-se que a proposta apresentada neste trabalho, contribuiu, de forma satisfatória, para o ensino da Geometria plana e espacial, sobretudo dos conteúdos explorados nas SDPs. Além disso, as teorias da TSD e DP, permitiram que o professor de Matemática realizasse uma análise da sua prática de ensino, em seu próprio local de trabalho, gerenciando, assim, suas competências e habilidades, diante de situações desafiadoras e não triviais, situando sua atividade real, no decorrer de sua atividade profissional.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. B. **Prática e formação de professores na integração de mídias**. Prática pedagógica e formação de professores na integração de mídias. In: ALMEIDA, M. E. B., MORAN, J. (Orgs.). Integração das tecnologias na educação. Salto para o futuro. Brasília: MEC/SEED, 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/1sf.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2020.
- ALMOULOUD, S. A. **Fundamentos da didática da Matemática**. Paraná: Editora UFPR, 2007.
- _____. Modelo de ensino/aprendizagem baseado em situações-problema: aspectos teóricos e metodológicos. **REVEMAT**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 109-141, 2016.
- ALMOULOUD, S. A. *et al.* A Geometria no ensino fundamental: reflexões sobre uma experiência de formação envolvendo professores e alunos. **Revista Brasileira de Educação**, n. 27, p. 94-108, 2004.
- ALMOULOUD, S. A.; SILVA, M. J. F. Engenharia didática: evolução e diversidade. **Revemat**, Florianópolis/SC, v. 7, n. 2, p. 22-52, 2012.
- ALVES, F. R. V. Teoria das Situações Didáticas (TSD): Sobre o ensino de pontos extremantes de funções com arrimo da tecnologia. **Sala de aula em foco revista eletrônica**, v. 5, n. 2, p. 59-68, 2016.
- _____. Didactique de mathématique (DM) el la Didactique Professionnelle (DP): une proposition de complementarité et la formation des enseignants au Brésil. **Imagens da Educação**, Maringá/PR, v. 8, n. 3, p. 1-17, 2018a.
- _____. Didactique Profissionnelle (DP) et la Théorie des Situations Didactiques (TSD): les cas de la notion d'obstacle et l' activité de professeur. EM TEIA: **Revista de educação Matemática e tecnológica ibero-americana**, v. 9, n. 2, p. 1-25, 2018b.
- _____. A vertente francesa de estudos da Didática Profissional: Implicações para a atividade do professor de Matemática. **Vydia**, v. 39, n. 1, p. 255-275, 2019.
- _____. Didática Profissional (DP) e a Didática das Ciências e Matemática (DCeM): Uma perspectiva de complementaridade e implicações para o trabalho do professor. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, p. 397-432, 2020.
- ALVES, F. R. V.; CATARINO, P. M. M. Situação Didática Profissional: um exemplo de aplicação da Didática Profissional para a pesquisa objetivando a atividade do professor de Matemática no Brasil. **Indagatio Didactica**, v. 11, n. 1, p. 103-129, 2019.
- ALVES, F. R. V.; JUCÁ, S. C. S. Trabalho e competência do professor de Matemática: um ponto de vista a partir da Didática Profissional. **Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 6, n. 14, p. 103-123, 2019.
- ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Paris, v.9, n.3, p. 281-308, 1988.

_____. Ingeniería didáctica. Artigue, M.; Douady, R.; Moreno, L.; Gómez, P. (eds). **In: Ingeniería Didáctica en Educación Matemática**, Bogotá: Grupo Editorial Iberoamérica, p. 33-59, 1995.

_____. Perspectives on design research: the case of didactical engineering. **Approaches to qualitative research in mathematics education**, p. 467-496, 2014a.

_____. **Introduction to the Theory of Didactical Situations (TDS)**. In: BIKNER – AHSBAHS, A., PREDIGER, S. Networking of theories as a research practice in mathematics education. Germany: Springer, 2014b, p. 47-65.

AVENIA, G. A. M.; RESTREPO, M. B. V. La visualización em las figuras geométricas. Importancia y complejidad de su aprendizaje. **Educación Matemática**, v. 24, n. 3, p. 7-32, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.org.mx/pdf//ed/v24n3/v24n3a2.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

AZEVEDO, I. F. **Situações Didáticas Profissionais (SDP): Uma perspectiva de complementaridade entre a Teoria das Situações e a Didática Profissional no contexto das olimpíadas de Matemática**. 2020. 155f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2020.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Traduzido por: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 1996.

BAILLEUL, M. Engenharia de Formação: o exemplo do treinamento de estudantes de treinamento em formação de professores. **Educação, Matemática e Pesquisa de São Paulo**, v. 17, n. 01, pp. 137-161, 2015.

BAUDOUIN, Jean. M. La compétence et le thème de l'activité: vers une nouvelle conceptualization didactique de la formation. **Raison éducative**. v. 2, n.2, p. 149 – 168, 1999.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Traduzido por: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BOYER, C.; MERZBACH, U. **A History of Mathematics**. 3. ed. New York: Wiley & Sons, 2011.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

_____. PCN + Ensino Médio. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2002. Brasília. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2020.

_____. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular: Ensino médio**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf >. Acesso em: 20 jul. 2020.

BROUSSEAU, G. Le contrat didactique: le milieu. **Recherches em Didactiques des Mathématiques**, v. 9, n. 3, p. 309-336, Grenoble, 1988.

_____. **Theory of Didactical Situations in Mathematics**: Didactique des Mathématiques, 1970-1990. Edição e Tradução de N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland e V. Warfield. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic Publishers, 2002.

_____. **Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas: Conteúdos e métodos de ensino**. São Paulo: Editora Ática, 2008.

_____. La théorie des situations didactiques em mathématiques. **Éducation et didactique**. vol. 5, n. 1, 2011.

CARNEIRO, V. C. G. Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de Matemática. **Zetetiké**, Unicamp, v. 13, n. 23, p. 87-120, 2005.

CEARÁ. Secretaria da Educação do Estado do Ceará. SPAECE. **Boletim do professor – Matemática**, Juiz de Fora/MG: CAED, 2013.

_____. Secretaria da Educação do Estado do Ceará. SPAECE. **Boletim do professor – Matemática**, Juiz de Fora/MG: CAED, 2015.

_____. Secretaria da Educação do Estado do Ceará. SPAECE. **Boletim do professor – Matemática**, Juiz de Fora/MG: CAED, 2017.

CELINA ABAR, A. A. P. A. Transposição Didática na criação de estratégias para a utilização do GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 59-75, 2020.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado**. Traduzido por Claudia Gilman. Buenos Aires: Editora Aique, 1991.

CHEVALLARD, Y. La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder. Questionnement et éléments de réponses à partir de la TAD. In: Margolinas *et al.*(org.) : Enamont et en aval des ingénieries didactiques, XV^a École d'Été de Didactique des Mathématiques – ClermontFerrand (Puy-de-Dôme). **Recherches em Didactique des Mathématiques**. Grenoble - La Pensée Sauvage, 1, 81-108, 2009.

CIDRÃO, G. G. **Didática Profissional (DP) na formação inicial dos professores de Matemática: na construção dos conjuntos numéricos**. 2020. 158f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2020.

CLOT, Y.; LEPLAT, J. La méthode clinique en ergonomie et en psychologie du travail. **Le travail humain**, 68(4), 289 – 316, 2005.

CRESCENTI, E. P. **Os professores de Matemática e a Geometria: opiniões sobre a área e seu ensino**. 2005. 252f. Tese (Programa de Pós-graduação em educação) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos (SP), 2005.

DOLCE, O.; POMPEO, J. N. **Fundamentos de Matemática Elementar, 10: Geometria espacial**. 5. ed. São Paulo: Atual, 1993a.

DOLCE, O.; POMPEO, J. N. **Fundamentos de Matemática Elementar, 9: Geometria plana**. 7. ed. São Paulo: Atual, 1993b.

DOUADY, R. **L'Ingenierie Didactique: um moyen pour l'enseignant d'organiser les rapports entre l'enseignement et l'apprentissage**. Paris: IREM, 1993.

ECCHELI, S. D. A motivação como prevenção da indisciplina. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 32, p. 199-213, 2008.

FONSECA, M. C. F. R. *et al.* **O Ensino de Geometria na escola fundamental: três questões para a formação do professor nos ciclos iniciais**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

FLÓRIDE, M. A.; STEINLE, M. C. B. **Formação continuada em serviço: uma ação necessária ao professor contemporâneo**. Portal Educacional do Paraná. Secretaria do Estado de Educação do Paraná, 2008.

FONTENELE, F. C. F.; ALVES, F. R. V. A atividade docente na perspectiva do licenciando em Matemática: contribuições da Didática Profissional para a formação do professor. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 1, p.1-18, 2021.

FREITAS, J. L. M. Situações Didáticas. In: MACHADO, S. D. A. *et al.* (orgs.). **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 1999, p. 197-208.

GABRIEL, L. S. **Contributos de uma sequência didática para o ensino de quadriláteros: compreensões a partir da Teoria das Situações Didáticas**. 2017. 145f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) –Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JONNAERT, Philippe. Dévolution versus contre-dévolution! Un tandem incontournable pour le contrat didactique. In: RAISKY, Claude; CAILLOT, Michel (éds). **Au-delà des didactiques, le didactique: débats autour de concepts fédérateur**. Belgium: De Boeck & Larcier S.A., 278p, 1996.

KALLEF, A. M. M. R. **Vendo e entendendo poliedros: do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças e outros materiais concretos**. 2. ed. Niterói: EdUFF, 2003.

LIMA, E. L. **Medida e Forma em Geometria: Comprimento, Área, Volume e Semelhança**. Rio de Janeiro: SBM, 1991.

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? **A educação Matemática em revista - SBEM**, n. 4, p. 3-13, 1995.

MACHADO, S. D. A. Engenharia Didática. In: MACHADO, S. D. A. *et al.* (orgs.). **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 1999, p. 197-208.

MANRIQUE, A. L.; SILVA, M. J. F. D.; ALMOULOU, S. A. Conceitos Geométricos e formação de professores do ensino fundamental. **Trabalho apresentado na 25ª Reunião Anual da ANPED**, 2002. Disponível em <http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_25/conceitos.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2021.

MARCELO, C. Aprender a enseñar para la sociedad del conocimiento. **Revista Complutense de Educación**, v. 12, n. 2, p. 531-593, 2001.

MARGOLINAS, C. Connaissance et savoir. Des distinctions frontalières? **Sociologie et didactiques**: vers une transgression des frontières, Lausanne, Suíça, 2012, p. 17-44.

MAYEN, P. Les situations professionnelles: un point de vue de didactique professionnelle. **Phronesis**, v. 1, n. 1, p. 59-67, 2012.

MAYEN, P.; MÉTRAL, J-F.; TOURMEN, C. Les situations de travail: références pour les référentiels, **Recherche et formation – INRP**, Paris: ENS Édition, 2010, p. 31-46.

MAYEN, P.; OLRÉ, P.; PASTRÉ, P., L'ingénierie didactique professionnelle. In: CARRÉ, P., CASPAR, P. **Traité des sciences et des techniques de la Formation** – 4. ed. Paris: Dunod, 2017.

MENESES, R. S. **Uma história da geometria escolar no Brasil: de disciplina a conteúdo de ensino**. 2007. 163p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Faculdade de Educação. São Paulo, 2007.

MOREIRA, A. F. B. Os Parâmetros Curriculares Nacionais em questão. **Educação & Realidade**, v. 21, n.1, p. 9-22, 1996.

MOREIRA, M. A. A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.

NACARATO, A. M.; PAIVA, M. A. V. **A formação do professor que ensina Matemática: perspectivas e pesquisas**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA, A. **Os professores e a sua formação**. 2. ed., Lisboa: Publicações Dom Quixote Ltda., p. 15-33, 1995.

NUÑEZ, I. B.; PACHECO, O. G. Formação de conceitos segundo a teoria de assimilação de Galperin. **Cad. Pesq.**, n. 105, p. 92-109, 1998.

OCHANINE, D. **L'image opérative**. Paris: recueil de textes, documentário, Laboratoire de Psychologie du Travail, 1981.

OLIVEIRA, C. C. N. **Olimpíadas de Matemática: concepção e descrição de “Situações Olímpicas” com o recurso do software GeoGebra.** 2016. 137f. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

OLIVEIRA, J. S. **A Engenharia Didática como referencial para a ação pedagógica reflexiva: o caso da área de figuras planas irregulares com o GeoGebra.** 2017. 123f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática: Uma análise da influência francesa.** 3. ed. Belo Horizonte: Ed. Autêntica, 2015.

PAIVA, M. R. **Matemática: Paiva 1.** 2. ed. São Paulo: Moderna, 2015a.

PAIVA, M. R. **Matemática: Paiva 2.** 2. ed. São Paulo: Moderna, 2015b.

PASTRÉ, P. **La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives.** Éducation permanente, Arcueil : Éducation permanente, 1999, Apprendre des situations, p. 13-35.

_____. L'analyse du travail en didactique professionnelle. In: **Revue française de pédagogie**, volume 138, p. 9-17, 2002.

_____. Les compétences professionnelles et leur développement. **La Revue de la CFDT**, França, p. 3-10, 2004.

_____. La didactique professionnelle: Un point de vue sur la formation et la professionnalisation. **Education Sciences & Society**, Itália, v. 2, n. 1, p. 83-95, 2011.

PASTRÉ, P.; MAYEN P.; VERGNAUD G. La didactique professionnelle. **Revue française de pédagogie**, França, n. 154, p. 145-198, 2006.

PAVANELLO, R. M. O abandono do Ensino da Geometria no Brasil: causa e consequências. **Revista Zetetiké**, v. 1, n.1, p. 7-17, 1993.

_____. **Porque ensinar/aprender Geometria?** Trabalho apresentado no VII Encontro Paulista de Educação Matemática, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.cascavel.pr.gov.br/arquivos/14062012_curso__32_e_39_-_matematica_-_clecimara_medeiros.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2020.

PEREIRA, R. C.; PAIVA, M. A. V.; FREITAS, R. C. O. A transposição didática na perspectiva do saber e da formação do professor de Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 41-60, 2018.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar.** Traduzido por: Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PERRIN-GLORIAN, M. J. **From producing optimal teaching to analysing usual classroom situations. Development of a fundamental concept in the theory of didactic situations: the**

notion of milieu. DIDIREM, Université Paris Diderot e IUFM Nord-Pas-de-Calais, França, 2008.

PERRIN-GLORIAN, M. J.; BELLEMAIN, P. M. B. L'ingenierie didactique entre recherche et ressource pour l'enseignement et la formation des maîtres. **Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online**, Aracaju/SE, v. 9, n. 1, p. 45-82, 2019.

PICELLI, P. H. **Processos de Validação de Conjecturas em Geometria Plana**. 2001. 105f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2001.

POMMER, W. M. **A Engenharia Didática em sala de aula: Elementos básicos e uma ilustração envolvendo as Equações Diofantinas Lineares**. São Paulo, 2013.

RAMIRO, L. **Situações Didáticas no Ensino de Geometria com o aplicativo GeoGebra**. 2014. 139f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional). Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira (SP), 2014.

ROSA, C. P.; RIBAS, L. C.; BARAZZUTTI, M. **Análise de livros didáticos**. Relato de Experiência. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

SALLES, F. C. A formação continuada em serviço. **Revista Iberoamericana de Educación**. Madrid/Espanha, v. 33, p. 1-8, 2004.

SANTOS, M. R. **Resoluções de problemas envolvendo área de paralelogramo: um estudo sob a ótica do contrato didático e das variáveis didáticas**. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências)– Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

SANTOS, C. A. S.; NACARATO, A. M. **Aprendizagem em Geometria na educação básica: a fotografia e a escrita na sala de aula**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014.

SANTOS, A. P. R. A.; ALVES, F. R. V. A Engenharia Didática para o ensino de Olimpíadas de Matemática: Situações olímpicas com o amparo do *software* GeoGebra. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 13, n. 1, p.141-154, 2018.

SANTOS, A. A., DIAS, M. A. Teorias da Didática da Matemática como elementos de organização, aplicação e análise de momentos didáticos. In: PEREIRA, A. C. C., ALVES, F. R. V.; VASCONCELOS, F. H. L. **Ensino de Ciências e Matemática: Enfoque de práticas docentes**. Recife: Imprima, 2016, p. 171-187.

SAVOYANT, A. Une approche cognitive de l'alternance. **Thésaurus CEREQ Bréf.** v. 1,n.118, p. 1–4, 1979.

SCHNEEBERGER, Patricia. Types de travaux personnels encadrés, postures d'enseignants et structuration. **Révue ASTER**, v. 3, n. 39, p. 39-59, 2001.

SILVA, C. V. **A prática docente e sua influência na construção de conceitos geométricos: um estudo sobre o ensino e a aprendizagem da Simetria Ortogonal**. 2015. 312f. Tese de Doutorado (Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2015.

SILVA, A. L. **Uma Engenharia Didática para aprendizagem de Geometria Analítica no Ensino Médio**. 2019. 245f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação). Universidade de Brasília. Brasília (DF), 2019.

SOUZA, J.; GARCIA, J. **Contato Matemática, 1º ano**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016a.

SOUZA, J.; GARCIA, J. **Contato Matemática, 2º ano**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016b.

SOUZA, C. M. P.; LIMA, A. P. A. B. O contrato didático a partir da aplicação de uma sequência didática para o ensino de Progressão Aritmética. **Zetetiké**, FE/Unicamp, v. 22, n. 42, p. 31-61, 2014.

TEIXEIRA, P. J. M.; PASSOS, C. C. M. Um pouco da teoria das situações didáticas (tsd) de Guy Brousseau. **Zetetiké**, vol. 21, n. 39, p. 155-168, 2013.

THERRIEN J.; LOIOLA F. A. Experiência e competência no ensino: Pistas de reflexões sobre a natureza do saber-ensinar na perspectiva da ergonomia do trabalho docente. **Educação & Sociedade**, Campinas/SP, v. 22, n. 74, p. 143-160, 2001.

VERGNAUD, G. Forme prédictive et forme opératoire de la connaissance. **Actes du Colloque GDM 2001** “La notion de compétence en enseignement des mathématiques, analyse didactique des effets de son introduction sur les pratiques de la formation”, Jean Portugais (Ed), Montréal, 2001.

VERGNAUD, G. A gênese dos campos conceituais. In: GROSSI, E. P. **Por que ainda há quem não aprende? A teoria**. São Paulo: Paz & Terra, 2003, p. 21-60.

ZULATTO, R. B. A. **Professores de Matemática que utilizam softwares de geometria dinâmica: suas características e perspectivas**. 2002. 316f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, 2002.



APÊNDICE A – APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Identificação do entrevistado:

- 1) Nome:
- 2) Idade:
- 3) Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino
- 4) Tempo de exercício docente:

☐ 1 a 5 anos	☐ 6 a 10 anos	☐ 11 a 15 anos	☐ 16 a 20 anos
☐ 21 a 25 anos	☐ 26 a 30 anos	☐ mais de 30 anos	

Formação do entrevistado:

- 5) Formação inicial (Graduação): ☐ Licenciatura em Matemática ☐ Outra
- 6) Ano de conclusão:
- 7) Formação continuada (Pós-graduação):

☐ Especialização	☐ Mestrado	☐ Doutorado	☐ Não tenho
---	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------
- 8) Nome do curso de Pós-Graduação:
- 9) Ano de conclusão do curso de Pós-Graduação:
- 10) Você participou de algum processo de formação continuada nos últimos três meses? (cursos, palestras, seminários, etc): ☐ Sim ☐ Não
- 11) Se sim, qual (is)?

Atividade profissional na unidade escolar:

- 12) Qual (is) disciplina (s) você leciona?
- 13) Qual (is) série (s) você leciona? ☐ 1º ano ☐ 2º ano ☐ 3º ano
- 14) Tempo que leciona nesta escola? ☐ Menos de 1 ano ☐ Entre 1 e 3 anos
☐ Entre 4 e 6 anos ☐ Entre 7 e 10 anos ☐ Mais de 10 anos
- 15) Carga horária semanal: ☐ Menos de 20h/a ☐ 20h/a ☐ Mais de 20h/a e menos de 40h/a ☐ 40h/a ☐ Mais de 40h/a
- 16) Qual área da Matemática você prefere ensinar? (marque uma mais opções):
☐ Álgebra ☐ Aritmética ☐ Geometria ☐ Todas
- 17) Você conhece e/ou participou da elaboração do planejamento anual de matemática nesta escola? ☐ Conheço e participei da elaboração ☐ Conheço, mas não participei da elaboração
- 18) Com que frequência ocorre o planejamento por área? ☐ Diariamente
☐ Semanalmente ☐ Mensalmente ☐ Outro
- 19) Você participa deste planejamento? ☐ Sempre ☐ Muitas vezes
☐ Às vezes ☐ Raramente ☐ Nunca
- 20) Você costuma dialogar com os demais professores de matemática sobre as ocasiões exitosas, bem como as dificuldades e obstáculos encontrados em sala de aula?
☐ Sempre ☐ Muitas vezes ☐ Às vezes ☐ Raramente ☐ Nunca
- 21) Você costuma interagir com os demais professores de matemática sobre os diversos métodos de se resolver uma determinada situação-problema antes de apresentar aos seus alunos: ☐ Sempre ☐ Muitas vezes ☐ Às vezes ☐ Raramente ☐ Nunca
- 22) Em uma escala de 0 a 5, quais fatores você considera como obstáculo à sua profissão de professor de matemática nesta escola? (Considere o cenário de aulas presenciais)

- Salas de aulas superlotadas: () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- Falta de recursos tecnológicos e materiais didático-pedagógicos:
() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- O pouco tempo dedicado ao planejamento escolar:
() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- Pouco tempo de aula dedicado à Matemática:
() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- Falta de disciplina dos alunos: () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- Falta de ventilação/iluminação nas salas de aula:
() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- 23) Se necessário, descreva aqui outro (s) motivo (s) que você também considera como um obstáculo à sua profissão que não esteja constando na lista anterior (cenário de aulas presenciais):
- 24) Em uma escala de 0 a 5, quais fatores você considera como obstáculo à sua profissão de professor de matemática ? (Considere o cenário de aulas, de um modo geral):
- Alunos desinteressados e desmotivados: () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- Alunos com defasagem de aprendizagem: () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- As exigências do sistema de ensino em cumprir o conteúdo no prazo estabelecido:
() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- O tempo ocupado por burocracias, tais como preenchimento de frequências e notas, entre outros: () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- Falta de domínio com tecnologias digitais: () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- O sistema de ensino que prioriza a quantidade à qualidade de conteúdos, limitando o desempenho do professor: () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- O sistema de ensino que impede o professor de reprovar o aluno:
() 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
- 25) Se necessário, descreva aqui outro (s) motivo (s) que você também considera como um obstáculo à sua profissão que não esteja constando na lista anterior (cenário de aulas de um modo geral):
- 26) Na sua escola, é exigido que você siga os mesmos conteúdos, no mesmo ritmo dos demais professores de matemática, do mesmo ano, a fim de unificá-los ao planejamento anual? Você acha que isto ajuda ou prejudica no seu desempenho profissional? Por quê?
- 27) Qual a sua opinião sobre o tempo ocupado em burocracias da escola? (Lançar notas e frequências, por exemplo). Você acha que isto ajuda ou prejudica no seu desempenho profissional? Por quê?
- 28) Você acha que o sistema de ensino atual, de um modo geral, costuma priorizar a quantidade à qualidade dos conteúdos a serem ensinados? Se sim, você acha que isto ajuda ou prejudica no seu desempenho profissional? Por quê?
- 29) Você acha que o sistema de ensino atual, de um modo geral, costuma interferir nos resultados e desempenhos reais do aluno, ao assumir uma posição contrária à reprovação? Você concorda ou discorda com isso? Você acha que isto ajuda ou prejudica no seu desempenho profissional? Por quê?
- 30) Qual a sua opinião sobre os momentos de planejamento (geral/por área)? Emita sua opinião sobre o grau de relevância deste momento.
- 31) O que mudou no desempenho desses encontros, que antes costumavam acontecer de modo presencial, para o atual modo remoto?
- 32) Você costuma debater com os demais professores, sobre as diferentes estratégias de ensino, dos conteúdos matemáticos a serem transmitidos aos alunos? Você acha isto importante ou não faz diferença? Por quê?

- 33) Qual sua opinião sobre a defasagem de aprendizagem em matemática, por grande parte dos alunos? Quais fatores você atribui a isto? Como você lida com tal situação?
- 34) Na sua opinião, quais as ações negativas dos alunos (Se existirem) acabam por prejudicar na sua própria aprendizagem?
- 35) Na sua opinião, quais as ações negativas dos professores (se tiverem) que acabam por prejudicar na aprendizagem dos alunos?
- 36) Na sua opinião, quais as ações negativas da instituição/sistema de ensino (se tiverem), acabam por prejudicar na aprendizagem dos alunos?

Uso de recursos tecnológicos e o software GeoGebra:

- 37) Durante a graduação, você estudou alguma disciplina voltada ao uso de recursos tecnológicos em sala de aula? () Sim () Não
- 38) Com que frequência você utiliza recursos tecnológicos em suas aulas?
() Sempre () Muitas vezes () Às vezes () Raramente () Nunca
- 39) Você concorda com o uso do aparelho celular em sala de aula para fins pedagógicos?
() Concordo totalmente () Concordo mais ou menos () Nem concordo nem discordo () Discordo mais ou menos () Discordo totalmente
- 40) Sobre as dificuldades na utilização de recursos tecnológicos, durante suas aulas de Matemática: (Considere o cenário de aula presencial) (Marque uma ou mais opção):
() Não tenho dificuldades
() Sinto-me inseguro (a) devido à falta de domínio com tais recursos
() Tenho pouco tempo disponível em sala de aula para ministrar o conteúdo e explorar tais recursos.
() A escola não dispõe de recursos tecnológicos suficientes para este fim
() Os alunos acabam se distraindo durante as atividades com tais recursos
() Não tenho tempo para planejar atividades voltadas para este fim
() Considero mais produtivo ministrar aulas expositivo-teóricas com foco em resolução de problemas.
- 41) Se necessário, descreva outro (s) motivo (s) que não conste na lista anterior:
- 42) Você conhece o software GeoGebra? () Sim () Não
- 43) Você costuma utilizar o software GeoGebra nas suas aulas?
() Sempre () Muitas vezes () Às vezes () Raramente () Nunca
- 44) Em qual (is) conteúdo (s) você o utilizou?
() Álgebra () Aritmética () Geometria () Todas
- 45) Você já participou de alguma formação continuada (cursos intensivos ou de curta duração, palestras, oficinas, treinamentos, etc) voltada especialmente para o software GeoGebra? () Sim () Não

Ensino remoto:

- 46) Na sua visão como profissional, como você sente-se tendo que ministrar aulas remotas? Comente sobre os aspectos positivos e/ou negativos que você tem vivenciado no *home office*.
- 47) Você teve dificuldades com o uso de plataformas digitais e/ou outros ambientes de ensino? Se sim, como superou tais obstáculos? Recebeu ajuda de alguém do seu grupo de trabalho? Se sim, quem?
- 48) Você teve e/ou tem problemas devido à falta de internet e/ou aparelhos eletrônicos (celular, *tablet*, *notebook*, etc) modernos para conduzir o ensino remoto? Se sim, como procedeu?
- 49) Em média, qual o percentual de alunos, em cada turma, assistem as aulas remotas? Em caso de um percentual abaixo de 50%, Como você encara essa baixa adesão/participação

dos alunos? Quais fatores você atribui a isso? Isto lhe desmotiva e acaba por impactar no seu desempenho profissional? Por quê?

- 50) Você acha que o número de aulas remotas, reservadas à matemática, está sendo suficiente para a aprendizagem dos alunos? Por quê? Isto ajuda ou atrapalha no seu desempenho profissional?
- 51) Na sua visão, os seus alunos aprenderam satisfatoriamente, por meio do ensino remoto? Por quê?
- 52) No ensino remoto, você propõe problemas matemáticos aos alunos, relacionados ao conteúdo? Geralmente como você administra a condução destas atividades? Como eles se comportam diante destas atividades?
- 53) No ensino remoto, você utiliza algum recurso tecnológico (jogos, vídeos, *softwares*, etc) para ensinar Geometria? Se sim, qual (is)? Você acha que isto melhora na aprendizagem dos alunos ou não faz diferença? Por quê?



APÊNDICE B – APRESENTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL

- 1) Como você avalia a contribuição que o uso do software GeoGebra trouxe para a resolução das situações-problema apresentadas?
- 2) Como você avalia a contribuição que o uso do software GeoGebra traz para o ensino da Geometria plana e espacial?
- 3) Na sua opinião, o aporte do software GeoGebra pode ser um recurso tecnológico capaz de propiciar aos alunos uma melhor compreensão dos conceitos geométricos? Justifique.
- 4) De acordo com o vivenciado durante a sua participação nesta pesquisa, você acha que as quatro fases da Teoria das Situações Didáticas (TSD) podem promover aos alunos uma maior apreensão do saber matemático? Justifique.
- 5) De acordo com o vivenciado durante a sua participação nesta pesquisa, você conseguiu identificar uma ou mais ações docentes que podem vir a ser colocadas em prática no ensino da Geometria plana e espacial? Quais?
- 6) Na sua opinião, a sua participação nesta pesquisa, em geral, contribuiu na sua formação docente? Se sim, como? Faça um breve relato sobre o que você vivenciou nesses encontros.

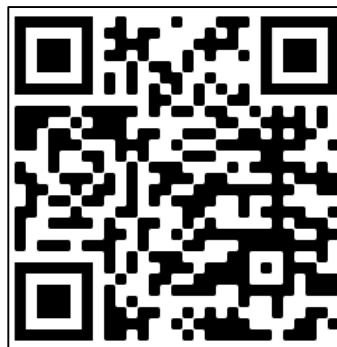
APÊNDICE C – QR CODE DAS CONSTRUÇÕES DOS PROBLEMAS NO GEOGEBRA

Figura 60 – QR Code da SDP I



Fonte: Elaboração da autora.

Figura 61 – QR Code da SDP II



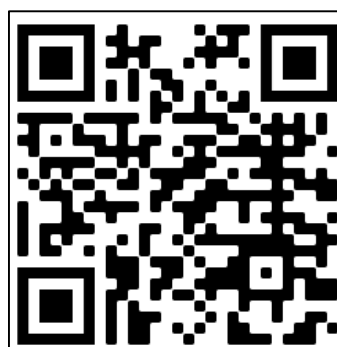
Fonte: Elaboração da autora.

Figura 62 – QR Code da SDP III



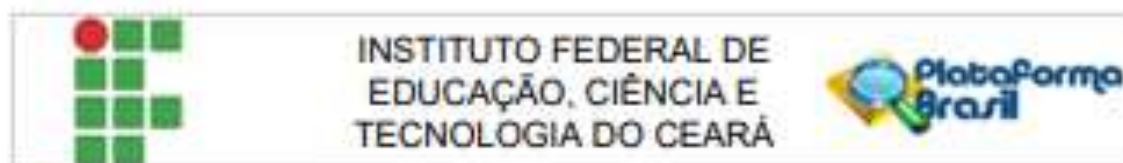
Fonte: Elaboração da autora.

Figura 63 – QR Code da SDP IV



Fonte: Elaboração da autora.

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: FORMAÇÃO CONTINUADA EM SERVIÇO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA: UMA ANÁLISE DE SITUAÇÕES DIDÁTICAS PROFISSIONAIS DIRECIONADAS À GEOMETRIA PLANA E ESPACIAL DO ENSINO MÉDIO

Pesquisador: ALINE MARIA DA SILVA CAMILO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 40589420.3.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.648.023

Apresentação do Projeto:

Este projeto apresenta o trabalho de uma pesquisa investigativa de mestrado acerca da vertente francesa Didática Profissional (DP), cujo objetivo é analisar o papel do professor de matemática em seu ambiente profissional, considerando aspectos como a competência e colaboração profissional, experiência de trabalho, dentre outros. Neste contexto, a presença de tal vertente apresenta-se articulada à Teoria das Situações Didáticas (TSD), também de origem francesa, na qual consiste em um modelo teórico, constituído a partir de uma situação didática que, por sua vez, é determinada pela interação entre o professor, os alunos e o meio no qual eles estão inseridos, onde ocorre a transformação de conhecimento em saber ensinado.

A metodologia de pesquisa consistirá em abordar o uso de situações didáticas, com o apoio do software GeoGebra, a fim de analisar as ações do professor, mediante situações desafiadoras, em seu local de trabalho, visando confrontar a sua conduta com os pressupostos trazidos pelas teorias anteriormente citadas. Após a apresentação das situações didáticas será aplicado um questionário com cada participante. O GeoGebra é um software gratuito, que permite a visualização e manipulação de elementos gráficos, vinculados à álgebra e Geometria, com a utilização de vários recursos que o programa proporciona. As situações-problemas, que compõem tais situações, serão adaptadas de questões retiradas dos boletins pedagógicos do SPAECE divulgados nos anos anteriores. Assim, como a

Endereço: Rua Jorge Dantas, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3431-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



Continuação do Parecer: 4.648.023

pesquisa se desenvolverá no ambiente formativo e profissional do professor de matemática, estas situações serão definidas de Situações Didáticas Profissionais (SDP). Tais problemas, que na ocasião, envolverão a Geometria plana e/ou espacial, direcionada ao SPAECE, serão apresentados na perspectiva de proporcionar situações que estimulem o raciocínio, ao mesmo tempo em que exploram conceitos e propriedades matemáticas. Por fim, o momento de experimentação desta pesquisa consistirá em encontros formativos com

professores de matemática, em seu ambiente de trabalho, visando instigar a reflexão e aprimorar suas capacidades profissionais, a partir de situações desafiadoras presentes em sua jornada de trabalho. O número amostral é de 8 participantes e o projeto tem a previsão de início de coleta de dados com os participantes a partir de 20 de abril.

Objetivo da Pesquisa:

1. desenvolver um conjunto de Situações Didáticas Profissionais, a partir de situações-problema de Geometria plana e/ou espacial, direcionadas ao SPAECE, com o uso do software GeoGebra.
2. Identificar as concepções epistêmicas e pragmáticas dos professores de matemática, sobre o ensino da Geometria plana/espacial;
3. analisar as ações dos professores, através da observação participada, perante as Situações Didáticas Profissionais apresentadas, visando colaborar com sua formação continuada.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Este estudo apresenta o risco do participante sentir-se constrangido com alguns dos procedimentos citados anteriormente como na participação das atividades propostas e na aplicação posterior do questionário e da entrevista.

A pesquisadora também apresenta como um risco a possibilidade de alguma etapa do projeto reviver alguma memória ou situação que ocasionem sofrimento psíquico. A estratégia apresentada para tentar minimizar o risco é a opção, dada aos participantes, de não responderem qualquer pergunta que possam deixá-los constrangidos, ou mesmo deixar de participar de qualquer etapa da pesquisa caso não se sintam a vontade.

Os benefícios consistem em: contribuição no desenvolvimento das competências profissionais dos professores em formação, proporcionar a estes professores uma melhor preparação para lecionar problemas geométricos voltados ao SPAECE e possibilitar um auxílio para resolução de problemas matemáticos, com o uso de recursos tecnológicos, através do software GeoGebra.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa atende aos requisitos éticos para sua realização. A metodologia está clara, objetiva e

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@fce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



Continuação do Parecer: 4.648.023

não apresenta nenhuma questão que possa ferir os princípios éticos necessários para uma pesquisa com seres humanos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE está adequado para o andamento da pesquisa. Todos os elementos obrigatórios foram contemplados no referido documento.

Recomendações:

Explicitar mais objetivamente no TCLE todos os Instrumentos que a pesquisadora pretende utilizar com os participantes como questionário, entrevista, e condução das aulas pelos participantes por exemplo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências que comprometam a aprovação do projeto por este comitê. Apenas algumas adequações sugeridas que facilitarão a condução da metodologia e a colaboração dos participantes.

Considerações Finais a critério do CEP:

É importante ressaltar que, caso alguma Instituição Coparticipante possua Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), o projeto, também, deverá ser avaliado no CEP da Instituição Coparticipante, após a aprovação no CEP da Instituição Proponente, devendo o pesquisador aguardar, também, a aprovação na Instituição Coparticipante antes de iniciar sua pesquisa. Logo, recomenda-se/solicita-se que o pesquisador efetue essa verificação.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1723170_É1.pdf	02/04/2021 13:44:54		Aceito
Outros	QUESTIONARIO1.docx	02/04/2021 13:43:07	ALINE MARIA DA SILVA CAMILO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_CEP_2.docx	02/04/2021 13:41:41	ALINE MARIA DA SILVA CAMILO	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	02/04/2021 13:40:10	ALINE MARIA DA SILVA CAMILO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	COMPROMISSO_APRESENTACAO_RESULTADOS.pdf	02/04/2021 13:39:52	ALINE MARIA DA SILVA CAMILO	Aceito
Declaração de Pesquisadores	GARANTIA_REGRESSO_BENEFICIOS.pdf	02/04/2021 13:39:36	ALINE MARIA DA SILVA CAMILO	Aceito

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



Continuação do Parecer: 4.648.023

Declaração de Instituição e Infraestrutura	INFRAESTRUTURA.pdf	02/04/2021 13:37:39	ALINE MARIA DA SILVA CAMILO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	02/04/2021 13:31:49	ALINE MARIA DA SILVA CAMILO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	02/04/2021 13:31:37	ALINE MARIA DA SILVA CAMILO	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_ROSTO.pdf	02/04/2021 13:15:22	ALINE MARIA DA SILVA CAMILO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 14 de Abril de 2021

Assinado por:
Jeffé Ferreira da Silva
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br