

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE FÍSICA

PRISCILA MAGGI HOMEN

**CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL SOBRE O ENSINO DE GEOMETRIA:
UMA ANÁLISE PÓS-CONSTRUTIVISTA**

Porto Alegre

2013

PRISCILA MAGGI HOMEN

**CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL SOBRE O ENSINO DE GEOMETRIA:
UMA ANÁLISE PÓS-CONSTRUTIVISTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Lorí Viali

Co-orientadora: Isabel Cristina Machado de Lara

Porto Alegre
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

H765c Homen, Priscila Maggi.

Concepções de professores dos anos iniciais do ensino fundamental sobre o ensino de geometria: uma análise pós-construtivista. / Priscila Maggi Homen. – Porto Alegre, 2013.

117 f.

Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Física. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Lorí Viali

Co-orientadora: Profa. Dra. Isabel Cristina Machado de Lara

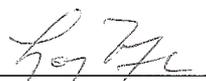
1. Ensino de geometria 2. Formação de professores 3. Teoria pós-construtivista I. Viali, Lorí. II. Lara, Isabel Cristina Machado de. III. Título.

PRISCILA MAGGI HOMEN

**CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL SOBRE O ENSINO DE GEOMETRIA: UMA ANÁLISE
PÓS-CONSTRUTIVISTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

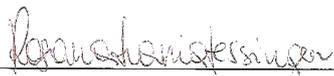
Aprovada em 27 de março de 2013, pela Banca Examinadora.



Dr. Lorí Viali (Orientador - PUCRS)



Dra. Jutta Cornélia Reuwsaat Justo (ULBRA)



Dra. Rosana Maria Gessinger (PUCRS)

AGRADECIMENTOS

Hoje eu sou quem sou pelas tantas pessoas com as quais pude conviver e aprender. Não é possível agradecer a todos, mas aos que neste momento habitam o meu pensamento e com quem compartilho esta alegria.

À minha família, meus pais Pedro e Terezinha, que me acompanham em cada passo, pelos ensinamentos; Paula e Tiago Patrícia e Moacir, Carina e Allan pelo apoio e afeto em todos os momentos; Isadora, Miguel e João Francisco meus amados sobrinhos... meu carinho todo especial.

Aloisio, meu amor, pelo super apoio, por me ouvir e me aconselhar, pela compreensão quando eu não pude estar fisicamente presente, enfim, por tornar possível a realização deste sonho.

À minha filha Cecília, meu presente de Deus, que chegou no meio do mestrado e trouxe mais luz e inspiração à minha vida.

Às professoras que fizeram parte deste trabalho, profissionais e pessoas especiais sem as quais não existiria essa pesquisa e que prontamente aceitaram o convite a participar, abrindo mão de outras coisas e dedicando seu tempo a estudar e contribuir, a minha admiração.

Às minhas colegas do Geempa que, de longe ou de perto, me ajudaram a enfrentar essa caminhada, transformando, em cada momento de convivência, meus pensamentos e saberes.

Aos colegas do mestrado, pelas discussões, pelos incentivos, pela riqueza da diversidade de estar aprendendo com cada um de vocês.

Aos meus professores da PUC pelos momentos de aprendizagem.

A Esther Grossi, pelos ensinamentos de cada dia de convivência, pela sua sabedoria, dedicação, competência e paciência, pelas orientações, pelos questionamentos, por me ensinar a ser uma pessoa e uma profissional melhor.

Lori e Isabel, meus orientadores, que encararam comigo esse desafio, me apoiaram e apostaram que daria certo, pela confiança e respeito à minha produção.

RESUMO

Este trabalho de pesquisa teve como objetivo analisar as concepções dos professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental sobre o ensino da geometria e como elas influenciam suas práticas pedagógicas. Está fundamentado na teoria pós-construtivista, que tem como base autores como Piaget, Vygotsky, Wallon, Pain, Vergnaud, Grossi, Dienes e envolve a geometria, o seu ensino e a formação de professores. A metodologia adotada foi qualitativa, tendo como instrumentos de coleta de dados a pré e pós-entrevista, o questionário, os diários de campo, as reflexões escritas e o material produzido nos encontros de grupos de estudos, que foi constituído com seis professores de escolas públicas dos municípios de Porto Alegre e de Gravataí, no Rio Grande do Sul. Os dados foram analisados pelo processo de análise textual discursiva, do qual surgiram categorias, em consonância com o escopo deste trabalho e das quais emergiram os saberes. A partir desse estudo constatou-se que os professores, mesmo com poucos conhecimentos sobre a geometria e sua didática, têm suas ações fundamentadas em uma teoria e, em alguns casos, ela se assemelha ao pós-construtivismo. Os professores que participaram da pesquisa acreditam que todos podem aprender e por isso buscam uma qualificação profissional, sobretudo em grupos de estudos nos quais as trocas de conhecimentos possibilitam um enriquecimento cognitivo, além de subsídios práticos.

Palavras-chave: Ensino de geometria. Formação de professores. Teoria pós-construtivista.

ABSTRACT

This research aimed to examine the conceptions of teachers in the first years of elementary school about teaching geometry and how they influence their teaching practices. The work is grounded in the post-constructivist theory, which is based on authors such as Piaget, Vygotsky, Wallon, Pain, Vergnaud, Grossi, Dienes and involves geometry, their teaching and teacher formation. The methodology was qualitative, with pre-and post-interview, questionnaire, field diaries, written reflections and material produced in the meetings of the study group as instruments of data collection. This in turn consisted of six teachers from public schools in the cities of Porto Alegre and Gravataí, Rio Grande do Sul. Data were analyzed by the process of discursive textual analysis, from which emerged the categories, in line with the scope of this work. From this study it was found that teachers, even with little knowledge of geometry and its teaching, has its work based on a theory and, in some cases, it resembles the post-constructivism. Teachers who participated in the survey believe that everyone can learn and therefore seek a professional qualification, especially in groups of studies in which the exchange of knowledge enable cognitive enrichment, plus practical subsidies.

Keywords: Geometry Teaching. Teachers Formation. Pos-Constructivist Theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Eixos do Campo Conceitual do início da aprendizagem matemática	31
Figura 2 - Doze figuras da tarefa de reprodução de traçados.	63
Figura 3 - Representação da horizontalidade dos líquidos - Professor A.....	64
Figura 4 - Construção da reta projetiva em base circular	65
Figura 5 - Construção de toalhas rendadas e faixas.	66
Figura 6 - Representação do professor E.	67
Figura 7 - Nomeando as formas geométricas espaciais	67
Figura 8 - Planificações de figuras espaciais.	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GEEMPA – Grupo de Estudos sobre Educação, Metodologia de Pesquisa e Ação

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 NÃO HÁ PRÁTICA SEM TEORIA	19
2.1 O PÓS-CONSTRUTIVISMO	19
2.1.1 Teoria dos Campos Conceituais	25
2.2 EIXOS DO CAMPO CONCEITUAL DO INÍCIO DAS APRENDIZAGENS MATEMÁTICAS	30
2.2.1 Aprofundando as estruturas espaciais	32
2.3 O ENSINO DE GEOMETRIA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	37
3 O CAMINHO SE FAZ AO CAMINHAR: TRAJETÓRIA METODOLÓGICA	43
3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA	43
3.2 SUJEITOS DE PESQUISA.....	45
3.3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	46
3.4 INSTRUMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS	48
3.4.1 Pré-entrevista semi-estruturada	48
3.4.2 Pós-entrevista semi-estruturada	49
3.4.3 Questionário	49
3.4.4 Observação Participante	49
3.4.5 Diário de campo	50
3.4.6 Depoimentos escritos dos professores	50
3.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	51
3.5.1 Desmontagem dos textos	51
3.5.2 Estabelecimento de relações	52
3.5.3 Captando o novo emergente	53
4 A ANÁLISE DOS DADOS	54
4.1 APROXIMAÇÕES COM O PÓS-CONSTRUTIVISMO	54
4.2 O CONHECIMENTO GEOMÉTRICO DOS PROFESSORES.....	58
4.2.1 Consciência do não saber	58
4.2.1.1 Formação deficitária	59
4.2.1.2 Fuga da matemática.....	61
4.2.2 Os saberes dos professores	62
4.2.2.1 Sobre as relações topológicas	62
4.2.2.2 Sobre as relações projetivas e euclidianas	63

4.2.2.3 Sobre as figuras espaciais	66
4.2.2.4 Sobre a geometria no dia a dia	69
4.3 CONCEPÇÕES PRÉ E PÓS-INTERVENÇÕES PEDAGÓGICAS.....	70
4.3.1 Concepções que permaneceram	71
4.3.1.1 Sobre o processo de aprendizagem em geometria.....	71
4.3.1.2 Sobre os objetivos do ensino da geometria.....	73
4.3.2 Concepções que foram influenciadas pelas intervenções pedagógicas..	74
4.3.2.1 Sobre o seu fazer pedagógico.....	75
4.3.2.2 Sobre a avaliação dos alunos	79
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
REFERÊNCIAS.....	87
APÊNDICES	91
APÊNDICE 1 – PRÉ-ENTREVISTA	91
APÊNDICE 2 – PÓS-ENTREVISTA.....	92
APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO.....	93
APÊNDICE 4 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO PRIMEIRO ENCONTRO	94
APÊNDICE 5 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO SEGUNDO ENCONTRO.....	97
APÊNDICE 6 – DIÁRIO DE CAMPO.....	99
APÊNDICE 7 – DIÁRIO DE CAMPO.....	110

1 INTRODUÇÃO

Cada pessoa constitui seus conceitos e conhecimentos de acordo com as oportunidades e experiências que vivencia. Todavia, há conhecimentos que exigem uma intencionalidade didática específica para que ocorram, ou seja, não acontecem espontaneamente nos contextos sociais. Alguns desses conhecimentos podem e devem ser construídos na escola.

Tratando-se dos conhecimentos matemáticos, pude perceber em minha trajetória profissional o quanto tal construção ocorre de modo diferenciado em relação aos demais conhecimentos; o conhecimento matemático é visto como algo distante para muitas pessoas.

Minha carreira como professora iniciou logo após concluir o curso de Magistério. Comecei atuando em uma escola particular de Educação Infantil. Este foi um período de aprendizagens, no qual descobri o quanto se pode ensinar às crianças sobre tudo, sobre o mundo.

Fiz meu curso de graduação em Licenciatura em Matemática e, enquanto realizava o curso, comecei a lecionar em uma escola pública com uma turma do 1º ano do Ensino Fundamental, quando ocorre a alfabetização, sem saber muito o que fazer com aqueles alunos que não sabiam ler nem escrever. Assim, busquei uma formação mais específica e, por meio do contato com colegas de trabalho, fiz um curso voltado à alfabetização, no GEEMPA¹, no qual aprendi sobre alfabetização e pude repensar muitas ideias sobre o aprender e o ensinar, não apenas no campo da alfabetização, mas também da matemática. Desde então, a proposta pedagógica do Geempa, baseada na teoria pós-construtivista me interessou imensamente e passei a colocá-la em prática em sala de aula. Minha relação com o Geempa foi ficando mais próxima e, atualmente, faço parte da equipe docente, ministrando cursos de formação para professores em muitos municípios do Brasil e da Colômbia.

Na minha experiência profissional, percebi que certas dificuldades em Matemática apresentadas pelos alunos dos Anos Iniciais são efeito da formação de seus professores pois, algumas vezes, faltam-lhes conhecimentos nesta área, em particular com relação ao ensino de geometria. Geralmente, nos cursos de

¹ Grupo de Estudos sobre Educação, Metodologia de Pesquisa e Ação.

Pedagogia, a disciplina de Matemática, como metodologia, tem uma pequena carga horária ou nenhuma.

Se o professor não conhece a importância da geometria e não sabe como ensiná-la, a não ser seguir as tarefas do livro didático, acaba deixando de lado, ou repetindo o mesmo tipo de ensino que recebeu. O que se sabe é que muitos estudos e pesquisas foram feitos desde a formação básica dos professores até hoje, mas muitos professores ainda continuam apenas reproduzindo o que já está pronto.

Isso despertou em mim o desejo de realizar um estudo voltado à formação dos professores dos Anos Iniciais no que se refere aos conhecimentos e concepções desses professores em torno de um eixo significativo da Matemática, que é a geometria. Optei por estes profissionais, pois durante os Anos Iniciais formam-se conceitos científicos que proporcionarão aprendizagens de outros conceitos que virão depois.

A Matemática tem sido percebida pelos alunos e até mesmo por alguns professores como uma disciplina muito difícil e que só os mais inteligentes são capazes de aprendê-la. Silva (2008) desenvolveu um estudo com esse foco no qual revelou que uma minoria de alunos relata sentir prazer em aprender Matemática e alguns, devido ao fracasso, sentem-se pouco inteligentes. Contudo, a maioria afirma que gostaria de aprender Matemática por conta da sua importância, mas consideram-na muito difícil.

Não é fácil gostar daquilo que não se conhece, que não se entende, que não faz sentido. Sabe-se que as crianças podem aprender Matemática desde o início da escolarização. Portanto, com uma metodologia e uma fundamentação teórica consistente pode-se ensinar com mais qualidade, fazendo com que a Matemática deixe de ser privilégio de poucos e passe a ser acessível a todos os alunos, pois o conhecimento matemático poderá auxiliar o cidadão na estruturação do seu pensamento e de seu raciocínio.

O fato de alguns alunos não conseguirem alcançar os objetivos propostos no ensino de Matemática não se deve ao fato de serem menos inteligentes. Rancière (2004) afirma que Joseph Jacot² defendia a ideia de que as inteligências são iguais.

² Pedagogo francês do início do século XIX (1770-1840).

Se as inteligências são iguais, todos têm o direito e a capacidade de aprender Matemática buscando a sua emancipação.

Uma das causas do insucesso dos alunos diante da Matemática, de acordo com Fainguelernt e Nunes (2006), está associada ao processo de ensino e aprendizagem que está mais para o sofrimento do que para o prazer, que intimida a criatividade, a sensibilidade e a descoberta.

Na tentativa de transformação deste panorama de insucesso dos alunos diante do que poderiam estar aprendendo, uma das teorias de ensino e aprendizagem emergentes no âmbito da Educação Matemática é a Teoria pós-construtivista que, segundo Grossi (2007), considera o aluno em sua totalidade e na interação com seu meio e com os outros.

É com essa perspectiva que repenso, nesse estudo, aspectos referentes aos conhecimentos ou desconhecimentos dos professores, buscando estabelecer uma relação entre estes saberes e a sua forma de ensinar e de pensar o processo de ensino e de aprendizagem, particularmente no que se refere à geometria.

O ensino convencional, baseado na memorização de informações, não está dando conta de tudo o que deveria ser aprendido na escola e que está previsto nos PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais – para ser trabalhado em sala de aula desde o primeiro ano do Ensino Fundamental.

Nos PCN, percebe-se a relevância da geometria como uma área do conhecimento que permitirá ao aluno desenvolver o pensamento, o que o levará à compreensão do mundo como espaço, a movimentar-se nele, a dimensionar sua ocupação, a avaliar a forma e a medir o tamanho dos objetos e a relação disso com seu uso (BRASIL, 1997). Além disso, segundo os parâmetros, “[...] se esse trabalho for feito a partir da exploração dos objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, ele permitirá ao aluno estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento” (BRASIL, 1997, p. 39).

Para que o ensino de geometria possa levar os alunos a desenvolverem essas habilidades, os professores dos Anos Iniciais precisam estar preparados para isso, sendo necessária uma formação adequada, em que o professor vá se apropriando dos conhecimentos já construídos historicamente a respeito do ensinar

e do aprender, trazendo para a sala de aula as experiências dos alunos, seus conhecimentos geométricos, mesmo que sejam, ainda, conhecimentos implícitos.

O que se observa é que nas escolas o ensino de geometria tem sido desconsiderado e que, quando é ensinado, os professores tratam apenas da memorização dos nomes de algumas formas geométricas planas como quadrado, retângulo, triângulo e círculo e de algumas de suas propriedades. Prioriza-se a questão da contagem, das operações, da tabuada, sobretudo nos Anos Iniciais. Como consequência disso, as relações topológicas, projetivas e métricas acabam não sendo ensinadas nas escolas.

Conhecendo o histórico de insucesso dos alunos no que se refere à geometria e a partir do momento em que conheci uma teoria que defende a ideia de que ‘todos podem aprender’, passei a questionar: Como formar os professores dos Anos Iniciais para que esse modo de ensinar possa ser repensado, possibilitando a democratização do ensino de matemática?

Os PCN apontam como uma das causas possíveis a formação dos professores, referindo-se tanto à formação inicial como à formação continuada, o que pode, inclusive, limitar a implantação de propostas mais inovadoras.

Parte dos problemas referentes ao ensino de Matemática estão relacionados ao processo de formação do magistério, tanto em relação à formação inicial como à formação continuada. Decorrentes dos problemas da formação de professores, as práticas na sala de aula tomam por base os livros didáticos, que, infelizmente, são muitas vezes de qualidade insatisfatória. A implantação de propostas inovadoras, por sua vez, esbarra na falta de uma formação profissional qualificada, na existência de concepções pedagógicas inadequadas e, ainda, nas restrições ligadas às condições de trabalho (BRASIL, 1997, p.22).

No âmbito da Educação Matemática, há pesquisas sobre como se ensina e como se aprende. Em particular, autores contemporâneos como Vergnaud (1993, 1996, 2003, 2005, 2008, 2009, 2011) e Grossi (2000, 2001, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011) com base nas teorias de Piaget, Vygotsky e Wallon sobre a psicologia cognitiva, apresentam propostas didáticas de como ensinar. Trata-se da perspectiva pós-construtivista, que apresenta uma teoria na qual o aluno é considerado em sua totalidade e na relação com os outros. Um de seus fundamentos trata da Teoria dos Campos Conceituais, proposta por Gerard Vergnaud, que defende que um conceito não se forma isoladamente, e sim, estabelecendo relações entre ideias imersas em situações significativas.

Consciente de que a formação do professor influencia diretamente na aprendizagem de seus alunos, é fundamental que essa formação, que acaba ficando deficitária nas universidades, possa ser complementada. Deste modo, um grupo de estudos no qual participem apenas professores com um objetivo comum, conhecer melhor o conteúdo a ser ensinado, no caso a geometria, e como ensiná-la é uma possibilidade de formação continuada entre iguais.

Assim, a trajetória acadêmica e profissional apresentada, o panorama do ensino de Matemática, sobretudo na geometria e a percepção diferente que o contato com o pós-construtivismo me possibilitou, foram fatores motivadores para a realização dessa pesquisa.

Por pensar que é possível aprender qualquer coisa em qualquer tempo, justifico a relevância deste estudo considerando a necessidade de uma ampliação dos conhecimentos matemáticos dos professores dos Anos Iniciais em relação à geometria, para que tenham melhores possibilidades de levar seus alunos à aprendizagem das relações necessárias para a compreensão do espaço. Por meio do contato com colegas professores, percebo que a maioria deles forma suas concepções a partir de suas trajetórias de vida e durante sua formação acadêmica. Sendo assim, o objetivo dessa investigação é *analisar as concepções que professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental possuem sobre a geometria e como isso influencia sua prática pedagógica.*

Para que seja possível alcançar o objetivo desejado, estabeleci os seguintes objetivos específicos:

- Verificar as possíveis dificuldades dos professores no ensino de geometria;
- identificar os conhecimentos dos professores sobre as estruturas geométricas: linhas, superfícies e volumes;
- verificar o modo como os professores ensinam geometria nos Anos Iniciais, tratando-se das relações topológicas, projetivas e métricas;
- identificar, nas concepções dos professores sobre o ensino de geometria, suas aproximações com a teoria pós-construtivista;
- analisar as continuidades e descontinuidades nas concepções dos professores após a realização de atividades com grupo de estudos.

As perguntas que direcionam o presente trabalho são as seguintes:

- 1) Quais as possíveis dificuldades dos professores no ensino de geometria?

- 2) Que conhecimentos os professores de Anos Iniciais possuem sobre as estruturas geométricas?
- 3) Como os professores ensinam geometria nos Anos Iniciais em se tratando das relações topológicas, projetivas e métricas?
- 4) Quais as concepções dos professores sobre o ensino de geometria?
- 5) Que relação há entre as concepções dos professores sobre o ensino de geometria e a teoria pós-construtivista?
- 6) Quais as continuidades e discontinuidades nas concepções dos professores após a realização de atividades com grupo de estudos?

A pretensão é de que tais questionamentos conduzam à resposta da questão foco: Quais as concepções que professores dos Anos Iniciais possuem sobre a geometria e como influenciam sua prática pedagógica?

Os sujeitos de pesquisa escolhidos para essa investigação são professores de alfabetização e pós-alfabetização de escolas públicas de Porto Alegre e região metropolitana, que já participaram de formação do Geempa e em sua sala de aula aplicam a proposta geempiana.

A formação dos professores na proposta pedagógica do Geempa ocorre em um curso inicial de formação de cinco dias, com acompanhamento durante o ano letivo, que acontece em três encontros, chamados de assessorias, com duração de dois dias cada. Além disso, os professores reúnem-se semanalmente, formando um grupo de estudos para, a partir das situações que surgem na prática da sala de aula, buscarem soluções nas trocas com os colegas e na literatura disponibilizada pela pesquisadora.

Para tanto, essa Dissertação está organizada em cinco capítulos.

Nesse primeiro capítulo, “Introdução”, apresenta-se o tema, justificativa, objetivos, questões de pesquisa e a estrutura desse relatório.

No segundo capítulo, denominado “Não há prática sem teoria” apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre o pós-construtivismo, a Teoria dos Campos Conceituais, o ensino de geometria e a formação dos professores. Para isso, utilizo os estudos de autores como Jean Piaget, Lev Vygostky, Henry Wallon, e outros como Gérard Vergnaud, Esther Grossi, Sara Pain, Zoltan Diennes, entre outros.

No terceiro capítulo, “O caminho se faz ao caminhar”, explicita-se a metodologia utilizada para a realização dessa pesquisa, os sujeitos investigados, os

instrumentos para coleta dos dados e a metodologia para análise dos mesmos, que foram determinados levando em conta o escopo desse trabalho.

No quarto capítulo “A análise dos dados”, apresenta-se os dados coletados durante o desenvolvimento desse estudo, concomitante com a análise dos aspectos que surgiram ao longo do trabalho e discussão sobre as concepções dos professores a respeito do ensino da geometria.

No quinto capítulo “Considerações Finais” realiza-se uma reflexão a respeito dos aspectos mais relevantes percebidos no desenvolvimento dessa pesquisa, sinalizando algumas sugestões e possibilidades para a formação dos professores em relação ao processo de ensino e de aprendizagem de geometria.

2 NÃO HÁ PRÁTICA SEM TEORIA

Neste capítulo são apresentados os fundamentos teóricos utilizados como suporte para a investigação da problemática dessa pesquisa. Tal fundamentação está baseada na Teoria Pós-construtivista, dando ênfase à Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud.

2.1 O PÓS-CONSTRUTIVISMO

Saber como o ser humano aprende é algo que, ao longo da história da humanidade, tem sido estudado buscando-se uma resposta que permita compreender esse processo tão complexo. Para tanto, várias teorias tentaram dar essa explicação.

Segundo Grossi (2009), a teoria inatista para explicar o processo de aprendizagem aponta a ideia de que os conhecimentos já estão no sujeito, ou seja, o sujeito é a sede dos conhecimentos. Portanto, “[...] ao inatismo vinculam-se as ideias de desenvolvimento e de maturação.” (GROSSI, 2009, p. 42). Já, o empirismo, considera a aprendizagem como decorrente exclusivamente da experiência, da realidade (GROSSI, 2007).

Para a autora, no construtivismo, constata-se que todo conhecimento é construído, ou seja, o sujeito deixa de ser passivo no seu processo de aprendizagem. Grossi (2009, p. 43) complementa afirmando que “Justamente o construtivismo inaugura a valorização do agir de quem aprende como elemento central para se compreender algo.” Contudo, o construtivismo não incorporou duas questões que são fundamentais para o processo de construção do conhecimento, a questão dramática, que trata da interferência do inconsciente, de um sujeito que é desejante e a questão social. Ambas passam a ser consideradas no pós-construtivismo (GROSSI, 2007).

O pós-construtivismo é uma teoria da aprendizagem que considera as interrelações entre o sujeito, a realidade e os outros. Segundo Grossi (2009, p. 43), são fundamentais no processo de aprendizagem quem aprende, o que se aprende e o outro, ou seja, entram em jogo além da dimensão cognitiva, a dramática e a social (GROSSI, 2000).

As bases que fundamentam o pós-construtivismo possuem alguns pressupostos teóricos, principalmente em Piaget (1896-1980), tratando do papel da ação na aprendizagem, em Vygotsky (1896-1934), mostrando que o sujeito é social e se constitui por meio da linguagem, em Wallon (1879-1962), concebendo o ser humano como geneticamente social. Outros autores, a partir desses já citados, apresentam um aprofundamento teórico: Dienes (1916), tratando de um sujeito que joga, apresenta etapas para aprendizagem em matemática; Pain (1931), atribuindo à ignorância um papel na aprendizagem; Vergnaud (1933), tratando de um sujeito operatório, apresenta a aprendizagem em campos conceituais; e Grossi (1936), trazendo a teoria de que todos podem aprender.

As teorias de Piaget contribuíram para o pós-construtivismo, mostrando que os conhecimentos são construídos e, portanto, a ação possui um papel fundamental na aprendizagem. De acordo com Piaget (1986, p. 425): “A inteligência é construção de relações e não apenas identificação [...]”. Piaget (2002, p. 70) afirma que são as ações que originam as operações da inteligência, sendo que operação é “[...] uma ação interiorizada, que se torna reversível e que se coordena com outras, em estruturas operatórias em conjunto.” Nesse sentido, Grossi (2007) aponta que o fato de Piaget tomar consciência sobre a complexidade dos processos cognitivos foi um de seus grandes méritos, pois o sujeito que, anteriormente, ocupava uma posição de passividade torna-se ativo na sua aprendizagem.

O autor estudou o sujeito epistêmico, ou seja, o sujeito que aprende. De acordo com Grossi (2009a), Piaget dedicou-se ao estudo do sujeito da inteligência, que constrói os conhecimentos, mas não se ocupou de outros fatores que influenciam na aprendizagem como as questões do desejo e da interação social. Ensinar aos alunos tratando somente das questões cognitivas em sala de aula não garante o sucesso, pois o aluno “[...] é um ser social e desejante e deve ser visto em sua totalidade” (GROSSI, 2007, p.20). Assim, associam-se à teoria pós-construtivista as teorias de Vygotsky, que referem-se à forma como o meio social e a linguagem influenciam nos processos de aprendizagem. Na perspectiva de Vygotsky:

O momento de maior significado no curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, convergem (1998, p. 33).

Para Vygotsky (2000), por meio da fala, a criança passa a interagir mais com as pessoas e com o ambiente e, como consequência, vai adaptando o próprio comportamento. Posteriormente, isso torna-se uma função mental interna e irá auxiliar na organização do pensamento da criança.

Para o autor, aprendizagem e desenvolvimento são processos distintos, e mais, é a aprendizagem que direciona o desenvolvimento (VYGOTSKY, 1998). Conforme Vergnaud (2003a), Vygotsky não teve a intenção de reduzir o desenvolvimento às aprendizagens escolares e sim tratar da existência de uma base psíquica geral, ou seja, a aprendizagem tem um papel fundamental para o desenvolvimento. É assim que Vygotsky (2000) apresenta a Zona de Desenvolvimento Proximal, que se refere a um período no qual a criança é capaz de realizar certa atividade com a ajuda de alguém, mas ainda não é capaz de realizá-la sozinha.

De acordo com Vygotsky (2000, p. 117-118): “O aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar quando a criança interage com pessoas em seu ambiente.” Dessa forma, na interação com os outros é que o sujeito constrói seus conhecimentos, apropriando-se da cultura. Grossi (2007, p. 15-16), corroborando a ideia de Vygotsky de que o sujeito é um ser social, afirma que “cada sujeito constrói o conhecimento na interação com a realidade tendo como mediação o outro”.

O aluno aprende na interação com os outros. Considerando isso, Freire (2009, p. 162) afirma que “construir e exercitar pensamento, inteligência, conhecimento, se dá, se faz, no grupo.” Desse modo, o professor deverá fazer as provocações adequadas para a constituição de um grupo onde os alunos irão se defrontar com as diferenças, com as divergências, com os conflitos, o que certamente envolve construção de conhecimento (FREIRE, 2009). A autora afirma que:

Estudar, estudamos, conversando sozinhos ou com o nosso outro, mas construir conhecimento é no grupo que se dá. Estudar sozinho envolve zona real do conhecimento. Construir conhecimento no grupo é a superação e a deflagração da zona proximal do conhecimento (FREIRE, 2009, p. 164).

Freire (2009) considera, ainda, que é com as diferenças, as divergências de um grupo que aprendemos a ser um grupo, que isso é também uma construção, pois não basta reunir várias pessoas para que se forme um grupo. Para a autora,

num grupo de alunos, é imprescindível um professor que, conhecendo as necessidades de seus alunos, fará as intervenções adequadas, o que levará à construção dos conhecimentos.

Para ressaltar a ideia de que no trabalho em grupo o conflito sociocognitivo, ou seja, o desacordo entre alunos a respeito de um problema a resolver é um aspecto positivo, Vergnaud (2003b) afirma que há pesquisas que comprovam que os alunos não podem ter grandes diferenças cognitivas para que essa interação seja produtiva. Assim, é preciso que eles tenham um núcleo comum de conhecimentos e um objetivo em comum. Perret-Clermont (1978) afirma que a diferença de nível entre os alunos não pode ser muito grande, pois se assim o for poderá o sujeito não entrar em conflito com a hipótese do outro por não compreendê-la. Destaca que os alunos podem não ter todos o mesmo nível cognitivo, desde que essa diferença não seja muito grande e que a tarefa exija que os conflitos de ponto de vista gerem uma mudança na estrutura cognitiva do aluno.

Wallon incorporou ao pós-constructivismo a ideia de sujeito plural, apresentando a formação do inconsciente como decorrente do social (GROSSI, 2007). Para Wallon (1975), o *eu* do sujeito é uma relação dialética entre o *eu* e os *outros* internalizados que constituirão a vida psíquica do sujeito. É nesse sentido que considera o homem como um ser geneticamente social. “O indivíduo, se se compreende como tal, é essencialmente social. É-o não em consequência de contingências exteriores, mas em consequência de uma necessidade íntima. É-o geneticamente” (WALLON, 1975, p. 159).

Wallon (1975) afirma que o ser humano é geneticamente social, ou seja, todos possuem um sócio, um Outro que se constitui a partir das relações com os outros, com a cultura, com a vida em sociedade. “O *socius* ou o *outro* é um parceiro perpétuo do eu na vida psíquica” (WALLON, 1975, p.159).

De acordo com Grossi (2007, p. 23), essa consideração de Wallon de que o ser humano é geneticamente social “funde de maneira magnífica as dimensões inconscientes do desejo com a nossa dimensão coletiva porque apresenta o inconsciente como resultado eminentemente social”. O conhecimento e o desejo dependem das nossas relações com os outros. É o aspecto social da aprendizagem que faz parte da nossa própria constituição (GROSSI, 2000).

No pós-construtivismo, há uma junção de algumas ideias convergentes dos autores citados, Grossi (2007, p. 23) considera que:

Unir Piaget, Vygotsky e Wallon significa algo novo e rico, assim como certos alimentos que, ingeridos juntos, resultam em um acréscimo de valor calórico e protéico maior do que a simples adição de cada dos valores, caso fossem ingeridos separadamente.

Pain (1988) traz ao pós-construtivismo a teoria de que o aluno deve ser considerado como um conjunto de quatro instâncias: corpo, organismo, estrutura lógica - inteligência e estrutura desejante – desejo.

A autora (1988) define *Organismo* como mecanismos que asseguram o funcionamento orgânico, garantindo que o sujeito sobreviva. É nele que se automatizam as aprendizagens, ou seja, ficam registradas, inscritas.

O *Corpo* irá constituir os esquemas, coordenando os movimentos, sensações e afetos, é nele que tudo se inicia: “Nenhuma aprendizagem deixa de passar pelo corpo” (PAIN, 1988, p. 7). De acordo com Pain (2005), a aprendizagem passa pelo corpo do professor e do aluno, em como o professor se posiciona e interage diante de seus alunos, como o aluno recebe as informações e todos os sentimentos que permeiam esse processo passam pelo corpo. “[...] sentimos o mundo através do nosso corpo [...]” (PAIN, 2005, p. 72).

A *Estrutura Lógica ou Cognitiva* organiza e constrói a objetividade. Pain (1988) classifica a estrutura lógica em três tipos: ativa, operatória lógico-concreta e formal. Em ambas ocorrem operações lógicas: na ativa, o sujeito é movido pela ação; na operatória lógico-concreta, há uma manipulação interna dos objetos com a mente; e, na formal, o sujeito deixa de operar sobre objetos e passa a operar sobre outras operações, é a abstração.

A *Estrutura Desejante* relaciona-se à subjetividade do indivíduo, nela as operações são de outra ordem, sendo que é o desejo que produz a significação. Pain afirma que: “As duas estruturas Lógica e Desejante são inconscientes” (1988, p. 24). A autora (1999), considerando esta parte inconsciente da constituição do sujeito, apresenta o quanto este aspecto é didaticamente relevante, pois o nosso pensamento, as nossas ideias são elaboradas em um processo que é inconsciente.

Nessa questão do desejo, segundo Grossi (2009), há duas posturas que podem ser tomadas no processo didático que são: ou considerar a trajetória de vida, experiências, cultura do aprendente ou, simplesmente, ignorá-la. Essa ideia está

bastante próxima da afirmação de Paulo Freire (2011) em relação ao dever do professor de assumir-se enquanto sujeito, possuidor de uma identidade cultural e ajudar o aluno a fazer o mesmo, tendo clareza de que, para ensinar, é preciso conseguir conhecer e compreender o aluno, seus sentimentos e emoções.

Em seus estudos, Pain (1988) mostra que a ignorância tem um papel fundamental na aprendizagem, sendo vista como o que é desconhecido, não de uma forma negativa, mas como um direcionamento para onde o conhecimento deve chegar. “A ignorância não é falta de conhecimento” (Pain, 1988, p. 23).

A partir das teorias de Piaget, Vygotsky e Wallon, Grossi (2000) destaca que ninguém nasce mais inteligente ou menos inteligente, que a inteligência é um processo construído por meio das oportunidades e não um dom do qual alguns são contemplados e outros não. A autora refere-se à ideia de que o ser humano precisa aprender tudo, diferentemente dos animais que possuem os instintos necessários para sobreviver. A aprendizagem é uma marca do ser humano. Considerando a inteligência como um processo, Grossi (2000, p. 94) acrescenta: “Um processo só se desencadeia a partir de um problema. Por sua vez, um problema só se gera no mergulho da vivência ampla de campo conceitual”.

Dienes, outro teórico que contribuiu com suas ideias para a construção da teoria pós-construtivista, elaborava tarefas complexas, o que deixava até mesmo os professores surpreendidos com os bons resultados que os alunos eram capazes de alcançar. De acordo com Dienes (1975a, p. 1): ““Mergulhar a criança em águas profundas”, facilita-lhe o processo de aprendizagem, ou seja, ao mesmo tempo o processo de abstração, de generalização e de transferência.” Defendia um processo de aprendizagem em seis etapas: jogo livre, jogos estruturados por regras, comparação de jogos, representação gráfica dessa comparação, invenção de uma linguagem e axiomatização (DIENES, 1975).

Quando o professor considera, na sala de aula, os alunos em sua totalidade é possível ensinar a todos. Assim, Grossi (2005) chega à constatação de que ‘todos podem aprender’.

Vergnaud, pesquisador que teve sua tese de doutorado orientada por Piaget e foi, durante muitos anos, diretor de pesquisa da CNRS³ tem realizado estudos

³ Centre National de la Recherches Scientifiques - Centro Nacional de Pesquisa Científica.

sobre a aprendizagem de maneira muito fecunda, particularmente na área de Matemática, sendo que seus estudos estão mais próximos da sala de aula do que os outros autores citados anteriormente. De acordo com Grossi (2007, p. 25) “Vergnaud foi introdutor da didática como um ramo científico do conhecimento, ao lado da psicologia cognitiva, mas diferente dela.” Sendo assim, este autor traz contribuições essenciais ao pós-constructivismo e será estudado em maior profundidade.

2.1.1 Teoria dos Campos Conceituais

Gérard Vergnaud (2003a) introduz a teoria de que a aprendizagem acontece a partir de um espaço de problemas, rico em situações, procedimentos e representações simbólicas. Busca esclarecer a problemática do processo de aprendizagem, principalmente no campo das estruturas matemáticas, enfatizando que aprendemos imersos em todos os elementos relacionados a um conceito, como se fosse uma rede e não linearmente, passando do mais simples ao mais complexo (VERGNAUD, 2003a).

Para Vergnaud (2003b), a aprendizagem de um novo conhecimento é influenciada pela atividade de quem aprende e as situações nas quais está envolvido e que permitam essa aprendizagem, além da interação com os outros e da representação desse conhecimento por meio de formas linguísticas e simbólicas.

Essa teoria é chamada de Teoria dos Campos Conceituais, entendida como resultado de convergências e complementaridades de algumas ideias de Piaget e Vygotsky (VERGNAUD, 2003a). Vergnaud ampliou e deu outra direção às teorias de Piaget sobre as operações lógicas, estudando o funcionamento cognitivo do “sujeito-em-situação”, ou seja, considerando que para o desenvolvimento cognitivo do sujeito ocorrer, devem-se considerar as situações em que ele está inserido e os conceitos necessários para lidar com essas situações (MOREIRA, 2002).

Campo conceitual é definido por Vergnaud (2003a, p. 30) como “um conjunto vasto, porém organizado, a partir de um conjunto de situações. Face a essas situações, é preciso um conjunto de esquemas de conceituações e de representações simbólicas.” Nessa teoria, Vergnaud (2003b, p. 74) defende que “a parte essencial dos processos cognitivos é a conceitualização.”

Franchi (2010) afirma que a referida teoria tem como princípio que o desenvolvimento cognitivo acontece ao longo do tempo, de acordo com as situações

que o aluno vivencia e interage, ou seja, levando em conta as diversas situações e os conhecimentos que o aluno já possui.

Segundo a autora:

A teoria dos campos conceituais visa à construção de princípios que permitam articular competências e concepções constituídas em situação, e os problemas práticos e teóricos em que essas competências e concepções se constituem (FRANCHI, 2010, p. 199).

O domínio deste campo por parte do sujeito leva um longo período de tempo, mas o professor deverá ter metas claras a alcançar, em tempos por ele estabelecidos, pois para que uma aprendizagem aconteça, segundo Vergnaud (2008) os sujeitos precisam passar por situações novas e desestabilizadoras. Considerando ainda que a aprendizagem não é um processo linear, a escolha das situações pelo professor deve seguir a mesma concepção. Além disso, é essencial levar em conta a forma como essa situação será apresentada e o tipo de representação utilizada para que o professor possa direcionar a atenção dos alunos para aquilo que ele considera necessário naquela situação (VERGNAUD, 2003a).

Vergnaud (2011) destaca duas etapas pelas quais os alunos podem passar na aquisição de competências, são elas: filiações, quando as novas competências estão ancoradas nas competências já adquiridas e rupturas, quando é necessário romper com as ideias anteriormente formadas. Quando aprendemos algo novo, essa aprendizagem pode estar apoiada nos conhecimentos anteriores, mas pode acontecer, também, que estes conhecimentos anteriores sejam um obstáculo para a construção do novo conhecimento, tendo que haver uma ruptura.

Assim, o autor (2005) considera: para que seja possível ensinar algo é necessário saber quais são as primeiras situações em que a criança poderá construir as competências, os conhecimentos e os conceitos, mesmos se eles estiverem implícitos. Desse modo, é papel do professor realizar a escolha adequada de situações, levando em conta o nível de desenvolvimento de seus alunos, de modo que elas sejam desestabilizadoras.

São as situações que dão sentido aos conceitos, portanto, Vergnaud (2009, p. 29) define conceito como uma terna de três conjuntos:

S conjunto de situações que dão sentido ao conceito
I conjunto de invariantes operatórios que estruturam as formas de organização da atividade (esquemas) suscetíveis de serem evocados por essas situações.

L conjunto das representações linguísticas e simbólicas (algébrica, gráficas...) que permitem representar os conceitos e suas relações e, conseqüentemente, as situações e os esquemas que elas evocam.

Para Vergnaud (2003b), a riqueza de se considerar as aprendizagens em campos conceituais e não cada um deles isoladamente, deve-se ao fato de que para que um conceito tenha sentido, ele deve estar presente em diversas situações e, ainda, que cada situação deve ser analisada por meio de um conjunto de conceitos, pois estes podem servir para uma determinada situação e não para outra.

Os conceitos se constroem num processo cotidiano e, muitas vezes, não coincidem com os conceitos científicos. De acordo com Vergnaud (2003a), para se chegar a um conceito científico, há que se passar por um processo elaborado e complexo, sendo necessária a busca constante de uma relação entre os conceitos cotidianos e os científicos.

Vergnaud refere-se às contribuições de Vygotsky para a elaboração de sua teoria, entre estas contribuições faz alusão à proposta de Vygotsky de que há, em certa medida, uma oposição entre conceitos científicos e cotidianos, destacando a importância de estabelecer relações entre eles na escola, sendo que os conceitos científicos devem estar apoiados nos cotidianos (VERGNAUD, 2003a).

De acordo com Vergnaud (1993), Vygotsky afirmava que os conceitos cotidianos são implícitos, e os conceitos científicos se desenvolvem a partir da linguagem e são explícitos. Contudo, Vergnaud defende que a formação de alguns conceitos científicos parte de conceitos cotidianos e ressalta a importância da escola para a construção dos conceitos científicos. Além disso, o autor destaca que há certos conceitos científicos que permanecem implícitos. Vergnaud (1993, p. 77) afirma: “Portanto, não se pode colocar claramente a oposição entre o lado implícito do conceito cotidiano e o lado explícito do conhecimento científico.”

Outra ideia de Vygotsky sobre a qual Vergnaud faz alusão em sua teoria é a ideia de zona de desenvolvimento proximal que, de acordo com Vergnaud (1993), refere-se àquilo que a criança é capaz de fazer com a ajuda de outra pessoa, mas sozinha ainda não. É nesta zona que o professor deve atuar.

Vergnaud (2003a) apresenta a teoria de Vygotsky de organização dos conceitos em sistemas e acrescenta sua posição de que mesmo num conceito cotidiano há um sistema e que isto não é limitado aos conceitos científicos. A teoria de Vergnaud parte exatamente da ideia de sistema, sendo que o autor enfatiza que

para todos os conhecimentos há uma sistematização, um fechamento desse sistema (VERGNAUD, 2003a).

Entre as contribuições de Piaget para esta teoria, Vergnaud (1996) afirma que para desenvolver o conceito das formas de organização da atividade, utilizou-se de um conceito de Piaget que é o conceito de esquema.

Em situações de aprendizagem, frente a um problema, ou seja, uma nova situação, utiliza-se os *esquemas de pensamento* para resolvê-lo. O conceito de esquema, conforme Vergnaud, (1993) é uma herança de Piaget, eles são centrais no processo de adaptação.

Vergnaud (2009, p. 21) define esquema como “uma organização invariante da atividade para uma classe de situações dada.” Em algumas situações esses esquemas podem trapacear e a partir daí refaz-se os esquemas anteriores, construindo um esquema novo.

Vergnaud amplia o conceito de esquema quando passa a considerar a relação indivíduo-situação e não mais indivíduo-objeto (FRANCHI, 2010). De acordo com Vergnaud:

O conceito de esquema é essencial porque ele designa formas de organização da atividade para classes de situações bem identificadas e circunscritas. O par teórico *situação/esquema* deve então substituir o par estímulo/resposta, de um behaviorismo estreito ao extremo; o par *sujeito/objeto*, embora inevitável, é ele próprio muito geral para permitir estudos empíricos precisos (2011, p. 26).

Segundo o autor (2008), há dois aspectos do pensamento que ficam bem claros a partir da ideia de esquemas: sistemático e oportunista. O aspecto sistemático diz respeito à organização da atividade, já o oportunista refere-se à utilização das situações de forma a garantir vantagens diante das circunstâncias. Por isso, os esquemas de pensamento são centrais na adaptação e no desenvolvimento, já que é necessária sempre uma desestabilização, que ocorre a partir de situações novas, situações que sempre terão estes dois aspectos citados.

Os esquemas de pensamento estão presentes na memória gestual e não é possível recuperá-los por inteiro. Partindo desta ideia, Vergnaud (2008) pesquisou sobre os processos de conceituação e as razões pelas quais os esquemas de pensamento apresentam ora sucesso, ora falha. Foi então que ampliou a ideia de invariante operatório, integrando-o ao conceito de esquema de pensamento que,

além de ter uma função de ação sobre o real, tem também a função de interrogação do real.

O esquema que se organiza diante de uma situação, isto é, as estratégias que desenvolvemos para decidir quais serão as ações para resolver um determinado problema, é definido por Vergnaud como uma organização invariante do comportamento (conceitos-em-ato e teoremas-em-ato) e abarca um conjunto de conhecimentos que entram em ação no momento desta decisão (GROSSI, 2001). Nessa organização, de acordo com Vergnaud (2003b, p. 66), entram em jogo “objetivos e esperas, regras de ação, tomada de informação e de controle”.

Vergnaud (1996) diferencia teorema-em-ato e conceito-em-ato usando o argumento de que os teoremas podem ser verdadeiros ou falsos, já os conceitos podem ser pertinentes ou não pertinentes.

Segundo Vergnaud (2005), frente à resolução de determinados problemas, os estudantes não expressarão com palavras o nome do teorema que será utilizado, eles apenas o colocam em atividade, em ação, conforme suas hipóteses. A essa ação ele denominou de forma operatória do conhecimento, sendo que a forma predicativa é a que permite expressar-se sobre as ações e suas relações. Vergnaud defende a ideia de que a forma operatória do conhecimento é mais rica do que a forma predicativa. Para o autor (1996), a forma operatória refere-se ao saber fazer e a forma predicativa ao saber explicar, destacando que a última é mais complexa, exigente e onde se encontram mais dificuldades, tanto para alunos como para professores.

Os conhecimentos explícitos não formam senão a parte visível do iceberg da conceitualização: sem a parte oculta, formada pelos invariantes operatórios, esta parte visível nada seria. Vice-versa, não se sabe falar dos invariantes operatórios integrados nos esquemas, senão com a ajuda de conhecimentos explícitos: proposições, funções posicionais, argumentos-objetos (VERGNAUD, 1990, p. 145, apud FRANCHI, 2010, p. 209).

Nesse sentido, Nunes (2003) propõe que a escola trabalhe com a representação dos conhecimentos que os alunos possuem, ou seja, suas hipóteses, para que esse conhecimento possa avançar e se passe a representá-lo de outras maneiras, afirmando que é possível utilizar o que o aluno sabe, o seu conhecimento diário e reconstruir este conhecimento na escola, onde o aluno possa ter consciência do que ele sabe.

Em alguns momentos podemos ter a impressão de que todo conhecimento é explícito, mas isso não é verdade porque há teoremas em ato profundos que estão implícitos na resolução de certos problemas (VERGNAUD, 1996).

Grossi (2001), corroborando essa ideia afirma que, em nossos comportamentos, os invariantes operatórios sempre estão presentes, por isso a teoria dos Campos Conceituais tem como um dos objetivos analisar as relações existentes entre o conhecimento explícito que utilizamos para resolver determinadas situações e os elementos invariantes que estão implícitos nas mesmas situações. É necessário identificar quais os invariantes operatórios que entram no funcionamento de um esquema para diferentes situações, sobretudo para situações novas (VERGNAUD, 1993).

Como o conhecimento implícito não pode ser comunicado ou mesmo expressado, é a linguagem que pode transformar um conhecimento implícito em explícito (VERGNAUD, 2003b).

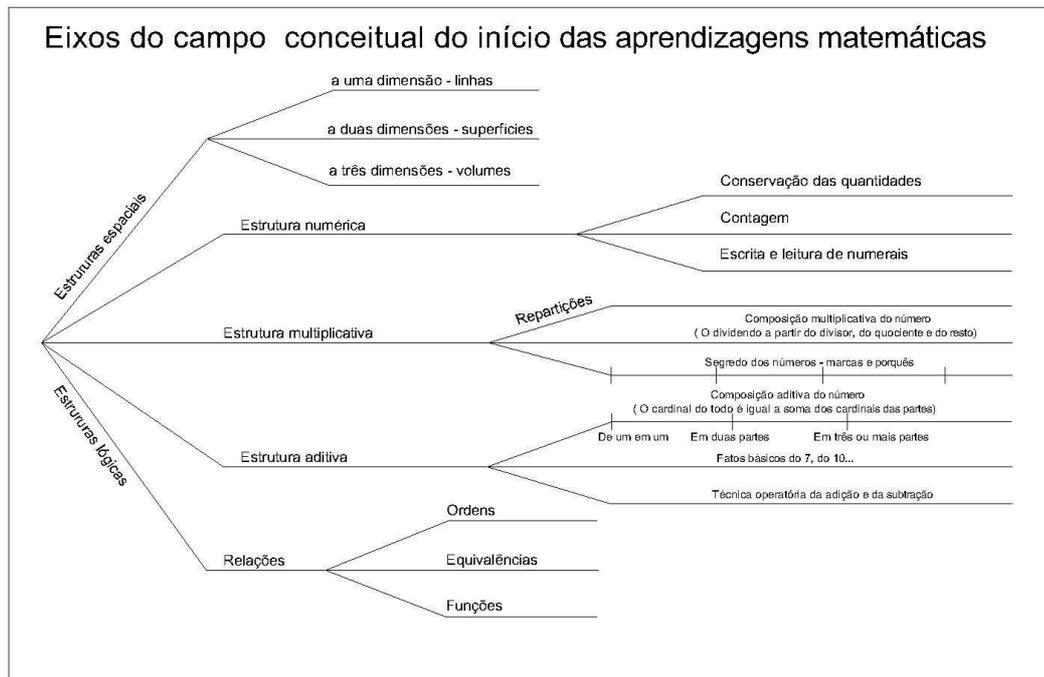
[...] a linguagem que acompanha o pensamento contribui para a seleção e a transformação da informação, para a regulação e o planejamento da ação, para o esclarecimento e a lembrança do objetivo a atingir (VERGNAUD, 2003b, p.71).

A teoria dos campos conceituais é complexa porque envolve todo o desenvolvimento de situações progressivamente dominadas, dos conceitos e teoremas necessários para operar nessas situações, das palavras e símbolos para representar eficazmente esses conceitos e operações, de acordo com os níveis cognitivos de cada estudante (VERGNAUD, 1994, apud MOREIRA, 2002).

2.2 EIXOS DO CAMPO CONCEITUAL DO INÍCIO DAS APRENDIZAGENS MATEMÁTICAS

De acordo com Grossi (2010a), as aprendizagens matemáticas nos primeiros anos do Ensino Fundamental compreendem cinco eixos: espacial, numérico, multiplicativo, aditivo e lógico. Na figura 1, é possível perceber como estes eixos estão organizados formando um campo conceitual.

Figura 1 - Eixos do Campo Conceitual do início da aprendizagem matemática



Fonte: Geempa (2011).

De acordo com Grossi (2010a), não se ensina cada um desses eixos isoladamente, seguindo uma sequência rigorosa, pois todos eles estão vinculados às situações que os alunos vivenciam; mas sim, ao mesmo tempo, pois cada um deles têm suas especificidades, inclusive em sua didática. A autora (2008, p. 168) afirma que:

Para que aprendamos algo, precisamos estar mergulhados na complexidade da rede de conceitos que abarca essa aprendizagem, a fim de que estabeleçamos as necessárias relações que nos levarão a registrá-la no organismo.

As relações lógicas, fundamentais para a construção da competência de análise e de síntese compreendem, de acordo com Grossi (2011, p. 140) “as equivalências, que geram as classificações, as ordens, que geram as séries, e as funções, que geram as correspondências”.

O eixo das estruturas numéricas trata, entre outros aspectos, da contagem, sendo que Grossi (2010a) enfatiza a necessidade da desamalgamação entre os objetos e o espaço para que consiga chegar à conservação das quantidades, portanto está intimamente ligado ao eixo das estruturas espaciais. É necessário que os alunos compreendam o esquema utilizado para a representação dos números no sistema que utilizamos, que é baseado em agrupamentos. Contudo, Grossi (2000b,

p. 71) afirma: “Os números, para além da representação das quantidades, fazem sentido pelas relações e operações que ensejam”.

Consideram-se os eixos das estruturas multiplicativas e aditivas fundamentais, sendo que não é verdadeiro que a adição deve vir primeiro, pois na realidade as crianças mantêm contato desde cedo com a estrutura multiplicativa, sobretudo nas operações de divisão, que são as que fazem mais sentido para as crianças (GROSSI, 2003).

Na geometria, segundo Grossi (2008), há diferentes maneiras de representar o espaço: a uma dimensão – linhas, a duas dimensões – superfícies e a três dimensões – volumes. Levando em conta que o foco deste trabalho é a geometria, faz-se necessário aprofundar um pouco mais o eixo das estruturas espaciais.

2.2.1 Aprofundando as estruturas espaciais

A palavra Geometria tem origem grega: *geo* deriva de *gaia/terra* e *metria* vem de *métron/medida*. Uma definição bastante comum é: Geometria é a ciência das figuras do espaço (PIRES, 2000).

Nesse sentido, Grossi (2006) afirma que a geometria se ocupa do estudo do espaço, das propriedades do espaço ocupado pelos sólidos, das superfícies, das linhas e dos pontos, assim como das relações entre essas propriedades.

De acordo com Schmitz, Ledur e Milani (1994, p. 7):

Geometria é vivência. Desencadeia no homem o pensamento voltado à realidade concreta (observar, descrever, comparar, tocar, construir). Trabalhar com Geometria é estabelecer relações, é interagir com o mundo que nos cerca.

Sobre o papel da geometria, Araújo (1994) afirma que a mesma contribui para a construção do conhecimento lógico-matemático, pois leva os alunos a partir de dados concretos e da experimentação, a chegar à abstração. A autora aponta ainda que a geometria modifica a própria maneira com que observamos o mundo.

Para o estudo do espaço em geometria, é preciso limitar esse espaço porque é impossível estudá-lo todo. Portanto, o estudo dos objetos que ocupam um lugar no espaço é fundamental. Um objeto para ser estudado geometricamente deve ser bem definido, isso quer dizer que suas fronteiras delimitem seu interior e exterior. A superfície, a linha e o ponto são noções fundamentais para a compreensão do espaço (DIENES; GOLDING, 1975b).

No espaço nós nos deslocamos e modificamos a posição dos objetos: deslocando, esticando, dobrando, girando. De acordo com Saiz (2009), o espaço vai sendo construído de acordo com os nossos movimentos, portanto se os movimentos não fossem necessários, não seria necessária a geometria. Sendo assim, Grossi (2006) afirma que estudar o espaço é fundamental, pois é nele que nossas aprendizagens são representadas, particularmente as abstrações.

Vergnaud (2003a) afirma que uma criança pequena, a partir um ano e meio de idade, já adquiriu inúmeros conhecimentos sobre o espaço e segue desenvolvendo estas competências e representações que estão intimamente ligadas à geometria durante um longo período. Corroborando essa ideia, Pires (2000) refere-se a uma distinção dos espaços, o espaço sensível, onde a criança começa a construção das noções espaciais, percebendo os objetos por meio dos sentidos e ressalta que é ao longo do tempo que a percepção desse espaço levará a criança a construir um espaço geométrico.

Portanto, as experiências possuem um papel fundamental na construção desses conceitos, auxiliando na passagem de um espaço a outro. De acordo com Pires (2000, p. 30):

De um lado, a experimentação permite agir, antecipar, ver, explicar o que se passa no espaço sensível e de outro, vai permitir o trabalho sobre as representações dos objetos do espaço geométrico e, assim, desprender-se da manipulação dos objetos reais para raciocinar sobre representações mentais o que constitui enfim, a própria ação Matemática.

O estudo da geometria pode ser classificado em três tipos de relações: topológicas, projetivas e métricas.

Dienes e Golding (1975b, p. 1) afirmam que a criança precisa compreender a utilização da geometria na separação das partes do espaço, “considerando as superfícies como fronteiras dos sólidos no espaço, as linhas como fronteiras das superfícies e os pontos, como fronteiras das linhas”. De acordo com os autores (1975b), esta separação do espaço, juntamente com estudo das propriedades das figuras que não se modificam quando sofrem transformações do tipo estiramento, torções – transformações bicontínuas – é uma parte da geometria chamada Topologia.

O que delimita um sólido são suas superfícies, o que delimita as superfícies são as linhas e o que delimita as linhas são os pontos, contudo há superfícies que

não possuem nenhuma delimitação, que não possuem fronteira. É o caso de uma esfera, sua superfície é uma fronteira que delimita seu interior e exterior, mas ela mesma não possui fronteira (DIENES; GOLDING, 1975b).

As fronteiras permitem que sejam delimitadas regiões, elas podem ser simples (não possuir pontos que se cruzam) ou não (possuir pontos que se cruzam), conexas (quando traçando uma linha reta entre dois pontos dessa fronteira ela ficar por inteiro no interior da região) ou desconexas (quando, ao contrário, traçando uma linha reta entre dois pontos dessa fronteira, toda a linha ou uma parte dela fique no exterior) (DIENES; GOLDING, 1975b).

Conforme Pires (2000), desde cedo a criança é capaz de representar relações de vizinhança, ordem, continuidade e diferenciar figuras abertas ou fechadas, interior e exterior, que são noções topológicas. Grossi (2006, p. 1) enfatiza a necessidade do estudo da topologia para compreensão do espaço, já que são os aspectos topológicos que desde cedo impressionam as crianças e pelo qual iniciam a construção das noções geométricas.

Mesmo que historicamente, nos estudos geométricos, a geometria euclidiana tenha aparecido primeiro, Piaget (1993), em seus estudos, mostrou que as crianças aprendem inicialmente conceitos de topologia para, depois, os conceitos de geometria projetiva e euclidiana.

Segundo o autor:

[...] antes de qualquer organização projetiva e, mesmo, euclidiana do espaço, a criança começa por construir e utilizar certas relações elementares, como a vizinhança e a separação, a ordem, o envolvimento e o contínuo, correspondendo às noções que os geômetras chamam “topológicas”, e que consideram, igualmente, como elementares do ponto de vista da reconstrução teórica do espaço (PIAGET, 1993, p. 15).

Dienes e Golding (1975b) sugerem, para o estudo da topologia, o trabalho com os sólidos. A esfera é um sólido que não possui fronteiras em sua superfície, contudo é um sólido que leva-nos a análises relevantes no estudo da geometria. Kobayashi (2001) refere-se a uma atividade onde também é possível perceber nos alunos as relações espaciais, trata-se da reprodução de algumas figuras.

A parte da geometria que estuda as propriedades das figuras que são invariantes por projeções, estudando de modo particular a perspectiva, é chamada Projetiva (DIENES; GOLDING, 1975b). São relações onde a criança deixa de ter um

único ponto de referência e passa perceber os objetos por outros pontos de vista. De acordo com Pires (2000), nessa etapa a criança irá construir noções como na frente/atrás, à direita/à esquerda. A representação em um plano, como numa fotografia ou em uma obra de arte, de algo que é tridimensional, é um exemplo de uma representação em perspectiva, pois “[...] não correspondem àquilo que são em realidade” (DIENES; GOLDING, 1975b, p. 1).

Historicamente, foi quando houve interesse em pintar quadros mais realistas, que artistas começaram a se interessar pelo estudo das projeções em telas. Nas obras de Leonardo da Vinci, como a Mona Lisa, é possível perceber o quanto ele conhecia de geometria projetiva. De acordo com Fainguelernt e Nunes (2006) esse momento histórico foi o Renascimento.

Pode-se dizer que ciência e arte andaram lado-a-lado (KOBAYASHI, 2001). Por meio da arte, os artistas representam seus sentimentos. Toda arte está relacionada a um contexto histórico, social e cultural que proporciona um conhecimento e valorização da sua cultura e da sua identidade (FAINGUELERNT; NUNES, 2006).

Vemos o mundo em perspectiva e, nesse caso, a fonte puntiforme é constituída por nossos olhos. Se fecharmos um olho, deixando o outro aberto, este constituirá a fonte puntiforme por meio da qual projetamos o mundo de três dimensões em imagem plana (aquilo que vemos). Podemos perceber isso observando os ângulos de uma fotografia (DIENES, GOLDING, 1975b, p. 27).

A geometria projetiva trata, ainda, das questões de conservação ou mudança de direção, que nos leva à construção de linhas retas ou de linhas curvas. De acordo com Dienes e Golding (1975, p. 6) “A noção de reta é projetiva e o mesmo acontece com as noções de interior e exterior.” Dentro da geometria projetiva, temos um caso particular que é a geometria afim. Nela, uma das principais propriedades é da conservação do paralelismo de duas retas, pois é quando a fonte puntiforme está a uma distância muito grande (DIENES; GOLDING, 1975b). Kobayashi (2001) aponta como uma tarefa verificar a construção das ideias projetivas, a construção de uma reta com palitos de fósforo, ora em base retangular, ora em base circular.

A geometria euclidiana estuda questões de distâncias, ângulos e suas relações. Como trata do estudo dos ângulos, o estudo das rotações é fundamental (DIENES; GOLDING, 1975b). Conforme Schmitz, Ledur e Milani (1994) estudam-se

as relações de distância e de localização dos objetos, uns em relação aos outros. Dienes e Golding (1975b, p.1) destacam que a geometria Euclidiana abrange o estudo “das propriedades das figuras que permanecem invariantes durante o deslocamento dessas figuras no espaço”, ou seja, mantém a posição dos pontos, linhas e superfícies quando deslocadas. Considera-se, portanto, o estudo das rotações, simetrias e translações.

Entre arte e matemática há uma sintonia muito grande. De acordo com Fainguelernt e Nunes (2006) elas aliam razão e sensibilidade, uma influenciando na outra e ambas são capazes de propiciar numa sala de aula uma mudança para um espaço de aprendizagem criativa e ativa para os alunos. Entre os artistas que demonstram nas suas obras que é muito claro que se utilizam de noções matemáticas, sobretudo da geometria, temos o exemplo de Maurits Cornélius Escher, onde a questão da geometria euclidiana é muito clara, pois de acordo com Fainguelernt e Nunes (2006) em suas obras estão muito presentes noções de simetria e translação.

O movimento de rotação refere-se a um objeto que roda em torno de um ponto fixo e essa rotação pode ser desfeita, fazendo com que o objeto volte a sua posição inicial. O mesmo não ocorre com as projeções, pois projeta-se um objeto tridimensional sobre duas dimensões (DIENES; GOLDING, 1975b). Na simetria, considera-se o eixo de simetria como um espelho (DIENES; GOLDING, 1975b). Já, um objeto que se desloca sempre na mesma direção, sem ser girado, caracteriza um movimento de translação.

De acordo com Kobayashi (2001), as relações projetivas e euclidianas são muito mais complexas do que as topológicas. Segundo a autora, para que os alunos cheguem à compreensão do espaço tridimensional, é preciso que construam retas, ângulos e inclinações que levam à construção dos eixos horizontal e vertical. Para uma análise da compreensão dos alunos do eixo horizontal, sugere o trabalho com conservação da horizontalidade dos líquidos. Dienes e Golding (1975) propõem que se trabalhe com as crianças os conceitos mais gerais para depois partir para os casos particulares, pois segundo o autor: “O processo da generalização representa uma atividade mental mais intensa que o da particularização” (DIENES; GOLDING, 1975b, p. 28).

Dienes e Golding (1975c) afirmam que nas tarefas que propunham sobre geometria, alguns alunos já poderiam realizar raciocínios mais elaborados, enquanto outros precisariam de muitas experiências mais para poder elaborar este raciocínio, ou seja, deixam claro que a experiência de cada aluno é um elemento fundamental na compreensão da geometria e ainda destacam que o professor precisa perceber o momento adequado de passar das experiências para a formulação dos teoremas, pois os alunos precisam estar preparados para tal formulação, pois para os autores “a passagem da construção à análise é muitas vezes difícil e não deve ser imposta, sob pena de dar às crianças a impressão de que umas são mais capazes do que outras nesse gênero de abstração” (DIENES; GOLDING, 1975c, p. 20).

Não é verdade que os professores precisam levar os alunos a saber tudo em geometria, mas tendo os conhecimentos essenciais como as noções de direção, de giro, de ângulo, ampliar esses conhecimentos, pois “as crianças descobrirão logo como estas noções se ligam umas às outras, em situações sobre as quais elas puderem pensar e falar” (DIENES; GOLDING, 1975c, p. 1).

Desse modo, percebe-se a complexidade que compreende o ensino de geometria e o quanto é necessário aprofundar-se nesses aspectos para que os professores tenham mais possibilidades de ensinar toda essa riqueza a seus alunos.

2.3 O ENSINO DE GEOMETRIA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

O conhecimento matemático é dinâmico e, portanto, professores e alunos precisam estar sempre aprendendo. Grossi (2009b) apresenta alguns questionamentos sobre o que, onde e com quem os professores devem aprender, o que eles ensinam e põe em questão se são só os professores que ensinam e qual é o papel da escola.

De acordo com Pain (1988), o professor tem duas funções fundamentais: a primeira é construir uma situação de aprendizagem onde o aluno possa utilizar as estruturas lógicas, permeados pela estrutura desejante; a segunda, não interferir na construção do conhecimento do estudante, sendo capaz de não atropelar esse processo.

Quando, na escola, os professores ensinam apenas os nomes das figuras geométricas para que sejam memorizadas, estão deixando de contribuir para que os alunos construam seus conceitos espaciais. De acordo com Fainguelernt (1999), a

psicologia e a didática garantem que no processo de construção de um conceito, ele não pode estar reduzido a sua definição e é por meio de diferentes situações que ele passa a ter significado para a criança.

É necessário que o professor oportunize aos alunos imaginar, explorar, criar levantar hipóteses e argumentar, proporcionando que vivenciem a construção dos conceitos em geometria, sobretudo quando essas oportunidades são enriquecidas nas trocas com os colegas. Dienes e Golding (1975b) apontam para os benefícios de se realizar o estudo de geometria em grupos, o que abre a possibilidade para trocas e discussões, contudo ressalta que é necessário que se esteja envolvido com o problema a resolver.

Para Vergnaud (2005) fica claro que as dificuldades de aprendizagem das crianças não são as mesmas de um campo conceitual para outro. Portanto, aponta a necessidade de conhecer didáticas específicas, pois a aprendizagem acontece partindo dos conceitos em situação e devem estar relacionados com aspectos específicos da realidade.

A geometria vem sendo deixada de ser ensinada nas escolas, apesar de os professores concordarem que ela é fundamental nos currículos escolares. É que segundo Fainguelernt (1999) “talvez não exista um caminho simples, linear, claro, hierárquico desde os princípios elementares até as abstrações e axiomas”.

Fainguelernt (1999) afirma que a teoria dos campos conceituais, desenvolvida por Vergnaud, auxilia na compreensão dos complexos processos de ensino e aprendizagem em Geometria, relacionadas à essencialidade do conceito de representação para analisar a formação de concepções e competências. Segundo a autora:

Possibilita analisar a relação entre os conceitos, enquanto conhecimentos explícitos, e as invariantes operatórias implícitas nos comportamentos dos sujeitos em determinadas situações e aprofunda a análise das relações entre significados e significantes (FAINGUELERNT, 1999, p. 44).

Koch (2009a) destaca que transposição didática foi a denominação dada por Yves Chevallard ao processo de transformação que pode ocorrer com os conhecimentos científicos até que chegue a sala de aula. Sendo assim, a autora (2009a) destaca o papel da didática da matemática, considerando que a construção dos conhecimentos científicos e o desenvolvimento da inteligência ocorrem ao mesmo tempo.

É fundamental a realização de tal transposição, fazendo com que os conteúdos sejam mais contextualizados, fazendo sentido aos alunos ao se tornarem conhecimentos de ensino. Ao mesmo tempo, Koch (2009b) ressalta que os professores dos anos iniciais não recebem uma formação acadêmica adequada, em se tratando de matemática, para que possam ensinar com qualidade. Sendo assim é essencial que continuem estudando.

Os conceitos geométricos que estão sendo ensinados na escola pouco têm sido relacionados a alguma situação, todavia, para conseguir fazer essa relação o professor precisa ser capaz de realizar uma transposição didática, ou seja, relacioná-los a problemas reais que façam sentido para os alunos (SAIZ, 2009). Para isso, o trabalho com os sólidos pode ser bastante proveitoso, utilizando caixas que sejam conhecidas dos alunos, onde nelas podem-se perceber os volumes, as superfícies, as linhas e os pontos (DIENES; GOLDING, 1975b). Contudo, Araújo (1994) ressalta que as experiências são relevantes na construção dos conhecimentos, mas não basta termos experiências para que os conhecimentos se sistematizem, para isso é preciso uma intervenção do professor que, considerando essas experiências, leve os alunos à construção dos conhecimentos.

Fainguelernt (1999) reafirma algumas posições fundamentais de Vergnaud como o sentido dado à representação, não somente como um reflexo da ação adaptativa do sujeito ao meio, mas funcional e indispensável para o modo como o sujeito trata as situações. Além disso, coloca que a representação não implica somente a utilização pelos sujeitos nos sistemas de significantes sociais, mas também nas habilidades motoras.

A representação se refere à formação da experiência em seu conjunto, sendo essa experiência individual ou social, sistematicamente organizada ou aberta, discursiva ou não. Saber distinguir os significantes e os significados é fundamental entre os vários sistemas de significantes e os diferentes componentes do significado (FAINGUELERNT, 1999).

A reformulação do ensino de geometria não é só uma questão didático-pedagógica, mas epistemológica e social; porque a geometria faz com que o sujeito aprenda maneiras específicas de raciocinar, de descobrir. Não basta conhecer aritmética, álgebra ou análise para resolver situações em geometria (VERGNAUD, 1993; HERSHKOWITZ, 1994; FISCHBEIN, 1994, apud, FAINGUELERNT, 1999).

Nos primeiros anos de escolaridade, é necessário ensinar a geometria, pois, nessa fase, os esforços da criança para desenvolver uma ideia estão relacionados às relações que tem com o espaço a sua volta. Assim, terá possibilidades de construir um caminho para ajudá-lo a passar do estágio das operações concretas para as operações abstratas (FAINGUELERNT, 1999).

Segundo Vergnaud (2009), toda a atividade da criança é exercida inicialmente no espaço, onde estão as pessoas e os objetos. Ela organiza este espaço desenhando representações, operando as localizações e as transformações. O autor afirma que há um grande número de relações binárias como “ao lado de”, “a esquerda de”, “no mesmo plano em que” que são fornecidas pelo espaço. Além dessas, o espaço também oferece inúmeras transformações: rotações, translações, permutações, etc, que correspondem à geometria métrica ou euclidiana.

Conforme a criança vivencia ativamente situações no espaço, ela vai compreendendo progressivamente estas relações e transformações. Muitas dessas relações são compreendidas pelas crianças mesmo antes de estarem na escola, mas não significa que já as utilize adequadamente, que consiga perceber que algumas relações espaciais têm as mesmas propriedades que outras, que são de outro domínio, como por exemplo, o das medidas, ou das relações de parentesco (VERGNAUD, 2009).

Vergnaud (2011) dá ênfase ao tempo necessário para o desenvolvimento de uma competência, aprendizagens que denomina de “longo prazo”, pois o desenvolvimento de uma competência não ocorre de repente, é um processo longo que pode levar até anos. Destaca, ainda que há aprendizagens que são de “curto prazo” e que estas estão diretamente relacionadas às situações que os professores devem propor a seus alunos, levando em conta as competências que já construíram.

Em consonância com a Teoria dos Campos conceituais, Grossi (2001) afirma que é necessário ensinar partindo de situações, de procedimentos e de valores socioculturais em torno de um conjunto de conceitos, provocando os alunos a construírem hipóteses que para elas expliquem o problema. Assim, mesmo o professor já sabendo a resposta do que vai perguntar, é necessário fazer certa dramatização para tocar o aluno, para que haja emoção, pois a situação precisa ser significativa para o aluno. É comum, nas escolas, que os professores deem aos

alunos as respostas antes mesmo que eles tenham um problema, ou seja, que sintam uma falta (PAIN, 2005).

O professor não é apenas aquele que acompanha os alunos na resolução das tarefas. Sobre o papel do professor, Vergnaud (2011) afirma que, profissionalmente, o professor possui tarefas essenciais para o sucesso do processo de ensino e de aprendizagem; uma delas é a escolha adequada das situações e como representá-las aos alunos de uma forma que seja compreensível para eles. Magina, Campos, Gitirana e Nunes (2001) afirmam que essa tarefa do professor, quando bem executada, ou seja, quando o professor consegue escolher situações adequadas, ele consegue criar um ambiente que propicie ao aluno que avance em seu processo de aprendizagem, fazendo ampliar seus conhecimentos, até mesmo transformando conhecimentos implícitos (teoremas-em-ato) em conhecimentos explícitos.

Vergnaud (1993) afirma que é necessário que o professor conheça o que se passa na cabeça do aluno, que hipóteses está formulando, pois a partir disso terá condições de planejar situações mais apropriadas, intervindo de maneira mais eficiente sobre a zona de desenvolvimento proximal, causando, inclusive, as rupturas que, em certos momentos, são necessárias. Nesse sentido, os PCN abordam:

Desse modo, é fundamental que o professor, antes de elaborar situações de aprendizagem, investigue qual é o domínio que cada criança tem sobre o assunto que vai explorar, em que situações algumas concepções são ainda instáveis, quais as possibilidades e as dificuldades de cada uma para enfrentar este ou aquele desafio (BRASIL, 1997, p. 45).

Blanchard-Laville (2005) considera a formação dos professores, levando em conta os aspectos da ordem do inconsciente, buscando dessa forma responder algumas questões de comportamento e de atitudes dos professores frente a novas situações, inibições a até recusas às novas aprendizagens.

De acordo com Blanchard-Laville (2005), é necessário que se considere a complexidade das situações de ensino, das quais o professor é o responsável, procurando compreendê-las em suas manifestações. A autora destaca que os professores acabam repetindo o mesmo tipo de ensino que receberam, por não vislumbrar outra forma de ensinar. Isso significa que é necessária uma discussão a

respeito da presença constante do senso comum nos processos de construção do conhecimento.

Para o sucesso da função do professor de ensinar, é necessária formação permanente, considerando essa formação tanto em aspectos lógicos (objetividade) como dramáticos (subjetividade). Grossi (2009b, p. 75) afirma que “só ensina quem aprende”.

A formação dos professores influencia diretamente na aprendizagem dos alunos. Sendo assim, é necessário pensar nessa formação por meio da pesquisa, onde a elaboração de uma proposta didática poderá ter muito mais sucesso quando os professores têm a oportunidade de repensar suas próprias concepções sobre a geometria, pensar no processo de construção das noções geométricas pelos estudantes, elaborando novas propostas a partir de suas próprias reflexões.

Demo (2007) considera que o professor deve ser um pesquisador no sentido de ter a pesquisa como um princípio educativo, utilizando-a na elaboração de seu próprio projeto pedagógico, escrevendo seus próprios textos, elaborando material pedagógico, inovando a sua prática, atualizando-se e aperfeiçoando-se. O autor (2007, p. 68) afirma que “o profissional não é aquele que apenas executa a sua profissão, mas, sobretudo, quem sabe *pensar e refazer sua profissão*”.

A experiência profissional do professor pode ser válida, mas para isso precisa de certo conhecimento inicial, se não, ela fica sem sentido. Ao mesmo tempo, uma formação continuada só será válida se considerar a experiência profissional do professor (VERGNAUD, 1996). O mesmo é válido para os professores em sua formação. Vergnaud (1993) afirma que é preciso saber quais conhecimentos os professores possuem, para poder intervir de modo que rompam com certas ideias para construir outras, aprimorando sua ação de ensinar e aprender.

3 O CAMINHO SE FAZ AO CAMINHAR: TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

De acordo com Lüdke e André (1986), para a realização de uma pesquisa, é necessário confrontar dados, evidências, informações sobre o assunto investigado e o referencial teórico sobre ele. O que se pretende neste capítulo, considerando o objetivo do estudo realizado, é apresentar a metodologia de pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e a metodologia de análise.

3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para atingir o objetivo dessa pesquisa, optou-se por uma abordagem qualitativa, pois foi necessário interpretar os fenômenos ocorridos e não apenas constatar sua existência ou não. Uma pesquisa qualitativa, de acordo com Bogdan e Biklen (1994) possui cinco características: a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; é descritiva; os investigadores interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados; os investigadores tendem a analisar os seus dados de forma indutiva e o significado é de importância vital nesta abordagem.

Como o propósito da pesquisa não foi somente confirmar hipóteses já elaboradas, mas construir outras, conforme as informações fossem surgindo, os dados coletados foram registrados minuciosamente para que nenhum detalhe passasse despercebido, garantindo condições de analisar além da objetividade, a subjetividade das informações, pois de acordo com Flick (2004), até mesmo as impressões, irritações, sentimentos do pesquisador são dados que devem ser documentados.

O intuito dessa pesquisa foi o de analisar as concepções dos professores em relação à geometria e como elas se manifestam na prática docente do professor, nas atividades que ele realiza ou não, buscando uma análise que considerasse a complexidade do cotidiano escolar, os significados e os pontos de vista dos professores que foram investigados. Assim:

Os investigadores qualitativos em educação estão continuamente a questionar os sujeitos de investigação, com o objetivo de perceber “aquilo que *eles* experimentam, o modo como *eles* interpretam suas experiências e o modo como *eles* próprios estruturam o mundo social em que vivem” (PSATHAS, 1973 apud BOLGDAN E BILKEN, 1994).

Para responder às questões desta pesquisa, foi realizado um estudo de caso, com um grupo determinado de professores, que adotam uma proposta metodológica definida em sua prática educativa de alfabetização e pós-alfabetização. De acordo com YIN (2005, p. 32), um estudo de caso pode ser definido como aquele que “investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos”.

Mazzotti (2006) atenta que um estudo de caso não deve ser considerado isoladamente no sentido de que não pode ser relevante somente para os que dele participam, mas o pesquisador deverá estar convicto de que estará colaborando para a construção do conhecimento coletivo, tendo clareza da relevância de sua investigação, e que justifique o esforço pela compreensão do fenômeno estudado.

Um estudo de caso deve ser usado quando as questões que direcionam a investigação são complexas e referem-se a um fenômeno contemporâneo em um contexto natural, exigindo a utilização de variados recursos na coleta dos dados (YIN, 2005). Na busca pela compreensão de como se dá o ensino de geometria nos Anos Iniciais, a partir do ponto de vista de determinados professores que aplicam uma proposta metodológica baseada na teoria pós-construtivista, o estudo de caso mostrou-se adequado.

Ponte (1994) indica a necessidade de se ter clareza de seu referencial teórico para direcionar os aspectos que serão analisados e os dados que serão convenientes para esta análise. Ainda em relação à teoria Yin (2005), afirma que articulá-la com o objeto de pesquisa será útil para se ter um estudo de caso com mais clareza de seus objetivos.

Em um estudo de caso investiga-se um fenômeno ainda pouco explorado para que se possa chegar a algumas respostas e ainda novas questões a serem investigadas. Desta forma, pode-se considerar, de acordo com YIN (2005), que o tópico essencial num estudo de caso é a “decisão”. Sendo assim, tem-se a intenção de que os resultados desta pesquisa possam ser aproveitados pelos professores para tomarem decisões em relação a sua prática educativa.

3.2 SUJEITOS DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada com um grupo de professores, intencionalmente escolhido, que fizeram uma formação específica e aplicam em escolas públicas a proposta metodológica do GEEMPA, que é fundamentada na teoria pós-construtivista.

O GEEMPA – Grupo de Estudos sobre Educação, Metodologia de Pesquisa e Ação - uma ONG que, quando fundada, em 9 de setembro de 1970, tinha por objetivo a melhoria do ensino de matemática e possuía a denominação de Grupo de Estudos de Ensino de Matemática de Porto Alegre. Realizava suas atividades sob influência dos estudos piagetianos, desenvolvidos no Centro Internacional de Epistemologia Genética, em Genebra e das decisivas contribuições do professor Zoltan Paul Dienes, da Hungria.

No início dos anos 80, percebendo as grandes dificuldades de aprendizagem apresentadas por muitos alunos, inclusive na área da alfabetização, o GEEMPA ampliou seu campo de atuação e seus objetivos, tendo por finalidade, a partir de então, o estudo, a pesquisa e a ação para o desenvolvimento das ciências da educação, tendo como fundamentos teóricos o construtivismo piagetiano.

Novos paradigmas surgem nos anos de 1990, influenciando a pedagogia geempiana a ir além do construtivismo, avançando para uma proposta construtivista pós-piagetiana, buscando respostas nos trabalhos de Henry Wallon, Lev Vygotsky e outros como Sara Pain e Gérard Vergnaud.

Nesse contexto, vários projetos se consolidaram em cidades brasileiras como Santa Maria, São Paulo, Londrina, e o trabalho constante no processo reflexivo sobre o ato de ensinar e aprender levou à construção de um pensamento pedagógico contemporâneo, articulando princípios da antropologia (noção de cultura como sistema simbólico), da psicanálise (concepção de um sujeito desejante), da sociologia, da filosofia, considerando o campo da didática como espaço de pesquisa e produção de novos conhecimentos. Assim, o GEEMPA passou a assumir como base teórica o pós-construtivismo, que continua se reformulando a cada experiência, validando os fundamentos que o estruturam.

Foram levantados dados de um grupo de seis professores de escolas públicas de Porto Alegre e Gravataí, que atuam com turmas de alfabetização e pós-

alfabetização, que trabalham com a proposta metodológica do Geempa e já possuem uma rotina de reunir-se semanalmente para estudos, ou seja, já participam de grupos de estudos, buscando uma prática educativa de qualidade que visa à aprendizagem de todos os seus alunos.

Para este trabalho, foi constituído um novo grupo de estudos, diferente desse que os professores já participam, com professores que estivessem interessados no estudo da geometria. O grupo de professores já se conhecia de outros momentos de formação, o que facilitou a criação de um clima descontraído e abertura para expressar suas ideias, dúvidas e opiniões. Mesmo atuando em escolas diferentes e até mesmo em séries diferentes, os professores possuem um núcleo comum de conhecimentos, que é a consciência do quanto desconhecem da geometria e o interesse em aprender mais para poder ensinar a seus alunos.

3.3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para esta investigação, foram realizadas as seguintes etapas: pré-entrevista individual com cada professor, dois encontros de seis horas, onde foi aplicado o questionário e discutidas novas abordagens para o ensino de geometria à luz da teoria pós-construtivista, com atividades práticas e teóricas e, finalmente, uma pós-entrevista, com o intuito de verificar se houve alguma aproximação com as ideias apresentadas nos encontros.

A pré-entrevista teve a intenção de caracterizar o grupo de professores investigado e identificar os conhecimentos e concepções que possuíam sobre o ensino de geometria. Elas ocorreram durante os meses de maio e junho de 2012.

Os encontros estavam programados para que acontecessem semanalmente, com duração de uma hora e meia durante oito semanas. Contudo, mediante a dificuldade da disponibilidade de tempo do grupo de professores, os encontros foram realizados em dois dias no mês de junho, durante o dia inteiro, totalizando doze horas.

No primeiro encontro, estiveram presentes cinco professores. Iniciou com a fala de cada uma, apresentando-se e dizendo quais eram suas expectativas para o dia de estudos e as razões pelas quais aceitaram o convite para fazer parte desse estudo. Em seguida, responderam individualmente ao questionário e então iniciamos o trabalho com atividades práticas, utilizando caixas de embalagens, abordando

questões de três dimensões (volumes), duas dimensões (superfícies) e uma dimensão (linhas), nomes das formas geométricas espaciais; por meio das atividades chegaram à Relação de Euler. Foram realizadas atividades de planificação em tamanho real, reduzidas e ampliadas. Foram feitas também atividades com foco nas questões topológicas como dentro, fora, fronteiras e regiões, utilizando-se para isso o estudo da tarefa da reprodução dos traçados, que trata-se de o aluno reproduzir algumas formas, as quais serão criteriosamente analisadas posteriormente pelo professor, para que possa atribuir uma pontuação a cada um de seus alunos e direcionar o planejamento de outras atividades para auxiliar o avanço destas habilidades, algumas atividades foram trabalhadas como sugestão para o professor ajudar o aluno a avançar. Foi realizado um estudo teórico a partir do livro *Iniciação à Topologia do Plano*, de Esther Grossi.

O segundo encontro iniciou com uma retrospectiva do que estava sendo feito com geometria nas salas de aula; em seguida, foram realizadas atividades para mostrar um pouco a presença da geometria no nosso dia a dia, através de expressões como círculo vicioso, triângulo amoroso, aparar as arestas,... Então passou-se a trabalhar com questões de geometria projetiva e euclidiana, trabalhando a questão da construção da coordenada horizontal por meio da atividade da conservação da horizontalidade dos líquidos e a construção da reta projetiva com palitos de fósforo. Foi realizado um estudo teórico sobre as hipóteses que os alunos podem estar fazendo em relação a esses conceitos. Em seguida, passou-se a uma etapa que foi muito significativa para os professores: a inter-relação entre a arte e a geometria, realizando atividades sobre projeção nas obras de arte, sobre os movimentos de rotação e translação e a questão da simetria que foi vista até mesmo em músicas.

Durante a realização dos encontros, os professores tiveram oportunidade de deparar-se com suas ignorâncias, aqui compreendidas, de acordo com Pain (1999), como algo que não sabemos e que nos motiva à aprendizagem, discutir situações em grupo, refletir sobre suas práticas em sala de aula, tomando consciência de suas dificuldades e podendo, também, conhecer outras possibilidades para o ensino de geometria. Ao final de cada um dos encontros, foi solicitado aos professores que produzissem uma pequena reflexão sobre as aprendizagens, dúvidas e expectativas para os estudos.

Em todos os momentos, procurei não dar respostas prontas, mas provocá-los com questionamentos que levassem os professores as suas próprias conclusões. É o que Rancière (2004) aponta como um ensino que emancipa e não que embrutece. Portanto, em nenhum momento assumi o papel de explicadora, deixando claro que assim como elas, eu também tinha dúvidas, preocupações e inquietações em relação ao ensino de geometria.

Os momentos de encontro foram ricos, pois possibilitaram aos professores uma análise da sua prática, percebendo dificuldades decorrentes de sua formação e como isso reflete na prática em sala de aula.

A pós-entrevista foi realizada depois de ocorridos os encontros, no período de julho a setembro de 2012, e teve por finalidade identificar se houve alguma convergência nas ideias dos professores que se aproximassem com o que foi apresentado nos encontros, quais foram as continuidades e discontinuidades em suas concepções.

3.4 INSTRUMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

Neste estudo de caso, foram utilizados variados instrumentos, pois de acordo com Yin (2005, p. 26-27) “o poder diferenciador do estudo de caso é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências”.

Sendo assim, os dados mais significativos para o tipo de pesquisa em questão são os que derivaram de observação participante, das entrevistas, do questionário, das intervenções pedagógicas, do diário de campo e das produções escritas dos professores.

3.4.1 Pré-entrevista semi-estruturada

A pré-entrevista (Apêndice 1) foi utilizada com o intuito de obter informações sobre como os professores investigados percebem e praticam o ensino da geometria.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994) “a entrevista é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito”, por isso a entrevista foi elaborada com questões abertas, com vistas a permitir que o entrevistado pudesse relatar suas experiências de forma bastante própria. De acordo com Lüdke e André (1986), quando a entrevista não tem uma estrutura e uma sequência rígidas, o

entrevistado fala sobre o tema de acordo com as informações que detém e que, no fundo, são elas que dão sentido à entrevista. Portanto, procurei deixar os professores bem à vontade, num clima agradável, de confiança, sintonia, percebendo a importância de estarem participando deste estudo.

3.4.2 Pós-entrevista semi-estruturada

A pós-entrevista (Apêndice 2) foi realizada no final dos dois encontros, após as intervenções pedagógicas como forma de verificar em quais aspectos houve uma maior convergência ou divergência com as possibilidades que lhes foram apresentadas nas intervenções pedagógicas. Teve uma organização semi-estruturada, sendo desenvolvida a partir de esquema básico, pois de acordo com Bogdan e Biklen (1994) é possível que haja a necessidade de obter dados dos quais se possam realizar comparações, ao mesmo tempo, é possível manter o assunto a ser discutido com flexibilidade ao entrevistado. O momento adequado e a sequência das perguntas foram determinados durante a entrevista, o que Flick (2004) aponta como decisões que o investigador precisa tomar e para isso requer alto grau de sensibilidade.

3.4.3 Questionário

O questionário (Apêndice 3) foi utilizado como uma forma de obter informações sobre os conhecimentos dos professores sobre a geometria e suas ideias sobre o ensino da mesma nos anos iniciais. De acordo com Goldenberg (2009) as questões devem estar bem elaboradas de forma que os sujeitos pesquisados possam apresentar claramente o seu ponto de vista, considerando, ainda, que cada questão deverá estar intimamente relacionada aos objetivos da pesquisa. Portanto, ele foi estruturado de forma mais direta, com questões que deveriam ser respondidas com sim ou não, explicitando uma justificativa para a escolha.

3.4.4 Observação Participante

As observações foram realizadas durante os encontros com os professores, como uma forma de estar inteiramente integrado com o grupo investigado e poder intervir de forma equilibrada nas observações realizadas, com ênfase nas concepções dos professores a respeito do ensino de geometria e os conhecimentos

que possuem nesta área. A observação foi voltada à descrição de situações em consonância com a problemática dessa investigação, ou seja, procurei compreender o significado que os professores investigadas proferiam sobre o objeto de estudo, o ensino de geometria.

3.4.5 Diário de campo

Trata-se de um relato que foi realizado ao final de cada encontro com os professores a fim de registrar, ideias, sentimentos, hipóteses em forma de uma descrição detalhada. Bogdan e Biklen (1994) chamam este relatório de notas de campo, afirmando que são “o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo”.

Os diários de campo abrangeram dois aspectos: uma parte descritiva, buscando registrar objetivamente o que aconteceu no encontro, mas consciente de que conforme Moraes e Galiazzi (2011, p. 35) “nossos exercícios de comunicação carregam junto nossas teorias e nossas visões de mundo.” Uma segunda parte, abordada no diário de campo, foi a reflexiva, onde foram contemplados aspectos mais subjetivos, minhas ideias, percepções, sentimentos e reflexões.

3.4.6 Depoimentos escritos dos professores

Ao final de cada encontro, os professores produziram um relato escrito, uma espécie de reflexão sobre o encontro, contendo as aprendizagens, as dúvidas, as dificuldades, as expectativas e os sentimentos. Nesse relato, abriu-se mais uma vez a possibilidade de perceber a visão subjetiva dos sujeitos pesquisados e incorporá-las na análise. De acordo com Flick (2004), os registros das ideias dos sujeitos entrevistados poderão ser úteis quando comparados às anotações do pesquisador. Nenhum destes instrumentos pode ser previsto com precisão, pois segundo Golderberg (2009, p. 34), “cada entrevista ou observação é única: depende do tema, do pesquisador e de seus pesquisados.” É essencial que o pesquisador esteja preparado para os problemas e descobertas que podem surgir e que poderão vir a ser tão relevantes a ponto de superar as próprias questões de pesquisa (GOLDENBERG, 2009).

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Após a coleta dos dados, foi realizada uma análise dos dados encontrados nas entrevistas, no questionário, no material produzido durante os encontros, no diário de campo e no relato escrito dos professores, buscando articular os ditos anteriores e posteriores às intervenções pedagógicas, com o intuito de verificar as convergências e divergências dos modos identificados de ver a geometria e seu ensino para melhor compreender as concepções dos professores sobre a geometria.

No esforço para se obter uma maior compreensão do fenômeno em estudo, foi utilizada a análise textual discursiva que, segundo Moraes e Galiazzi (2011, p. 11), visa “aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 14)”. O processo de análise textual discursiva descrito a seguir foi fundamentado de acordo com os autores Moraes e Galiazzi (2011), que defendem este tipo de análise como um processo de compreensão, em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência de três componentes:

3.5.1 Desmontagem dos textos

Antes de iniciar a desmontagem dos textos, foi necessário conhecer o “corpus”, ou seja, o conjunto de documentos da pesquisa. Portanto, realizei uma leitura de todo o material coletado, que de um modo geral foram produções escritas (as entrevistas foram transcritas), mas que devem ser entendidas num sentido mais amplo, abrangendo imagens, expressões. Houve um sétimo professor, com quem realizei a pré-entrevista, contudo ela não participou dos outros momentos, portanto essa entrevista não foi considerada na análise.

Foi ainda necessário assumir que “toda leitura já é uma interpretação e que não existe uma leitura única e objetiva” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 14) , pois a partir de um texto, é possível construir múltiplos significados e isso depende da perspectiva teórica do pesquisador, que atribui significados ao texto de acordo com seus conhecimentos, intenções e teorias.

“Assumindo, contudo, que todo dado torna-se informação a partir de uma teoria, podemos afirmar que “nada é realmente dado”, mas tudo é construído” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 17).

A partir do reconhecimento do “corpus” e da tomada de consciência de que a teoria teve influência na interpretação dada por mim, realizei a desconstrução e unitarização dos textos, que foi um momento de impregnação aprofundado e de intenso contato com o material de análise, um envolvimento essencial para a emergência de novas compreensões. Este processo consistiu em decompor o texto em partes, produzindo uma desordem e destacando os elementos que o constituíam, dando ênfase aos detalhes, buscando perceber os sentidos dos textos, possibilitando a construção de uma nova ordem.

A partir desse processo, surgiram as unidades de significado que foram marcadas com um código para que não se perdesse a sua origem e organizadas em categorias. As unidades de significado foram reescritas para que mantivesse seu sentido fora do contexto e explicitassem claramente a ideia dos sujeitos de pesquisa, dentro do seu contexto de produção, mas não significa que somente foram consideradas as ideias explícitas no texto, pois foi possível realizar interpretações buscando sentidos implícitos nos textos.

Este processo de análise foi exigente e trabalhoso e somente se assim fosse considerado seria possível atingir o rigor e a qualidade que se espera desta pesquisa qualitativa.

3.5.2 Estabelecimento de relações

A partir de uma análise e comparação das unidades de significado, realizei uma categorização, agrupando-as de acordo com a semelhança de seus elementos, nomeando-as. Por meio das categorias, foi possível produzir descrições e interpretações para as novas compreensões do fenômeno investigado. Neste momento, produzi uma síntese do que foi analisado, construindo uma nova ordem.

Algumas categorias foram produzidas “a priori” de acordo com a teoria que fundamenta essa investigação com vistas a responder as questões investigadas. Esse método é chamado dedutivo. De qualquer forma, surgiram outras categorias ou subcategorias que não as estabelecidas por mim e que foram levadas em conta, pois considerei que eram relevantes no resultado da pesquisa. Esse é o método indutivo. Moraes e Galiuzzi (2011) afirmam que a indução auxilia a aperfeiçoar um conjunto prévio de categorias produzidas por dedução.

Assim que as categorias estavam definidas, iniciei o processo de explicitação das relações, construindo um argumento aglutinador do todo.

O propósito da análise textual discursiva foi focalizar o todo por meio das partes, portanto implicou em um exercício de superação do reducionismo, levando em conta os limites impostos pela linguagem, exercitando um diálogo entre o todo e as partes. Além disso, fazer uma investigação utilizando este tipo de análise significa assumir uma atitude fenomenológica, permitindo a manifestação dos fenômenos, sem direcionar-lhes.

3.5.3 Captando o novo emergente

Partindo da análise das categorias e estabelecendo relações entre elas, elaborei um metatexto, que é um texto constituído de descrição e interpretação, dando significado, ou seja, teorizando as ideias a respeito dos fenômenos investigados, estabelecendo uma relação entre os dados encontrados e a teoria que fundamenta esse estudo.

Cada etapa da análise foi cumprida rigorosamente com base na realidade empírica, procurei assumir-me como pesquisadora, posicionando-me diante das interpretações realizadas, sendo autora de argumentos e manifestando-me dentro dos referenciais teóricos, procurando assim, garantir a qualidade desta produção.

Explicitado como foi desenvolvida essa pesquisa, no capítulo seguinte apresentarei os resultados encontrados após todo o processo de análise dos dados coletados.

4 A ANÁLISE DOS DADOS

Os dados são resultantes das entrevistas, do questionário, do material produzido durante os encontros, das reflexões escritas, do diário de bordo do pesquisador, com vistas a encontrar respostas para a pergunta que deu origem à pesquisa. A questão que a análise dos dados pretende responder é: “quais são as concepções que professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental possuem sobre a geometria e como isso influencia sua prática pedagógica”?

Analisar os dados que emergiram do levantamento de campo é uma tarefa que exige do pesquisador “tempo de reflexão e dedicação para se tirar o máximo de ideias de cada resposta obtida” (GOLDENBERG, 2009, p. 92). Portanto, procurou-se a fidelidade às informações obtidas dos sujeitos da pesquisa. Ao mesmo tempo, tentou-se articular essas informações com o referencial teórico.

Para expressar por meio da escrita os conhecimentos construídos, “[...] uma vez que o escrever é um modo de construção de maior compreensão sobre os fenômenos investigados” (MORAES, GALIAZZI, 2011, p. 94), esse capítulo está organizado em três categorias que foram estabelecidas a priori: aproximações com o pós-construtivismo, conhecimento geométrico dos professores e concepções pré e pós as intervenções pedagógicas; a partir dessas emergiram subcategorias e novos saberes.

4.1 APROXIMAÇÕES COM O PÓS-CONSTRUTIVISMO

Com vistas a identificar, na prática pedagógica dos professores e nas suas concepções sobre o ensino de geometria, aproximações com a teoria pós-construtivista, emergiram, a partir das declarações dos professores, as seguintes subcategorias:

4.1.1 A aprendizagem é um fenômeno social

Os professores acreditam que a dimensão social é fundamental para o processo de aprendizagem em geometria. De acordo com o depoimento do professor F, quando questionado sobre como os alunos aprendem geometria: *“Eu acho que, como qualquer outra aprendizagem, eles aprendem através de jogos, enfim, de provocações a respeito disso, então de estar no grupo pensando sobre determinadas situações”* (Professor F – pré-entrevista).

Nesse sentido, Vygotsky (200, p. 115) afirma que “o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam”.

Ao considerarem o aspecto social da aprendizagem, os professores demonstram que, suas ideias sobre o aprender e o ensinar geometria, estão fundamentadas na perspectiva de que não é apenas o professor que ensina, mas aprende-se com os outros envolvidos, ou seja, a aprendizagem acontece no grupo. Assim, consideram o outro como elemento essencial para a construção dos conhecimentos. Corroborando essa ideia, Pain (1988, p. 4) afirma que “[...] o processo de criação de conhecimento, é social, não é individual.”

Assim, considera-se que a construção dos conhecimentos se dá na interlocução com o outro, por isso todo o trabalho feito com os alunos em sala de aula acontece em grupos áulicos. Sendo assim, o trabalho desta pesquisa com os professores também aconteceu em grupo de estudos, de modo que todos pudessem aprender e ensinar com seus pares.

4.1.2 Aprende-se em campos conceituais

Para os professores pesquisados, a sequência de primeiro ensinar na teoria e depois realizar os exercícios na prática não é o mais adequado para ensinar um conjunto de conceitos. *“Toda a teoria tem uma prática e toda a prática tem uma teoria, elas não existem desvinculadas, o que pode acontecer é não termos clareza dessa relação” (Professor E – questionário).*

Esta é uma concepção que vem ao encontro do que é apresentado pela teoria pós-construtivista, no sentido em que a boa teoria é aquela que é construída a partir do que realmente acontece na prática. A prática, por mais que seja de maneira inconsciente, está fundamentada em teoria. “Se a teoria não for consistente, ela compromete os resultados da prática” (GEEMPA, 2010, p.9).

Quando questionados sobre a Teoria dos Campos Conceituais, os professores afirmam que já ouviram falar, embora não consigam explicitar o que ela significa.

“Algumas lidinhas, algumas falinhas que escutei, mas estudar não” (Professor E – pré-entrevista).

“Tive pouco contato. No Geempa, com algumas palestras da professora Esther, a palestra do Gérard Vergnaud, e também quando ele esteve no Fórum das

Aprendizagens, que foi anterior ao Curso de Matemática do ano passado. É isso que eu conheço, que eu escutei e de algumas leituras que a gente faz, mas é um estudo necessário para ser feito e compreender melhor, afinal de contas, o que é campo conceitual” (Professor D – pré-entrevista).

Apesar de os professores afirmarem que não sabem muito sobre a Teoria dos Campos Conceituais, em algumas de suas falas, percebe-se que ela está presente. Por exemplo, quando um dos professores faz a seguinte afirmação:

“Eu nem sei bem definir o que é conceito, mas para mim o que fazem é uma explicação. Um conceito não é só uma explicação de algo, conceito é muito mais complexo, envolve várias relações para construir um conceito. O que os professores fazem, na verdade, é uma explicação, é uma ideia sobre aquilo ali” (Professor E – diário de campo-16/06).

Os professores que afirmaram que campo conceitual é um conjunto de conceitos justificaram sua resposta dizendo que se há uma relação entre os conceitos, caracteriza um campo conceitual. Os professores que afirmaram que campo conceitual não é um conjunto de conceitos, pautam-se na ideia de que é uma teoria da aprendizagem.

“Sim, campo conceitual permite fazer as relações entre vários eixos dos conhecimentos” (Professor B – questionário).

“Não, porque é uma teoria que nos ajuda a entender como os alunos aprendem” (Professor C – questionário).

A definição dada por Vergnaud (2003, p. 30) para campo conceitual é “um conjunto vasto, porém organizado, a partir de um conjunto de situações. Face a essas situações, é preciso um conjunto de esquemas de conceituações e de representações simbólicas”. Sobre as situações, é significativo o seguinte:

“Professor A relatou que a exposição de arte a que foram abriu muito os horizontes, a partir do que tínhamos estudado no encontro anterior, onde o monitor ia explicando e fazendo essa relação entre a arte e a geometria. Enfatizou que algumas vezes trabalham coisas sem saber que estão trabalhando ,e por essa razão, não aproveitam melhor as atividades, deixando tudo meio solto. Quando não se tem clareza do que se está fazendo, se perde muito, pois não fazemos a relação de uma coisa com a outra e não provoca os alunos a fazerem essa ligação, fica um

monte de coisas soltas. Não fazendo isso, passam coisas que não percebemos e acabo só enxergando uma coisa” (Nota do pesquisador – diário de campo – 30/06).

Por meio dessas respostas, evidencia-se que, para os professores, a ideia de campo conceitual é bastante complexa, tanto que eles fazem uma simplificação, mas esta pode ser apenas a parte que eles conseguiram explicitar, a ponta do iceberg, o que não significa que não saibam que ela é bem mais complexa do que apenas um conjunto de conceitos.

4.1.3 A ignorância tem função na aprendizagem

A ignorância é considerada no pós-construtivismo, no sentido dado por Pain (1999), como sendo hipóteses que os alunos elaboram, por vezes incompletas ou equivocadas, mas que é por meio delas que os alunos, na interação com os outros, construirão seus conhecimentos. “A ignorância é uma qualidade do pensamento” (PAIN, 1999, p. 23).

É função do professor promover situações que levem os alunos a elaborarem suas hipóteses de pensamento. Sobre esse papel do professor é que os sujeitos entrevistados demonstraram que possuem muita consciência, quando explicitaram, em suas respostas, que para que o aluno aprenda geometria, é necessário que o professor faça as provocações adequadas que os leve a pensar. É ilustrativo o depoimento do professor F, já dando-se conta, também, de suas incompletudes:

“Como qualquer outra aprendizagem, de provocações do professor. Como eu também não sei tanto, é difícil fazer uma provocação adequada focada nisso. Então, acho que ficam com essa defasagem, com certeza” (Professor F – pré-entrevista).

Este tipo de ignorância, a que se refere Pain (1999), que não tem o mesmo sentido dado pelo dicionário, é que impulsiona a busca pelo aprender, que desperta o desejo e, assim, é geradora de conhecimento.

4.1.4 Todos podem aprender

Na fala dos professores, fica claro que uma ideia bem presente é de que as poucas aprendizagens em geometria devem-se ao fato de terem vivenciado poucas oportunidades e, conseqüentemente, deixam de proporcionar a seus alunos e não devido a uma maior capacidade de alguns, como se a inteligência matemática fosse uma coisa inata. Os professores afirmam que todos podem ser bons em geometria,

que está relacionado com a constatação de Grossi (2005) de que todos podem aprender.

“Sim, tudo o que é ensinado pode ser aprendido” (Professor D – questionário).

“Sim, porque todos podem aprender qualquer coisa, depende das provocações que recebem” (Professor c – questionário).

Considerando que todos podem aprender, Vergnaud afirma:

“Uma flagrante complexidade didática deriva do fato de que os alunos não se desenvolvem todos da mesma maneira. Há alunos que compreendem bem umas coisas e outras não, o que implica uma individualização da ajuda por parte do professor. Provavelmente, esse é hoje o desafio mais importante ao magistério em todos os países do mundo” (VERGNAUD, 2003, p. 50).

Ensinar geometria a todos os alunos pressupõe considerá-los todos inteligentes. De acordo com Rancière (2004), todas as inteligências são iguais, sendo assim, todos possuem capacidade para aprender. É a partir desta ideia que os professores deixam de justificar as não aprendizagens em problemas dos alunos e passam a assumir-se como responsáveis pelas aprendizagens em suas salas de aula, buscando, garantindo o direito de todos de aprender.

4.2 O CONHECIMENTO GEOMÉTRICO DOS PROFESSORES

Sobre o conhecimento geométrico dos professores, emergiram duas categorias: consciência do não saber e os saberes dos professores.

4.2.1 Consciência do não saber

Por meio da análise do discurso dos professores, foi possível perceber o quanto eles têm clareza de que lhes faltam conhecimentos para que possam bem ensinar geometria a seus alunos.

“... é a falta de conhecimento, a minha falta de conhecimento, o embasamento, porque tá distante, eu posso passar a aprender com eles (os alunos), mas eu tenho que ter pelo menos algumas questões pra começar a pensar com eles. Se eu não tiver, eu não tenho nem como provocar eles” (Professor E – pré-entrevista).

Para Pain (1988), o professor é o responsável por proporcionar situações de aprendizagem que levem os alunos a construir seus conhecimentos. Sendo assim, para que o professor seja capaz de encontrar a situação adequada para trabalhar com os conceitos que deseja ensinar a seus alunos, é necessário que ele tenha conhecimentos destes conceitos. Dessa forma, ele consegue fazer a transposição didática, que, de acordo com Vergnaud (2005) é o mais significativo. Além disso, Vergnaud (2005) aponta para a necessidade de se conhecer a didática, especificamente sobre o que se quer ensinar, ou seja, quais são as estratégias que serão utilizadas para levar o aluno a alcançar as competências que dele se espera. Então, conhecer o que se quer ensinar é importante e, além disso, é importante saber como ensinar.

4.2.1.1 Formação deficitária

Todos os professores atribuíram a falta de conhecimento sobre o assunto a sua formação deficitária. Questionados sobre como tinham aprendido geometria, disseram não conseguir lembrar.

“Não me lembro, eu acho que estudei, com certeza devo ter estudado, mas não lembro assim de uma aula específica, de alguma coisa assim que ficou, não lembro” (Professor A – pré-entrevista).

Um ensino apenas explicativo e que não leva em conta as experiências já adquiridas, que não considera o processo de construção de cada aluno, na maioria das vezes, pode não atingir o aluno como deveria. Para que o aluno incorpore novos conhecimentos, ele precisa associá-los a outros já adquiridos, pois dessa forma a aprendizagem será significativa, isto é, fará sentido para o aluno no momento em que ele conectar os novos conhecimentos com as experiências já vividas.

Segundo Vergnaud (2003), os conhecimentos científicos, para que sejam apropriados pelo sujeito, devem estar apoiados nos conhecimentos cotidianos, ou seja, o conhecimento que o aluno já construiu, por meio das experiências que teve oportunidade de vivenciar e que, por isso, para ele tem enorme importância, deve servir de base para a elaboração de novos conhecimentos. Nas palavras de Vergnaud (2003, p. 51) “Essa é uma questão que diz respeito diretamente à escola, porque é exatamente na escola onde se dá o encontro, o diálogo entre os conceitos cotidianos e científicos”.

Enquanto o aluno for tratado apenas como mero receptor de informações, é bastante provável que essas informações caiam no esquecimento, o que possivelmente deve ter ocorrido com os sujeitos entrevistados. Um aluno é muito mais do que um receptor, de acordo com Pain (1988), o aluno deve ser considerado em sua estrutura lógica e dramática, ou seja, inteligência e desejo.

Para conhecer mais a respeito da didática e da pedagogia, oferecendo a seus alunos oportunidades mais favoráveis à aprendizagem, o professor precisa estar sempre se atualizando com o que há de mais recente sobre o aprender e o ensinar, sendo assim, os momentos de estudos são preciosos. Os professores entrevistados têm consciência de que essa falta de conhecimento não é por culpa ou dificuldade deles, e sim, devido à falta de oportunidade, isso fica muito claro na fala do professor E na pré-entrevista:

“... assim como eu sei que é porque não me foi dada oportunidade, não é porque eu tenha dificuldade, as coisas que eu deixo de fazer porque eu não aprendi, talvez seja minha responsabilidade não ter buscado também, mas tu só buscas algo que tu já tenhas uma noção, alguém tem que fazer perceber que aquilo é necessário”.

Segundo Grossi (2000), os seres humanos, diferentemente dos animais que possuem instintos, precisam aprender tudo e é por esta razão que é necessário estar sempre estudando.

A experiência de aprender é uma marca humana central. Vive-se porque se aprende. [...] Com isso nossa vida não pode ser repetição, exige contínua inovação, permanente capacidade de aprender para enfrentar o novo, o desconhecido, o surpreendente (GROSSI, 2000, p. 93).

Portanto, é importante que o professor também esteja sempre estudando para que possa ensinar melhor a seus alunos. Nas palavras de Grossi (2007, p. 75) “Só ensina quem aprende”. Na fala do professor D:

“E se a gente não estudar, vai continuar fazendo do mesmo jeito” (Nota do pesquisador – diário de campo – 16/06).

Em relação ao estudo da geometria entre professores, afirmaram que este tema nunca havia sido discutido nas reuniões pedagógicas da escola:

“Jamais” (Professor D – pré-entrevista).

Contudo, um dos professores afirmou que estudam no grupo de estudos semanal (encontros semanais organizados pelos próprios professores que trabalham com a proposta metodológica do Geempa), mas que o grupo também não conseguiu desenvolver um estudo consistente, pois eles perceberam que o livro estava muito além do que podiam compreender naquele momento.

“No grupo de estudos nós começamos a ler aquele livro ‘o azulzinho, sabe?’ da geometria. Nós começamos a ler ele, trabalhamos, eu acho, que dois encontros e não terminamos e paramos exatamente por causa dessa falta de sustentação – acho que foram três encontros que a gente leu – foi lendo ele e tentando pensar e discutir, mas ele não avançou porque tá faltando um lastro antes, tem um vácuo, entre o que nós sabemos e o que tem que fazer e trabalhar” (Professor E – pré-entrevista).

Com isso, percebe-se que, quando um conhecimento está muito além do que o sujeito é capaz de compreender naquele momento, ele acaba distanciando-se dele. Foi o que aconteceu, pois os professores o abandonaram, era um conhecimento que estava além do que foi denominado por Vygotsky (2000, p.112) de Zona de Desenvolvimento Proximal:

Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.

4.2.1.2 Fuga da matemática

A falta de conhecimento dos professores faz com que eles tenham uma concepção do ensino de matemática, sobretudo da geometria, bastante negativa, ou que tentem fugir dela, o que pode ser ilustrado por meio do relato de um dos professores quando questionados se trabalhavam geometria com seus alunos.

“Eu trabalho alguma coisa. Os blocos lógicos eu sempre trabalho. Esse ano eu trabalhei duas vezes, mas não consegui continuar, eu sempre fujo e era pra ter continuado, eu dei pra eles, jogaram mais de duas vezes, trabalhei com a ficha didática e depois abandonei. [...] mas eu tenho um bloqueio, tanto que eu tento fugir da matemática” (Professor B – pré-entrevista).

Como afirma Vergnaud (2003a), os conhecimentos científicos devem estar apoiados nos conhecimentos cotidianos. Quando os professores não conseguem fazer essa relação entre os seus saberes, eles acabam optando pela fuga.

4.2.2 Os saberes dos professores

Com o intuito de estudar geometria em conjunto com o grupo de professores, foram realizados dois dias inteiros de estudos com a expectativa de conhecer um pouco mais sobre o que eles sabem e pensam, além de ampliar o conhecimento dos professores. Com isso, procurou-se fornecer mais subsídios para as aulas, à luz da teoria pós-construtivista e mais segurança para tratar de um assunto do qual eles declaram que possuem poucos conhecimentos.

Cabe destacar que este grupo de estudos possui uma característica diferente dos grupos de estudos dos quais os professores pesquisados participam regularmente, pois há a presença do pesquisador, que apresenta-se para os professores, mesmo que inconscientemente, como alguém que sabe mais, e que, portanto, não está em igualdade, no sentido dos conhecimentos.

Durante os encontros, ficou evidente no discurso dos professores que eles apresentavam poucos conhecimentos sobre geometria. Isso pode ser bem exemplificado nas respostas que os professores forneceram ao questionário. O instrumento tinha por objetivo identificar os conhecimentos prévios dos professores, uma espécie de aula-entrevista, com o propósito de se conhecer um pouco mais sobre o que os professores sabiam ou não sobre geometria. Isso se fez necessário para que os encontros com professores fossem mais produtivos, assim era preciso ter uma ideia do que eles sabiam e pensavam para, a partir disso, procurar com que pudessem avançar nesses conhecimentos. A partir da análise do material produzido durante os encontros, além da entrevista e do questionário, chega-se às seguintes categorias: sobre as relações topológicas, sobre as relações projetivas e euclidianas, sobre as figuras espaciais e sobre a geometria no dia-a-dia.

4.2.2.1 Sobre as relações topológicas

Para verificar o que os professores entendiam a respeito da topologia foi feita a seguinte pergunta: “A superfície de uma esfera tem fronteira?” Essa questão gerou discussões durante todos os momentos dos encontros. Das respostas dadas vale ressaltar:

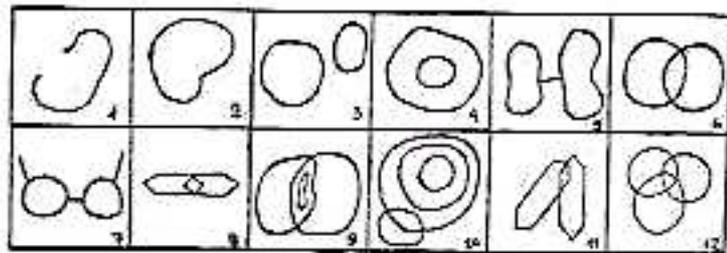
“Sim. É delimitada pela borda, mesmo não sendo plana porque a esfera tem volume, a fronteira termina na borda e talvez possa ser representada no plano por um círculo” (Professor D – questionário).

“Sim, porque podemos visualizar o que está dentro ou fora dela” (Professor C - questionário).

“Em contraponto: Se eu começo a passar o dedo na superfície da esfera, eu não paro, olha” (Professor A – diário de campo - 16/06).

Com o intuito de apresentar aos professores subsídios para avaliar a compreensão do espaço por parte de seus alunos, apresentou-se a atividade de reprodução de doze figuras:

Figura 2 - Doze figuras da tarefa de reprodução de traçados.



Fonte: Grossi (1990, p. 36).

Nesta atividade, o professor apresenta as figuras uma a uma para que os alunos a reproduzam em um livrinho previamente organizado pelo professor e paginado de 1 a 12.

A análise de como os alunos são capazes de reproduzir essas figuras foram estudadas junto com o grupo, pois esta atividade, segundo Grossi (1990, p.36) “é reveladora sobretudo das competências das crianças na compreensão operatória do inter-relacionamento entre linhas do plano, que se avalia a partir da execução motora de motivos lineares.”

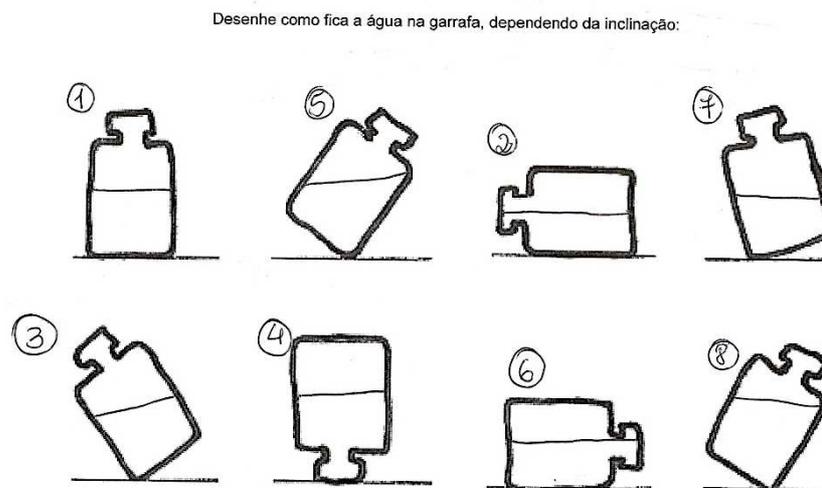
4.2.2.2 Sobre as relações projetivas e euclidianas

Tratando-se de ir além das relações topológicas, para as relações projetivas e euclidianas, trabalhamos com a questão da horizontalidade dos líquidos, estudando a construção do eixo horizontal que leva ao desenvolvimento do espaço euclidiano e com a construção de retas projetivas com palitos de fósforo. Essas situações foram propostas aos professores como uma forma de auxiliá-los a

identificar alguns conhecimentos que seus alunos já construíram ou não a respeito da geometria.

“O professor A relatou que na hora de desenhar não havia se dado conta do paralelismo e que só se deu conta disso na atividade de colar, até foi novamente ver os seus desenhos para ver se estava paralelo, pois achou que não estaria” (Nota do pesquisador - Diário de campo – 30/06).

Figura 3 - Representação da horizontalidade dos líquidos - Professor A.



Fonte: A pesquisa (2011).

“O professor F relatou que já ouviu dizer que para a criança conseguir fazer a conservação dos líquidos, é só a criança ter muitas experiências com água e questiona se isso é realmente verdadeiro, pois então as crianças que as mães não permitem esse contato, como tomar banho de piscina, não conseguirão aprender” (Nota do pesquisador - Diário de campo – 30/06).

“O professor E disse que quando temos que colocar os oito palitos dentro dos dois extremos é uma projeção do espaço, fazendo uma distribuição adequada dos intervalos, trabalhamos também os pontos de uma linha” (Nota do pesquisador – diário de campo – 30/06).

Figura 4 - Construção da reta projetiva em base circular



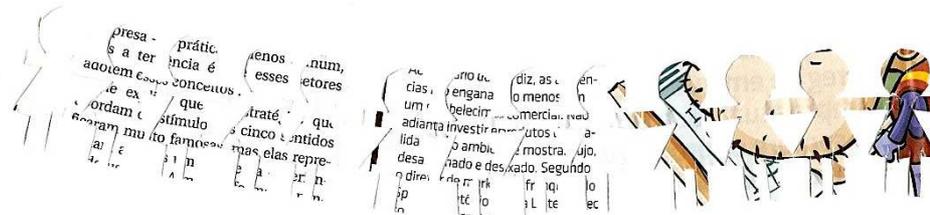
Fonte: A pesquisa (2012).

Outro aspecto abordado nos encontros foi a respeito do trabalho associando a arte à geometria, tratando especialmente das relações projetivas e euclidianas, consideradas por Kobayashi (2011) como mais complexas do que as relações topológicas, pois de acordo com a autora (2011, p. 82) “As estruturas projetivas e euclidianas requerem, na sua constituição, a conservação de linhas retas, ângulos, curvas, distâncias, etc. e essas estruturas implicam um sistema geral de organização”. A partir do trabalho com obras de arte e com as faixas decorativas – movimento de translação e simetrias, obteve-se o seguinte relato:

“Se eu não tiver noção de que aqui eu também estou trabalhando geometria, ele vai ficar arte pela arte. Eu penso que a gente não aproveita e se perde porque não sabe aproveitar as atividades” (Professor E – diário de campo 30/06).

As imagens abaixo são uma ilustração do que foi produzido pelos professores nos encontros, no que se refere à relação da arte com a geometria.

Figura 5 - Construção de toalhas rendadas e faixas.



Fonte: A pesquisa (2012).

4.2.2.3 Sobre as figuras espaciais

Outro aspecto que merece destaque é a respeito da questão de um conhecimento básico, que são os nomes das formas geométricas espaciais. Trabalhando com a questão espacial, utilizaram-se caixas de embalagens conhecidas pelos professores e uma das atividades propostas, após a exploração e reconhecimento do material, foi o preenchimento de uma tabela envolvendo o número de faces, vértices e arestas das caixinhas para que em seguida tentassem analisar chegando a uma generalização, ou seja, a Relação de Euler. No momento em que foi necessário identificar a caixa utilizada para diferenciar umas das outras, questionaram como fariam isso e a orientação dada foi que poderiam fazer como achassem que melhor identificasse a caixa. Somente o professor C colocou os

nomes das figuras geométricas como foram convencionados, os demais utilizaram as marcas dos produtos para identificar suas caixas, conforme a figura 6:

Figura 6 - Representação do professor E

Nome da figura	Nº de faces	Nº de vértices	Nº de arestas
PIRAMIDE TAM	5	5	8
DOVE	6	8	12
TRAPEZIO	6	8	12
ALPINO	6	12	17
GALLETAS CAFÉ	5	6	9

Fonte: A pesquisa (2012).

Algumas perguntas elaboradas também ilustram o quanto a questão da nomenclatura das figuras geométricas espaciais é confusa para os professores:

“Qual a diferença entre cilindro e cone? Qual a diferença entre prisma e paralelepípedo?” (Professor A – diário de campo – 16/06).

Então foi proposta a seguinte situação: a partir dos nomes de figuras espaciais escritas em pequenos pedaços de papel, encontrar uma caixa que estivesse relacionada àquele nome, juntando-os.

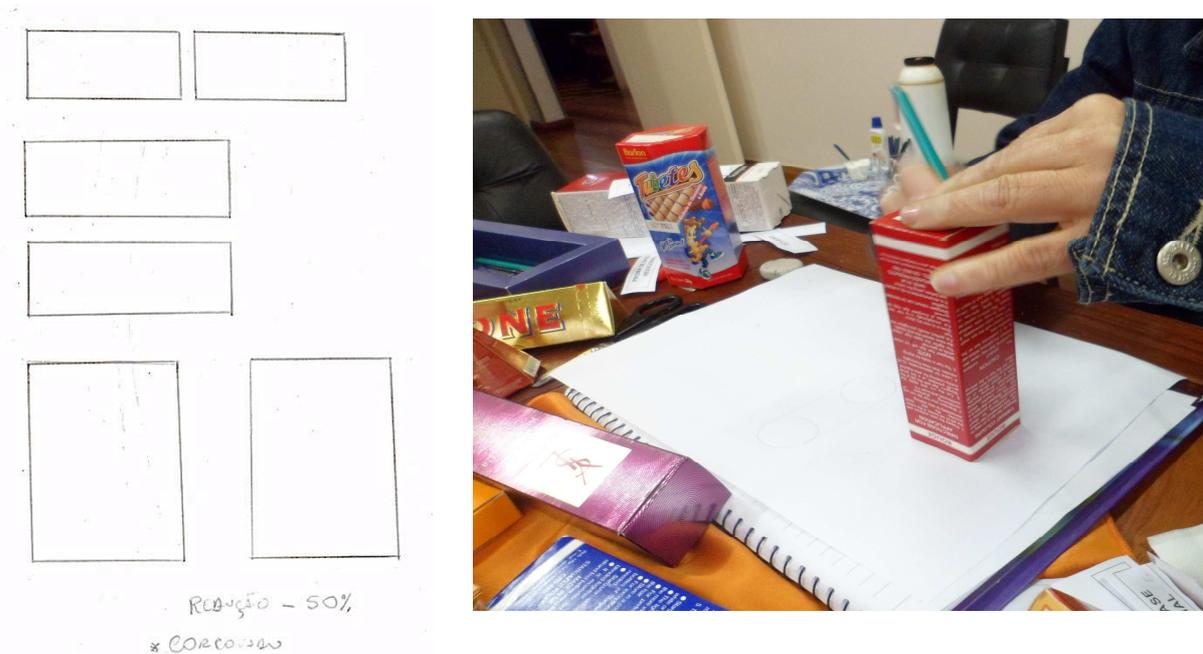
Figura 7 - Nomeando as formas geométricas espaciais.



Fonte: A pesquisa (2012)

Ainda utilizando as caixinhas, trabalhamos com planificações em tamanho real, reduzidas e ampliadas, buscando o reconhecimento dos sólidos por meio de figuras planas e também representar um sólido por meio de uma figura plana, conforme figura 8:

Figura 8 - Planificações de figuras espaciais.



Fonte: A pesquisa (2012).

As questões que os professores levantavam me pareceram reveladoras:

“Errei o espaço que precisava na folha, vou ter que começar tudo de novo”
(Professor B – diário de campo – 16/06).

“Pensei que tinha pego uma caixa fácil” (Professor E – diário de campo – 16/06).

“Que burra, pensei em uma dimensão e na outra não” (Professor D – diário de campo – 16/06).

O que se pode perceber é que como os professores não tiveram oportunidade de aprender esses conceitos, pois quando estudaram, ou não se tratou desse assunto, ou ele foi tratado de uma maneira que não provocou uma efetiva aprendizagem para eles, faz com que hoje apresentem tais dificuldades em organizar-se no espaço.

4.2.2.4 Sobre a geometria no dia-a-dia

Buscando em situações cotidianas mostrar a presença da geometria, utilizaram-se algumas expressões sobre as quais os professores puderam discutir no grupo. Utilizou-se expressões como círculo vicioso, triângulo amoroso, pessoa quadrada, ver sob outro prisma, aparar as arestas e sair pela tangente. Sobre a expressão triângulo amoroso:

“Triângulo amoroso é porque são três, envolve três pessoas que não é num lugar concreto, mas em relação às emoções” (Professor D – nota do pesquisador – diário de campo 30/06).

Sobre a expressão pessoa quadrada, é ilustrativo o depoimento do professor E:

“É aquela que fica com todos os ladinhos iguaizinhos...que não pode sair do lugar, tem que fazer tudo pontual, porque o quadrado tem todos os lados iguais” (Professor E - nota do pesquisador – diário de campo 30/06).

A análise permitiu perceber que os professores possuíam certa familiaridade com as expressões apresentadas, embora as usassem sem releção sobre o seu significado. Por meio dessa atividade puderam dar-se conta da presença da geometria em muitas situações cotidianas.

“Viram como tem geometria no dia-a-dia?” (Professor E – nota do pesquisador – diário de campo 30/06).

Apresentar aos professores essas expressões cotidianas foi baseado na ideia de Vergnaud (2003a) de que a escola possui um papel fundamental na construção dos conceitos científicos, que em muitas situações estão relacionados com os conceitos cotidianos, sendo que os conceitos científicos devem estar apoiados nos cotidianos. A escolha dessas situações para os professores, pode fazê-los pensar sobre questões do dia a dia, passando por situações novas e desestabilizadoras que, de acordo com Vergnaus (2008), são fundamentais para as aprendizagens.

Deixar os professores discutirem e chegarem a suas próprias conclusões foi uma das estratégias utilizadas, considerando o que nos diz Pain (1988) sobre o papel do professor de que, depois de organizar uma situação onde o aluno tenha oportunidade de utilizar suas estruturas lógicas, o professor deve permitir que os

alunos cheguem a seus próprios conhecimentos num processo de construção. Portanto, mesmo que os professores não descobrissem a resposta ou não chegassem à conclusão final no momento da discussão, foi importante, pois assim puderam despertar para o desejo de saber mais sobre o assunto.

Conforme já mencionado anteriormente, quando trata-se das relações topológicas, projetivas e métricas ou euclidianas, é possível perceber que os professores possuem poucos conhecimentos, o que foi constatado que acaba refletindo diretamente na sala de aula, pois os professores acabam repetindo o mesmo tipo de ensino que receberam, ou o que é mais comum, é que deixem esta parte da matemática de lado. Eles associam o ensino de geometria a algumas atividades pontuais, sobretudo aos blocos lógicos e isso faz com que tenham dificuldades em proporcionar aos alunos uma situação adequada, onde possam utilizar seus esquemas de pensamento e elaborar outros mais complexos. Percebe-se que os professores estão conscientes de que essa deficiência deve-se a sua formação deficitária e, portanto, estiveram abertos aos novos desafios, tentando transformar suas ideias sobre a matemática, particularmente sobre a geometria e buscando um modo de ensinar com mais eficácia a seus alunos.

4.3 CONCEPÇÕES PRÉ E PÓS-INTERVENÇÕES PEDAGÓGICAS

Identificar e conhecer o que os professores sabiam e pensavam a respeito da geometria foi fundamental para que as intervenções pedagógicas realizadas nos encontros pudessem fazer sentido para estes professores.

As atividades nos encontros iniciaram tratando em maior profundidade das relações topológicas, pois essas estavam mais próximas dos conhecimentos dos professores e a partir do que os professores já sabiam e pensavam é que foi feito o planejamento dos encontros. De acordo com Vygotsky (2000), é preciso trabalhar dentro da ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal dos conhecimentos, pois se trabalharmos em níveis que já foram atingidos, será ineficaz, uma vez que não se estará direcionando para um novo estágio de desenvolvimento.

Em seguida, tratou-se das relações projetivas e euclidianas sempre com o propósito de identificar os conhecimentos e desconhecimentos dos professores, suas concepções sobre a geometria e, além disso, apresentar-lhes situações que possam ser por eles consideradas em suas aulas.

Após os encontros de estudos com os professores, foi realizada uma pós-entrevista com o intuito de verificar as continuidades e discontinuidades nas concepções dos professores. Em seguida, foi realizado o processo de análise dos dados coletados nas duas entrevistas, sendo que delas emergiram os seguintes aspectos: sobre o processo de aprendizagem em geometria, sobre os objetivos do ensino de geometria, sobre o seu fazer pedagógico, sobre a avaliação da aprendizagem dos alunos.

4.3.1 Concepções que permaneceram

Mesmo depois das intervenções pedagógicas, os encontros com o grupo de estudos, percebe-se, após análise da pós-entrevista, que algumas ideias permaneceram. São elas: sobre o processo de aprendizagem em geometria e sobre os objetivos do ensino da geometria.

4.3.1.1 Sobre o processo de aprendizagem em geometria

Os professores responderam tanto na pré quanto na pós-entrevista a questão: “Como acredita que os alunos aprendem geometria?” Após a desconstrução das respostas, evidenciaram-se três categorias: (i) experimentação na prática, (ii) provocações adequadas do professor e (iii) trabalho em grupo:

A primeira categoria se constitui por meio de respostas do tipo:

“Eu acho, honestamente, que tem que ser uma coisa muito prática assim, porque muito na teoria não vai” (Professor C – pré-entrevista).

Nessa categoria, os professores compreendem a aprendizagem como algo que requer a experiência prática antes da abstração. Isso vem ao encontro da afirmação de Pain (1999) de que se não há uma falta, um buraco para preencher, de nada adianta vir com a teoria, com a explicação. Segundo a autora, antes é preciso que o aluno sinta falta daquela teoria, o que pode ser conquistado a partir da experiência prática.

A segunda categoria, provocações adequadas do professor, nos leva a perceber como os professores compreendem a aprendizagem, em especial, a aprendizagem da geometria como um processo, pois apontam para a questão da didática e não colocam sobre o aluno a responsabilidade da sua aprendizagem ou

de sua não aprendizagem, ao contrário, colocam-na sob responsabilidade das provocações que o professor deve fazer. Para o professor D:

“Eles se dão conta, na medida em que a gente oferece oportunidade de eles pensarem sobre isso” (Professor D – pré-entrevista).

Assim, percebe-se que os professores consideram a aprendizagem a partir da lógica do processo do aluno e não da lógica do conteúdo. Os professores partem da concepção de que o conhecimento é uma construção, que o aluno vai elaborando hipóteses, que segundo Pain (1988), são suas ignorâncias e, a partir destas hipóteses, que vão se tornando cada vez mais complexas, possam chegar a construção de suas aprendizagens.

A terceira categoria que refere-se ao trabalho em grupo, nos apresenta resposta como a do professor F:

“Como qualquer outra aprendizagem, ela vai se dar através do grupo, das discussões” (Professor F – pré-entrevista).

Esta concepção dos professores refere-se ao aspecto social da aprendizagem, pois a construção dos conhecimentos acontece na interação com os pares: com quem sabe mais, com quem sabe menos e com quem sabe o mesmo. A partir dessas diferenças, são os conflitos cognitivos, de acordo com Vergnaud (2003b) que irão possibilitar a construção de novos esquemas de pensamento e assim, a construção de conhecimentos.

Sobre o processo de aprendizagem, muitos autores já buscaram explicações, no entanto, Grossi (2000) destaca que Vygotsky, Piaget e Wallon nos trouxeram contribuições relevantes “ao nos mostrarem que a inteligência é um processo e não um dom, prestaram um significativo avanço à democracia” (GROSSI, 2000, p. 94).

A aprendizagem é entendida pelos professores como um processo, no qual é fundamental a intervenção do professor, ou seja, as provocações que este realiza com o intuito de que seus alunos possam, por si mesmos, construir seus conhecimentos. Percebe-se, ainda, na fala dos professores que a aprendizagem é vista em sua totalidade, considerando-se, além da parte lógica, as dimensões dramática e social. “Porque a aprendizagem põe em ação mais do que somente inteligência” (GROSSI, 2000, P. 96).

4.3.1.2 Sobre os objetivos do ensino da geometria

Os professores entrevistados concordam que a geometria é a ciência que estuda o espaço.

“Sim, estuda o espaço com fronteiras” (Professor B – questionário).

“Sim, porque estuda a ocupação do espaço ou o espaço que ocupa cada objeto” (Professor D – questionário).

Contudo, de acordo com o que foi relatado pelos professores, percebe-se que eles não conseguiam, quando foi realizada a pré-entrevista, nomear quais conceitos de geometria eram trabalhados por eles em sala de aula. Eles apenas nomeavam algumas atividades, mas não tinham clareza dos conceitos que estavam trabalhando e nem de onde queriam chegar com aquilo, ou seja, o que esperavam que os alunos atingissem.

“Eu to trabalhando e sei que tem a ver com a estrutura, com o espaço, mas se eu for te descrever um objetivo, eu vou ter que estudar mais, eu vou ter que ler, porque eu não tenho agora pra te falar os objetivos oralmente” (Professor A – pré-entrevista).

E, ainda, o relato de outro professor, nos mesmos moldes.

“Não tenho clareza dos conceitos que estarei trabalhando, sei que entra geometria de alguma forma, mas não tenho claros os objetivos que pretendo alcançar e o como trabalhar para poder alcançá-los” (Professor F – pré-entrevista).

Com respeito a essa questão, apesar de ela ter sido discutida nos encontros e os professores tenham obtido um pouco mais de clareza, ainda foi insuficiente para responder à pergunta com segurança. Isso pode ser ilustrado pela pós-entrevista, onde as respostas obtidas ainda se mantiveram superficiais.

“Queria que eles fizessem as relações necessárias, que fizessem relações na questão de espaço, as formas, mais essa questão das fronteiras” (Professor A – pós-entrevista).

“Eu pretendo dentro daqueles conteúdos a gente tenta fazer com que a partir das fichas didáticas que a gente vai aplicando, eles consigam devolver alguma coisa” (Professor B – pós-entrevista).

É difícil para os professores conseguirem explicitar o que querem que os alunos aprendam, pois para eles este ainda não é um conhecimento sistematizado,

talvez estes conhecimentos ainda estejam implícitos. Vergnaud (2003b) denominou de conceito-em-ato ou teorema-em-ato estes conhecimentos, que o sujeito utiliza sem dar-se conta e sem saber expressar com palavras.

Além disso, Vergnaud (2003, p. 53) nos mostra que, para se chegar à compreensão de um campo conceitual, leva-se certo tempo. “Quero ressaltar que a duração da aprendizagem é necessariamente longa”. Isso quer dizer que não seria possível que, a partir de dois dias de encontro, os professores aprendessem tudo de geometria, sendo capazes de ensinar a seus alunos a partir do campo conceitual do início das aprendizagens matemáticas. Ainda sobre o tempo de uma aprendizagem, Vergnaud (2003) afirma que os professores precisam ter metas a atingir em tempos menores, o que nos leva a pensar em objetivos em curto prazo que podem ser alcançados por estes professores.

Ainda assim, todos afirmaram que os alunos precisam aprender geometria. Mesmo que não tenham clareza dos objetivos, eles acham que a geometria é importante. Essa concepção se manteve tanto na pré como na pós-entrevista.

“Ela tá na vida, ela é a nossa vida, ela tá em tudo, disso eu me lembro de uma cadeira de matemática que eu fiz que ela começou a mostrar a questão da matemática na vida, ela está em todos os momentos, toda a nossa vida, acho que muito de localização, de escolhas que a gente faz porque não essa questão da nossa estrutura mesmo” (Professor E – pré-entrevista).

“Sim, porque a geometria está em tudo, na verdade, e daí conseguir entender isso tudo, fazer uso disso e conseguir transpor alguns conhecimentos” (Professor F – pós-entrevista).

É interessante que os professores, embora não consigam expressar porquê e o quê, querem que seus alunos aprendam geometria, pois sabem de sua importância. Araújo (1994) afirma que é por meio da geometria que se pode ter elementos para a construção do conhecimento lógico-matemático, pois leva os alunos na caminhada que vai do concreto até que alcancem o nível da abstração.

4.3.2 Concepções que foram influenciadas pelas intervenções pedagógicas

No pós-questionário, foi possível encontrar, nas respostas de alguns professores, indícios de que suas concepções começam a considerar outros

aspectos, ou seja, é a trajetória de uma transformação que, com certeza, não acontecerá de uma hora para outra, mas precisa de uma provocação para iniciar:

“Eles precisam aprender geometria porque embora a geometria esteja presente em qualquer situação, qualquer espaço e ela seja visível, precisa de um olhar voltado para isso. Só estar ali não basta, tem que ter uma provocação para isso ou através de uma história, ou através de um jogo, ou através de uma ficha didática depois do jogo, tem que ter um olhar voltado para isso, sozinho a gente não se dá conta, porque sozinho...” (Professor D – pós-entrevista).

4.3.2.1 Sobre o seu fazer pedagógico

Inicialmente, na pré-entrevista os professores afirmaram que trabalhavam pouco com geometria e, quando trabalhavam, realizavam algumas atividades pontuais sobre as quais eles não tinham clareza dos objetivos ou das competências que pretendiam que os alunos construíssem. Isso pode ser percebido na seguinte fala dos professores quando questionados se trabalhavam geometria com seus alunos:

“Esse ano eu trabalhei duas vezes, mas não consegui continuar” (Professor B – pré-entrevista).

“Não com algum embasamento teórico a respeito disso, sabendo os porquês, mas acabo trabalhando” (Professor F – pré-entrevista).

O mesmo professor F na pós-entrevista relatou o seguinte:

“Já estou trabalhando mais, tanto com os blocos, nas artes eu tenho trabalhado bastante e acho que isso está sendo bem legal”.

Relato do professor C na pós-entrevista:

“Até já fiz algumas coisas lá, porque às vezes falta é ideia, sabe? E falta a gente ver que é importante e que dá para fazer”.

Por meio dos depoimentos, percebe-se que os professores pouco trabalhavam de geometria em suas aulas, até por não terem clareza do que se pretende que os alunos aprendam neste eixo no campo conceitual do início das aprendizagens matemáticas. O depoimento do professor C mostra que, mesmo ela sendo formada em matemática, tem dificuldades para trabalhar esta questão em detrimento de outras que lhe parecem mais importantes nos Anos Iniciais.

“A gente tem uma séria dificuldade em trabalhar matemática, porque a gente fica meio focada na alfabetização...” (Professor C – pré-entrevista).

Após os encontros, reconhecendo mesmo que superficialmente, o que se pode trabalhar de geometria e as competências que os alunos poderão alcançar, os professores já se encorajaram na tentativa de iniciar um trabalho nesse sentido. Mesmo sem ter claros os objetivos do ensino de geometria, na prática começam a mudar de atitude. Eles relataram que os estudos e as sugestões de atividades vistos nos encontros serão úteis em suas aulas na medida em que perceberam a importância desta parte da matemática que é a geometria. Começaram a se aventurar mais, propondo já algumas das atividades que foram vistas nos encontros.

“Acho que as outras atividades que você fez com... isso ajudou naquelas atividades que você propôs com prisma, com aquela dos recortes, também foi algumas que eu fiz” (Professor D – pós-entrevista).

Quando questionados sobre como iniciavam o trabalho com a geometria, eles responderam que era explorando o material e exemplificaram como faziam com os blocos lógicos. Neste momento, ficou evidente que a concepção inicial que possuíam sobre o ensino de geometria estava estritamente associada aos blocos lógicos.

“Com os blocos lógicos, dou o material para explorarem. Brincar, explorar, perceber as peças e não fico dizendo o que tem ali, eles ficam descobrindo coisas, semelhanças e diferenças” (Professor D – pré-entrevista).

“Eu dei a caixa dos blocos lógicos, eles brincaram, eles montaram, eles separaram por cor, foram classificando e vendo o que poderiam fazer com a caixa dos blocos lógicos e não fiz nada, a gente só comentou no final um pouquinho. Olhem pra caixa e veja o que a gente conseguiu fazer: separar por cor, por tamanho” (Professor B – pré-entrevista).

Estes depoimentos nos remetem ao que afirma Grossi (2010) sobre o campo conceitual do início das aprendizagens matemáticas. Mesmo dentro da matemática, há vários aspectos, ou seja, vários eixos do esquema que devem ser trabalhados simultaneamente. O que se percebe nos relatos dos professores é que há uma dificuldade em conseguir transitar entre esses diversos eixos e trabalhar todos os aspectos, há certa linearidade no sentido de que só se pode ensinar uma coisa de cada vez, numa sequência que vai do mais simples ao mais complexo. “Se o

desenvolvimento do conhecimento não é linear, a organização das situações também não é estritamente linear” (VERGNAUD, 2003, p. 40).

Já na pós-entrevista, quando questionados se iniciariam da mesma forma, eles responderam que não, pois levariam em conta o que aprenderam, partindo mais do concreto, realizando outras atividades além dos blocos lógicos e considerando o que os alunos sabem e o que eles precisam aprender, conforme os seguintes relatos:

“Não, por exemplo, com a minha turma do ano que vem eu já vou começar de outro jeito, o meu olhar já é outro, então vai ser de outro jeito, inclusive com as planificações [...]” (Professor D – pós-entrevista).

“Eu já estou fazendo mais em cima de partir do concreto, por exemplo, trabalhei jogo vivo, trabalhei com as caixas, trabalhei com os blocos lógicos, eu estou tentando partir sempre de uma coisa mais concreta que tem a ver com o que eles estão precisando” (Professor B – pós-entrevista).

A ação do professor é fundamental para que a aprendizagem possa acontecer efetivamente. Vergnaud (2003) afirma que as situações que o professor propõe a seus alunos é que irão desestabilizá-los, possibilitando a elaboração de novos esquemas de pensamento. “Essas situações desestabilizadoras, graças à ação auxiliar do professor, poderão ser incorporadas pelo aluno, para seu proveito” (VERGNAUD, 2003, p. 38).

Sobre isso, o professor C diz o seguinte:

“O professor C disse que se forma em matemática esse ano, que se tem muito pouca geometria no Ensino Médio e o seu curso de graduação em Matemática é mais voltado a Séries Finais e Ensino Médio. Então está aqui porque já viu muitos alunos que não gostam de matemática e fica se perguntando o porquê. Acredita que os professores de anos iniciais não têm conhecimento suficiente pra trabalhar com a matemática, pois nos cursos de pedagogia o ensino de matemática é muito pouco. Fica se culpando porque, estando nas séries iniciais, também não está trabalhando adequadamente, já que seus alunos estão no terceiro ano e ainda não estão alfabetizados, acaba dando mais ênfase à alfabetização. Quero trabalhar mais com meus alunos e conseguir trabalhar em rede” (Nota do pesquisador – Diário de campo – 16/06).

Quando Vergnaud (2003) refere-se à escolha das situações, destaca a relação imprescindível entre a abordagem psicológica e epistemológica. “É preciso trazer para a escola situações coletadas na vida cotidiana” (VERGNAUD, 2003, p. 42), para que o aluno possa ver sentido naquela situação, embora deixe claro que os conhecimentos na escola não devam se restringir a isso, pois o conhecimento científico deve chegar ao aluno e, para isso, o professor precisa fazer a chamada transposição didática.

Para os professores entrevistados, a sua própria formação possui influência sobre a aprendizagem de seus alunos, pois conhecendo mais, ensina-se mais. Contudo, para que a partir dos encontros realizados possa haver uma mudança na sua prática pedagógica, não basta terem vivenciado esta experiência, é necessário que ela faça sentido e que seja dada aos professores, a oportunidade da reflexão. De acordo com Freire (2001, p. 70) “Não existe ato de reflexão que não nos leve a constatações, descobertas, dúvidas e, portanto, que não nos leve a transformar algo em nós, nos outros e no mundo”. Nas reflexões que os professores produziram ao final de cada encontro, destaco estas três falas que ilustram bem a caminhada dos professores neste processo sobre o ensino da geometria.

“... Mas tenho certeza que saio hoje com vontade de explorar a geometria com meus alunos, deixando os blocos lógicos e vendo outras possibilidades, como as planificações que já tanto falamos” (Professor A – Reflexão).

“Penso que este trabalho nos provocou para ‘ver’, pensar a geometria como algo mais próximo de tudo o que fazemos no nosso dia a dia. O trabalho com geometria contribui com outras áreas do conhecimento, quando ela possibilita o desenvolvimento da abstração, generalização, projeção,... sendo assim, ela deve ocupar um lugar de destaque em nosso trabalho de sala de aula” (Professor E – Reflexão).

“O dia foi muito proveitoso, pudemos discutir e analisar várias coisas que pensávamos que até tínhamos certeza. Estudar sempre é bom, pois nos coloca em conflito, o que nos propicia dar um passo à frente, não fica estagnado no mesmo lugar. A geometria é uma ciência que me intriga bastante, muito provavelmente por ter tido pouco contato com ela, mas saio daqui com a certeza de que posso ensinar para meus alunos o que não foi me dado e que ela não é tão complicada quando

trabalhada em grupo, com ideias, sugestões, esclarecimentos e, por que não muitas dúvidas” (Professor C – Reflexão).

O professor, para que possa proporcionar a seus alunos as melhores oportunidades, precisa estar sempre estudando. Estudar, continuar estudando, esta foi uma das razões pelas quais os professores afirmaram que despertou o desejo que os levou a participar deste estudo.

“O que me motivou foi o desafio de trabalhar algo de que eu gosto, mas que eu sei pouco e preciso trabalhar melhor e compreender melhor para trabalhar com o mesmo encantamento que eu trabalho com alfabetização com a matemática” (Professor D – pós-entrevista).

“O professor A disse que veio porque gosta muito de matemática, mas que acaba fugindo por não saber bem como apresentar situações didáticas adequadas. “Gostaria de ter mais oportunidades de estudar matemática”. Percebeu que muitos alunos que trancam em matemática, acabam trancando também em outros aspectos do conhecimento já que tudo está ligado” (Nota do pesquisador – diário de campo – 16/06).

Este depoimento expressa o que também foi sentido pelo pesquisador durante os momentos dos encontros, de que os professores tinham uma grande preocupação com cada um de seus alunos e era por eles que estavam em busca de sua qualificação profissional.

4.3.2.2 Sobre a avaliação dos alunos

A respeito da avaliação da aprendizagem dos alunos, os professores entrevistados utilizam a aula-entrevista⁴. Eles afirmaram que, após as intervenções pedagógicas, o instrumento utilizado continuaria sendo o mesmo, contudo o que mudaria seria a forma como eles iriam analisar este instrumento. Eles destacaram que o modo de ver a geometria mudou e que, portanto, terão outros elementos para analisar os conhecimentos dos seus alunos. A partir dessa análise, conseguirão saber o que está faltando e planejar assim as aulas com mais clareza dos objetivos a serem atingidos.

⁴ A aula-entrevista é um instrumento que serve para caracterizar o processo de aprendizagem dos alunos e guiar a ação pedagógica do professor. Trata-se de um momento do professor com cada um de seus alunos individualmente.

“É aquilo que eu te falei antes, eu acho que eu não teria como ver da mesma forma, tu tem mais elementos já e aí teu olhar já fica diferente sobre aquilo que eles estão produzindo, que estão falando ou mostrando, inclusive, como eu tenho a mania de ficar anotando tudo no caderno, então, no momento que eu vou pensar em como avaliar eles eu vou voltar para o meu caderninho e dar uma lida naquilo, até porque eu me acho muito esquecida, eu sempre tenho que olhar o meu caderninho pra retomar, porque daí só quando eu faço aquela releitura, que ‘ah, então...’ dá uma luz pra voltar depois de ter se afastado daquilo” (Professor A – pós-entrevista).

“Não, porque antes eu iria olhar a aprendizagem deles, o que eles sabem e o que eles não sabem de um jeito e agora eu vou de outro, porque nós trabalhamos outros conceitos na formação aqui, que eu levei pra sala de aula, e agora eles têm outras aprendizagens, algumas que eu já sei, algumas que eu ainda não sei, que eu preciso ver o que eles sabem sobre isso, até pra ver quais os conceitos ainda não estão claros pra eu continuar investigando e trabalhando mais, dando oportunidade de aprendizagem pra todos [...]” (Professor D – pós-entrevista).

Apesar destas declarações dos professores, foi possível perceber que a aula-entrevista é somente utilizada para a alfabetização. Na matemática, mesmo que eles tenham afirmado que este é o instrumento, eles não o aplicaram conforme o que eles mesmos relatam como ideal e, quando aplicaram, foram só em algumas atividades coletivas. Apenas um dos professores realizou uma aula-entrevista de matemática individualmente com seus alunos, mas ainda assim foram apenas algumas atividades e que não incluía a geometria. Isso pode ser percebido da resposta da seguinte questão: já fizeste este ano a aula-entrevista da matemática?

“Eu faço algumas coisas. Faço aquela dos cartões, total 5, total 7 e total 10. Mas fazes essas atividades individualmente com cada um, como avaliação? Não, na hora da aula-entrevista eu não fiz, mas eu quero fazer. É só pedir para os pais para levarem e eles vão. Então eu quero fazer de novo na aula-entrevista da matemática” (Professor B – pré-entrevista).

“Eu utilizo a aula-entrevista, que é uma atividade individual com os alunos, onde faço alguns jogos, algumas atividades pra ver as hipóteses que eles têm e o que eles estão pensando sobre determinado assunto. Este ano apliquei algumas atividades de matemática de conservação de quantidades, de conhecimento dos números e de contagem” (Professor F – pré-entrevista).

O professor gerencia um processo extremamente complexo: o desenvolvimento de competências do aluno na escola. Uma questão fundamental para o professor é de que instrumentos de avaliação ele dispõe para valer, não os institucionais já existentes, mas os que subsidiem sua ação com seus alunos (VERGNAUD, 2003, p. 47).

Quando Vergnaud (2003) trata sobre as situações de avaliação que o professor deve propor para verificar os conhecimentos dos alunos e até mesmo aqueles que são conhecimentos em ato, sugere, em geometria, a reprodução de alguns traçados. Sobre esta tarefa, alguns professores, após a realização dos encontros, fizeram-na com seus alunos, contudo não conseguiram dar continuidade ao trabalho.

“Então o que a gente vê ali, eu até fiz depois eu quero te mostrar que eu fiz aquele negócio (referia-se à atividade da reprodução dos traçados) porque eu acho que tem muita influência” (Professor C – pós-entrevista).

As concepções dos professores a respeito do ensino de geometria estão muito pautadas nas ideias que possuem sobre a aprendizagem de um modo geral, sendo que declaram que suas práticas pedagógicas estão fundamentadas na teoria pós-construtivista.

Tratando-se da geometria, percebe-se que procuram aplicar os conhecimentos construídos, o que mostra que, após as intervenções pedagógicas, seus conceitos e concepções foram repensados, embora não tenha havido uma transformação substancial; os conceitos trabalhados já começam a repercutir em suas práticas de sala de aula. É que uma mudança de concepção não é algo que possa ocorrer de forma simples e rápida, só porque alguém disse que agora é diferente, essa mudança é também uma construção de cada um, que começa a partir da interação com o grupo, nas trocas de ideias, portanto, além do objetivo de identificar, nas concepções dos professores sobre o ensino de geometria, suas aproximações com o pós-construtivismo e analisar as continuidades e descontinuidades nas concepções dos professores após a realização de atividades com grupo de estudos, teve-se o objetivo de despertar, nos professores, o desejo de aprender mais sobre esta área do conhecimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Professor é aquele que, na escola, tem a função de ensinar a todos os seus alunos tudo de mais extraordinário, todas as descobertas da ciência, tudo de bom, conduzindo-os na fascinante caminhada rumo ao conhecer.

Embora essa tarefa seja extremamente encantadora e linda, ela não é simples e nem fácil, tanto que muitos alunos têm ficado alheios a tantas maravilhas de descobertas e conhecimentos, sobretudo nas questões da geometria, que é o foco desta investigação.

As novas perspectivas que nos são apresentadas pelo pós-construtivismo foram a base para tentar compreender as concepções dos professores e apresentarlhes outras possibilidades no que se refere ao ensino da geometria nos Anos Iniciais.

A partir da análise do material e com foco no objetivo do trabalho, foi possível chegar a algumas considerações. É necessário ter clareza de que essas considerações poderão não ser saberes absolutos, mas verdades relativas que, por ora, assim foram compreendidas, mas que poderão e assim espera-se, que sejam saberes provisórios e que outros possam surgir:

Os professores apresentaram como a maior dificuldade para ensinar geometria a seus alunos a falta de conhecimento sobre o assunto, pois os conteúdos já estudados por eles envolviam fundamentalmente os blocos lógicos e a geometria plana. Essa falta de conhecimento dos professores é vista por eles como decorrente da falta de oportunidades, pois foi apontada pelos próprios professores como consequência de uma formação deficitária que vem desde a sua educação básica, até sua formação acadêmica e, portanto, a formação continuada é vista como essencial para suprir as necessidades que acabaram ficando e, mesmo quando há uma boa formação, estar sempre aprendendo é fundamental.

Os discursos dos professores demonstram o quanto são conscientes de que o processo de aprendizagem é construtivo, que depende da interlocução com os outros e com o seu próprio Outro e, sobretudo, que não é um processo linear, uma coisa acontecendo de cada vez. Contudo, isso nos leva à reflexão sobre o porquê, em suas práticas pedagógicas, ainda não conseguem transpor essa concepção para a prática. Em suas falas, fica claro que ainda continuam não conseguindo trabalhar

com o Campo Conceitual do Início das aprendizagens escolares numa rede, o que nos remete à possibilidade desta também estar vinculada à formação do professor. Quando não se tem segurança em algo que é novo, em fazer diferente, mantém-se do jeito como até então se sabe fazer, da forma como foi aprendido, trata-se de uma reprodução.

Os professores compreendem que o processo de aprendizagem, em geometria, baseia-se nas intervenções ou nas provocações didáticas que fazem a seus alunos, além do trabalho em grupo, que é visto como fundamental e pela experimentação na prática. É importante dar-se conta de que estes discursos podem estar nos apresentando uma importante ideia dos professores, que é a consciência do seu papel e da sua responsabilidade pelas aprendizagens e não aprendizagens de seus alunos, não encarando como uma culpa que paralisa, mas aquela que gera o desejo de agir.

Identificam, no grupo de estudos, uma forma eficiente para promover aprendizagens tanto para os alunos em sala de aula, pois todos os professores trabalham com a organização da sala de aula em grupos, quanto para suas próprias aprendizagens, pois se aprende na interação com o outro. Quanto ao grupo de estudos formado e os encontros, pode-se dizer que emergiram saberes importantes como consequência da efetiva participação dos professores nas discussões e questionamentos que surgiram no grupo.

É evidente nos discursos dos professores analisados, embora muitas vezes implícitas, a ideia do quanto consideram a geometria importante. Por vezes, torna-se necessário ressaltar que tiveram dificuldades em conseguir explicitar as razões de a geometria ser importante, quais os objetivos do ensino da geometria.

Durante a pesquisa, observou-se que os professores foram abertos a analisarem com muita seriedade suas práticas pedagógicas, explicitando que pouco trabalhavam de geometria, mesmo reconhecendo a sua importância e passando, depois dos encontros no grupo de estudos, a tentar colocar em prática alguns dos conhecimentos e das atividades que foram vistas, mudando a sua forma de perceber a geometria e o seu próprio fazer pedagógico.

A constatação de que os professores defendem uma avaliação que sirva como base para o seu próprio planejamento, levou à reflexão do porquê não conseguem colocar em prática essa sua concepção para o ensino da matemática,

assim como fazem com o processo de alfabetização. Isso nos leva à hipótese de que sobre alfabetização já se tem muito mais clareza de como esse processo acontece, quais as hipóteses que os alunos elaboram até que cheguem à aquisição da leitura e da escrita. O mesmo não se tem sobre a geometria, não sabemos claramente quais são as hipóteses que os alunos elaboram, portanto, mesmo que seja feita a aula-entrevista, não se tem tantos elementos que possam auxiliar no planejamento do professor.

A teoria pós-construtivista, que fundamentou este trabalho de pesquisa, é bastante complexa e apresenta novos elementos na compreensão de como o ser humano aprende. Ao analisar os discursos dos professores, à luz dessa nova proposta, foi possível detectar uma proximidade em muitos elementos, embora estes, muitas vezes, se encontrassem implícitos nas falas dos professores.

Observa-se que a Teoria dos Campos Conceituais está bastante presente em muitos dos relatos dos professores sobre o que pensam e como ensinam geometria. Da mesma forma, uma ideia que é fundamental na teoria pós-construtivista e que é muito forte no discurso dos professores é a de que 'todos podem aprender'. Fica claro que, embora nem todos os alunos estejam aprendendo nas escolas o que teriam por direito a aprender de geometria, os professores acreditam que isto não seja por culpa dos alunos e sim como consequência de todo um processo que vem desde a formação dos professores até os conteúdos que são priorizados nas salas de aula.

Percebe-se, no discurso dos professores, que eles acreditam que todos podem aprender qualquer coisa e em qualquer tempo e por isso buscam, por meio das oportunidades que lhes surgem, aprimorar seus conhecimentos, sempre com vistas a melhorar a qualidade do que estão se propondo a ensinar a seus alunos. Importa dizer ainda que ficou muito claro que a aprendizagem dos alunos é o que motiva esses professores na busca do seu aperfeiçoamento profissional.

Para que os objetivos desta pesquisa fossem atingidos, foi importante ouvir os professores em diferentes momentos: nas entrevistas orais (pré e pós as intervenções pedagógicas), no questionário, nos encontros onde explicitavam suas ideias de uma maneira bem informal e nas suas produções. Assim, foi possível analisar as concepções que estes professores dos Anos Iniciais do Ensino

Fundamental possuem sobre a geometria e como isso influencia sua prática pedagógica.

O que os professores pensam, ou seja, suas concepções sobre a aprendizagem, influenciam diretamente sua ação pedagógica na sala de aula, tanto que os professores não possuem lembranças de como aprenderam geometria, o que faz com que tenham uma visão negativa da matemática e além de que seus conhecimentos geométricos estão aquém do esperado para um professor, contudo, reflete em seu fazer pedagógico as concepções que possuem sobre a aprendizagem e algumas dessas concepções estão fundamentadas na teoria pós-construtivista.

Certos aspectos passam a ser mais claros e outros começaram a surgir a partir desta pesquisa, mas que devido ao foco deste trabalho, acabaram ficando de lado, mas certamente merecem ser enfrentados com muita seriedade em futuros estudos; dentre eles, destaco que este trabalho abre um caminho para a discussão sobre o processo de cada aluno na compreensão do espaço, sendo que este poderá ser um estudo importante para que os professores possam construir uma didática pautada na lógica do processo de aprendizagem de cada aluno e não na lógica do conteúdo.

Reconhecer, pautada na teoria pós-construtivista, que as concepções dos professores sobre a geometria são fruto das experiências que tiveram, foi importante para a compreensão de que os professores também passam por um processo e que, para que avancem nesse processo, precisam da interlocução de quem sabe mais, de quem sabe o mesmo e de quem sabe menos e este tipo de interlocução só poderá ocorrer dentro de um grupo de estudos e não isoladamente.

Os resultados desse trabalho trouxeram elementos para uma possível mudança no paradigma de que a aprendizagem de matemática é apenas para aqueles que já nascem com o 'dom'. Assim, traz à tona a ideia de que tanto alunos quanto professores podem e devem aprender mais sobre as estruturas espaciais que, junto com os demais eixos das estruturas numéricas, aditivas, multiplicativas e lógicas formam um Campo Conceitual do Início das Aprendizagens Escolares. Espera-se, dessa forma, que os resultados desse trabalho possam ser considerados pelos professores para tomarem decisões em relação a sua prática educativa.

Essa é uma consequência do processo de reflexão ocorrido durante toda a trajetória deste trabalho. Conseguir enxergar um futuro, onde a democracia

realmente possa acontecer, assegurando o direito de todos à aprendizagem, ou seja, a democratização do ensino da geometria.

Como formadora de professores de Anos Iniciais, consciente da importância da geometria para a competência de interpretar e construir representações espaciais, reitero a relevância deste estudo, pois permitiu compreender que as concepções dos professores, quando tomadas não isoladamente, mas em rede, leva-nos a compreender melhor sua ação pedagógica, sendo assim possível de se pensar no desafio de uma transformação, abrindo caminhos até então inacessíveis para muitos alunos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Maria Auxiliadora Sampaio. Porque ensinar geometria nas séries iniciais de 1º grau. **A educação matemática em revista**, São Paulo, n.3, p. 12-16, 2ºsem.94.
- BLANCHARD-LAVILLE, Claudine. **Os professores entre o prazer e o sofrimento**. São Paulo: Eduções Loyola, 2005.
- BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Médias de desempenho do SAEB/2011 em perspectiva comparada**. Disponível em:
http://download.inep.gov.br/educacao_basica/prova_brasil_saeb/resultados/2012/Saeb_2011_primeiros_resultados_site_inep.pdf
- _____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: matemática. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores associados, 2007.
- DIENES, Zoltan. **As seis etapas do processo de aprendizagem em matemática**. Tradução: Maria Pia Brito de Macedo Charlier e René François Joseph Charlier. São Paulo: EPU; Brasília: INL, 1975a.
- DIENES, Zoltan Paul; GOLDING, Edward W. **A geometria pelas transformações I**: topologia, geometria projetiva e afim. São Paulo: EPU, 1975b.
- _____. **A geometria pelas transformações II**: topologia, geometria projetiva e afim. São Paulo: EPU, 1975c.
- FAINGUELERNT, Estela Kaufman. NUNES, Katia Regina Ashton. **Fazendo arte com a matemática**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- FAINGUELERNT, Estela Kaufman. **Educação matemática**: representação e construção em geometria. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.
- FREIRE, Madalena. Aspectos pedagógicos do construtivismo pós-piagetiano. In: GROSSI, Esther; BORDIN, Jussara (Org.). **Construtivismo pós-piagetiano**: um novo paradigma sobre aprendizagem. Petrópolis: Vozes, 2009. p. 162-167.
- _____. A lição é um ato de refletir sobre a sua própria aprendizagem. In: FREIRE, Madalena. **Relatos da (com)vivência**: crianças e mulheres da Vila Helena nas famílias e na escola. Porto Alegre, Geempa: setembro/2011.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2011.
- FLICK, Uwe. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- FRANCHI, Anna. Considerações sobre a teoria dos campos conceituais. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara. **Educação matemática**: uma (nova) introdução. São Paulo: EDUC, 2010. p.189-232.

GEEMPA. Estudos matemáticos: Esther Grossi e Gérard Vergnaud. Porto Alegre: Geempa, 2011.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. Rio de Janeiro: Record, 2009.

GROSSI, Esther Pillar. **Didática do nível silábico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1990.

_____. **Novo jeito de ensinar matemática**. Brasília: Câmara dos deputados, 2000a.

_____. Uma nova síntese sobre como acontece a aprendizagem. In: GROSSI, Esther Pillar. **A coragem de mudar em educação**. Petrópolis: Vozes, 2000b, p. 93-103.

_____. Esquemas de pensamento, campos conceituais, teoremas em ação: um espaço de problemas do pós-construtivismo. In: **Gérard Vergnaud: O campo conceitual da multiplicação**. Porto Alegre, Geempa: 2001.

_____. A didática das provocações. In: GROSSI, Esther (Org.). **Por que ainda há quem não aprende?: a teoria**. Rio de Janeiro: Vozes, 2003. p. 107-118.

_____. Uma arqueologia dos saberes do Geempa. **Revista do Geempa: todos podem aprender, qual é a chave?** Porto Alegre, n.10, p. 11-39, set. 2005.

_____. **Iniciação a topologia do plano**. Porto Alegre: Geempa, 2006.

_____. A ruptura com o construtivismo piagetiano. In: GROSSI, Esther (Org.). **A ruptura com o construtivismo piagetiano**. Porto Alegre: Geempa, 2007, p. 11-29.

_____. (org.) **Do gozo da ignorância ao prazer de aprender**. Porto Alegre, Geempa: 2008.

_____. Construtivismo um fenômeno deste século. In: GROSSI, Esther. BORDIN, Jussara. (Org.). **Paixão de aprender**. Petrópolis: Vozes, 2009a. p.42-45.

_____. Só ensina quem aprende. In: GROSSI, Esther. BORDIN, Jussara. (Org.). **Paixão de aprender**. Petrópolis: Vozes, 2009b. p. 69-75.

_____. (org.) **Que letra é essa?** e Do gozo da ignorância ao prazer de aprender. Porto Alegre: Geempa, 2010a.

_____. Esther Pillar. **Didática do nível silábico**. 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010b, 200 p.

_____. (org.) **Um menino e uma menina**. Porto Alegre: Geempa, 2011.

KOBAYASHI, Maria do Carmo Monteiro. **A construção da geometria pela criança**. Bauru, SP: EDUSC, 2011.

KOCH, Maria Celeste. O contrato didático numa proposta pós-piagetiana para a construção do número. In: GROSSI, Esther; BORDIN, Jussara (Org.).

Construtivismo pós-piagetiano: um novo paradigma sobre aprendizagem. Petrópolis: Vozes, 2009a. p. 65-81.

_____. Afinal, pode-se ensinar matemática? In: GROSSI, Esther; BORDIN, Jussara (Org.). Paixão de aprender. Petrópolis: Vozes, 2009b.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAGINA, Sandra; CAMPOS, Tania Maria Mendonça; GITIRANA, Verônica; NUNES, Terezinha. **Repensando Adição e Subtração: contribuições da teoria dos campos conceituais**. São Paulo: Proem, 2001.

MAZZOTTI, Alda Judith Alves. Usos e abusos dos estudos de caso. **Cadernos de pesquisa**, São Paulo, v. 36, n. 129, p. 137-151, set./dez. 2006.

MORAES, Roque, GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 7-29, jan. 2002.

NUNES, Terezinha. Criança pode aprender frações. E gosta! In: GROSSI, Esther (Org.). **Por que ainda há quem não aprende?: a teoria**. Rio de Janeiro: Vozes, 2003. p. 119-136.

PAIN, Sara. **Organismo, corpo, inteligência e desejo**. Transcrição de conferência proferida em Buenos Aires, 1988.

_____. **A função da ignorância**. Tradução Maria Elísia Valliatti Flores. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

_____. Corpo, pensamento e aprendizagem. **Revista do Geempa: todos podem aprender, qual é a chave?** Porto Alegre, n.10, p. 11-39, set. 2005.

PERRET-CLERMONT. **A construção da inteligência pela interação social**. Tradução Emanuel Godinho. Lisboa: Universidade Aberta Sociocultur, 1978.

PIAGET, Jean. **O nascimento da inteligência na criança**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1986.

_____. Jean. **Seis estudos de psicologia**. Rio de Janeiro: Forense universitária, 2002.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. **A representação do espaço na criança**. Tradução Bernardina Machado de Albuquerque. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

PIRES, Célia Matia Carolino. Espaço, forma e criança. IN: CAMPOS, Tânia Maria Mendonça; CURI, Edda; PIRES, Célia Maria Carolino. **Espaço e forma: a construção de noções geométricas pelas crianças das quatro séries iniciais do Ensino Fundamental**. São Paulo: Proem, 2000.

PONTE, João Pedro da. O estudo de caso na investigação em educação matemática. **Quadrante**, Lisboa, v.3, n.1, p. 3-18, 1994.

RANCIÈRE, Jacques. **O mestre ignorante: cinco lições sobre a emancipação intelectual**. Tradução Lílian do Valle. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2004.

SAIZ, Irma. Análise de situações didáticas em geometria para alunos entre 4 e 7 anos. In: GROSSI, Esther; BORDIN, Jussara (Org.). **Construtivismo pós-piagetiano: um novo paradigma sobre aprendizagem**. Petrópolis: Vozes, 2009. p. 82-93.

SILVA, Veleida Anahi da. Relação com o saber na aprendizagem matemática: uma contribuição para a reflexão didática sobre práticas educativas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 37, p. 150-161, jan./abr. 2008.

SCHMITZ, Carmen Cecília; LEDUR, Elsa Alice; MILANI, Miriam de Nadal. **Geometria de 1ª a 4ª série: uma brincadeira séria**. São Leopoldo: Editora Unisinos, 1994.

VERGNAUD, Gérard. Piaget e Vigotsky convergências e controvérsias. **Revista do Geempa**, Porto Alegre, n.2, p. 75-83, nov. 1993.

_____. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. **Revista do Geempa**, Porto Alegre, n.4, p.9-19, jul. 1996.

_____. A gênese dos campos conceituais. In: GROSSI, Esther (Org.). **Por que ainda há quem não aprende?: a teoria**. Rio de Janeiro: Vozes, 2003a. p. 21-60.

_____. A psicologia da educação. In: VERGNAUD, Gérard; PLAISANCE, Éric. **As ciências da educação**. São Paulo: Edições Loyola, 2003b. p. 63-79.

_____. Esquemas operatórios de pensamento. In: GROSSI, Esther (Org.). **Ensinando que todos aprendem: fórum social pela aprendizagem 2005**. Porto Alegre: Geempa, 2005. p. 85-100.

_____. **Atividade humana e conceituação**. Porto Alegre: Gráfica e Editora Comunicação Impressa, 2008.

_____. O que é aprender? In: BITTAR, Marilena, MUNIZ, Cristiano Alberto (Org.). **A aprendizagem matemática na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais**. Curitiba: Editora CRV, 2009.

_____. O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática. **Educar em Revista**, Curitiba, n.especial 1/2011, p.16, 2011.

VIGOSTKI, Lev Semenovitch. **Pensamento e linguagem**. Tradução Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fonte, 1998.

_____. **A formação social da mente**. Tradução José Cipolla Neto; Luis Silveira Menna Barreto; Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

WALLON, Henry. **Psicologia e educação da infância**. Tradução Ana Rebaça. Lisboa: Editorial Estampa, 1975.

YIN, Robert k. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – PRÉ-ENTREVISTA

Identificação

- Idade:
- Gênero:
- Formação acadêmica:
- Instituição formadora:
- Formação continuada:
- Área de atuação:
- Tempo de magistério:
- Tipo de escola onde leciona (municipal, estadual, particular):
- Localização da escola (periferia, zona rural, ...):

1) No teu curso de graduação, tiveste alguma disciplina de matemática? E nela estudaste geometria?

2) Já estudaste, especificamente, sobre geometria?

3) Já estudaste algo sobre a Teoria dos Campos Conceituais? Onde? Dentro dessa perspectiva, estudaste sobre geometria? O que lembras nesse momento?

4) Como aprendeste geometria?

5) Tu trabalhas geometria com teus alunos?

6) Se trabalhas, como inicias esse trabalho?

7) Quais conceitos procuras desenvolver e como? Descreve detalhadamente.

8) O tema Geometria é discutido nas reuniões entre professores?

9) Como acreditas que os alunos aprendem geometria?

10) Os alunos precisam aprender geometria? Por quê?

11) Quais são as principais dificuldades para ensinar geometria?

12) Se tu usas o livro didático, onde e como a geometria é tratada?

13) Como avalias a aprendizagem de teus alunos? Que instrumentos utilizas?

APÊNDICE 2 – PÓS-ENTREVISTA

- 1) Consideras que os estudos e as sugestões de atividades vistas nos encontros poderão ser úteis nas tuas aulas? Como?
- 2) Como pensas que podes contribuir para a aprendizagem de teus alunos?
- 3) Os alunos precisam aprender geometria? Por quê?
- 4) Como acreditas que os alunos aprendem geometria?
- 5) O que pretendes que teus alunos aprendam de geometria?
- 6) O que deve ser considerado pelo professor na hora de planejar uma aula?
- 7) Depois desta formação, tu trabalharias com mais frequência geometria com teus alunos?
- 8) Iniciarias esse trabalho do mesmo modo que antes dessa formação?
- 9) Depois desta formação, quais conceitos procurarias desenvolver e como? Descreve detalhadamente.
- 10) Pensas que a formação do professor pode influenciar na aprendizagem dos alunos? De que forma?
- 11) O que tu achas que ficou de positivo e de negativo dessa experiência?
- 12) O que te motivou a participar destes estudos? Tens interesse em continuar estudando matemática?
- 13) Depois desta formação tu avaliarias do mesmo modo a aprendizagem dos teus alunos? Se não, de que forma o farias?

APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO

1) A sequência adequada para ensinar um conjunto de conceitos é primeiro a teoria e depois os exercícios?

() Sim () Não Por quê?

2) Campo Conceitual é um conjunto de conceitos?

() Sim () Não Por quê?

3) A superfície de uma esfera tem fronteira?

() Sim () Não Por quê?

4) Uma geladeira pode ser exemplo de um objeto de forma retangular?

() Sim () Não Por quê?

5) Um quadrado é uma figura plana?

() Sim () Não Por quê?

6) Todos podem ser bons em geometria?

() Sim () Não Por quê?

7) A geometria é a ciência que estuda o espaço?

() Sim () Não Por quê?

8) O que achas que é importante ensinar de geometria aos alunos dos anos iniciais?

APÊNDICE 4 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO PRIMEIRO ENCONTRO

(16/06/2012)

MANHÃ – DAS 8 ÀS 12H

- Apresentação dos participantes, explicitando quais são as expectativas para o dia de hoje.

- Aplicação do Questionário para responder com Sim, Não, justificando a resposta e do Como me sinto em relação à geometria.

- Explicarei um pouco do trabalho do mestrado, colocando que neste primeiro encontro estaremos tratando mais especificamente das relações topológicas e que no próximo encontro trataremos das relações projetivas e métricas.

- Atividade prática

1) Deixar à disposição dos professores várias caixas com tamanhos e, principalmente, formatos diferentes – caixas de produtos que eles conheçam, que estejam presentes no seu dia a dia;

Questões:

-Quantos lados tem essa caixa?

-Quantas faces tem essa caixa?

- Quantos cantos tem essa caixa?

Pedir que cada professor escolha uma dessas caixas e desenhe numa folha branca;

2) Colocar à disposição algumas planificações para que identifiquem de que caixa é esta planificação, sendo que algumas estarão em tamanho real e outras ampliadas ou reduzidas;

Então, pedir que o professor desenhe uma caixa de forma planificada.

Cada um deverá explicar como pensou e porque planificou daquela forma.

3) Solicitar que compare o seu desenho com o dos colegas do grupo e analisem as semelhanças e diferenças.

4) Solicitar que todos planifiquem uma determinada figura (para poder ter um comparativo do mesmo desenho)

5) Disponibilizar papeis para que os professores identifiquem o nome das formas geométricas espaciais nas caixas:

Que nome você daria a essa forma?

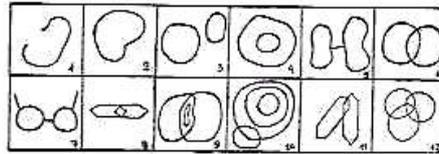
Você conhece o nome que foi convencionalizado para identificá-la?

7) Solicitar aos professores que construam fichas didáticas para a sistematização dessas atividades

8) Leitura de um texto sobre o ensino de geometria

TARDE – DAS 14 ÀS 17H

1) Prova da reprodução dos traçados – Reprodução de 12 figuras



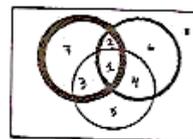
Estudo da pontuação dessa tarefa

2) Entregar aos professores um pedaço de papel para que escrevam uma palavra que seja significativa para cada um.

Então cada um irá se colocar em cima da linha desenhada no chão, formando um círculo, quando eu disser um número, quem tiver uma palavra com aquele número de letras permanece em cima da linha (fronteira), quem tiver mais letras pula para fora e quem tiver menos letras pula para dentro.

3) Quem ocupa mais casas?

O objetivo é cada jogador ocupar o maior número possível de casas. Uma casa é uma região do plano no traçado abaixo. Elas são em número de 8.



A ocupação das casas é determinada pela sorte ao recolher 3 cartões, cada um de uma caixa. A primeira caixa é vermelha e se refere à fronteira vermelha (traçado espesso), a segunda caixa é azul e se refere à fronteira azul (traçado de espessura média) e a terceira caixa é amarela e se refere à fronteira amarela (traçado fininho). Em cada caixa há um conjunto de cartões nas mesmas cores nos quais estão escrito “dentro” ou “fora”.

Embaralham-se cartões vermelhos, 50% com a inscrição “dentro” e 50% com a inscrição “fora”.

Um de cada vez, um jogador pega 3 cartões, um em cada caixa, e descobre a que casa corresponde a associação dos 3.

Os jogadores colocam um cartãozinho com o seu nome nas casas que conquistam. Quando se repete a saída de uma combinação, significa que a casa já foi ocupada por um jogador e que este perdeu sua vez. Quem ocupar mais casas, ganha o jogo.

- Fichas didáticas de sistematização.

4) Dominó de traçados – usando as mesmas figuras da tarefa de reprodução dos traçados.

5) Leitura do texto “Justificativa teórica dessas atividades matemáticas” – Esther Pillar Grossi

6) Cada professor elabora um relato escrito, uma reflexão sobre o encontro, contendo as aprendizagens, as dúvidas e os sentimentos.

Obs.: As intervenções foram adaptações de atividades sugeridas pelo GEEMPA e/ou da obra “A construção da geometria pela criança”, de Maria do Carmo Kobayashi.

APÊNDICE 5 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO SEGUNDO ENCONTRO

(30/06/2012)

1) Questionar os professores para saber se algum deles já tentou realizar alguma atividade de geometria na sala de aula depois do nosso encontro do dia 16/06. Caso algum tenha feito, solicitar que relate.

2) Explicitar que, de acordo com os estudos de Piaget, o espaço infantil inicia-se com as relações topológicas, que darão suporte às relações projetivas e euclidianas. As relações projetivas e euclidianas desenvolvem-se em estreita relação.

3) Retomada de alguns aspectos da topologia – deixar livre para os professores perguntarem

4) Pedir aos professores que tentem explicar as expressões abaixo, justificando porque a expressão pode assumir tal significado.

- Círculo vicioso;
- Triângulo amoroso;
- Pessoa quadrada;
- Ver sob outro prisma;
- Aparar as arestas;
- Sair pela tangente ;

5) Teste da garrafa inclinada, para avaliar a construção do espaço euclidiano pelas crianças. Espaço esse que tem como característica as paralelas, os ângulos, as semelhanças, etc.

- Leitura do texto teórico no livro: “A construção da geometria pela criança” – pág 152.

6) Mostrar uma obra de arte do artista holandês Maurits Cornelés Escher

- Quem já viu essa obra?
- Sabem o nome dela?
- Sabem quem foi o artista que a pintou

O que vocês veem de geometria nessa obra?

7) Mostrar uma obra de Leonardo da Vinci (retratando a tridimensionalidade do espaço – projeção)

- Quem já viu essa obra?
- Sabem o nome dela?

- Sabem quem foi o artista que a pintou?
- O que vocês veem de geometria nessa obra?

8) Propor a construção de uma toalha rendada de papel? É necessário que você tenha em mãos um quadrado de mais ou menos 15 cm de lado. Ele pode ser recortado de papel de silhueta, de papel de seda ou ainda de papel de revista.

9) Construção de uma faixa decorativa (simetria e translação)

10) Colocar a música “Corrente”, de Chico Buarque de Holanda, do disco Meus caros amigos, de 1976? Certamente é uma música atemporal.

- O que vocês conseguem observar nessa música?
- Pedir aos professores que construam um texto simétrico (poema, música,...).

11) Pedir aos professores que tentem retratar algo do real no papel (escolher algo para desenhar)

12) Solicitar aos professores a construção de uma reta, em uma mesa retangular e em uma mesa redonda usando palitos de fósforo;

- Solicitar que escrevam o que lhes parece que está sendo abordado em geometria se fazendo esta tarefa com as crianças?

- Leitura do texto teórico no livro: “A construção da geometria pela criança” – pág 133

13) Cada professor irá escrever uma reflexão sobre as aprendizagens ou não aprendizagens dos encontros.

14) Agradecimento aos professores pela participação e lembrar que irei entrar em contato para realizar uma nova entrevista para verificar o que ficou destes encontros.

Obs.: As intervenções foram adaptações de atividades sugeridas pelo GEEMPA e/ou da obra “A construção da geometria pela criança”, de Maria do Carmo Kobayashi.

APÊNDICE 6 – DIÁRIO DE CAMPO

(16/06/2012)

Neste encontro não estiveram presentes todos os professores que eu havia entrevistado. Assim, o grupo ficou composto por 5 professores.

Iniciamos o encontro com a fala de cada um, apresentando-se e dizendo quais eram as suas expectativas para o dia de hoje e as razões pelas quais aceitaram o convite de fazer parte desse estudo.

O *professor E* se prontificou imediatamente para começar, dizendo que a principal razão por estar ali é que ele tenta fazer um trabalho de geometria, mas apenas executa tarefas, sem pensar no que está fazendo, trabalhando de uma forma mais linear e não percebe que dentro daquilo que está fazendo tem outras relações, mas que não se tem controle dela. “Essa falta de conhecimento mais amplo é que faz com que a gente perca oportunidades de ensinar melhor”. Disse que, tendo-se clareza das relações envolvidas quando se está ensinando algo, essa situação poderá ser mais bem aproveitada. “A gente aproveita pouco as situações de trabalho, porque desconhece tudo que pode dali ser encaminhado, é como os galhos de uma árvore, nada é sozinho. “Acho que eu trabalho mais do que imaginava. Estar aqui é tentar centrar e ver o que se está ensinando e qualificar isso, mais do que aprender coisas novas é aprender a aproveitar o que a gente já faz e não se dá conta do que está fazendo”.

O *professor A* disse que veio porque gosta muito de matemática, mas que acaba fugindo por não saber bem como apresentar provocações didáticas adequadas. “Gostaria de ter mais oportunidades de estudar matemática”. Percebeu que muitos alunos que “se trancam” em matemática, acabam “trancando” também em outros aspectos do conhecimento, já que tudo está ligado.

O *professor B* disse que ficou sabendo do trabalho por meio do professor A e gostou muito da ideia de aprender geometria e por isso resolveu entrar em contato para participar. Afirmou que não gosta de matemática, que se dá muito bem na alfabetização, dando conta de alfabetizar a todos os seus alunos, mas confessa que a matemática acaba sendo deixada um pouco de lado. “Eu fico devendo pra eles”.

O *professor C* disse que se forma em matemática esse ano, que se tem muito pouca geometria no Ensino Médio e o seu curso de graduação em Matemática é mais voltado a Séries Finais e Ensino Médio. Então está aqui porque já viu muitos

alunos que não gostam de matemática e fica se perguntando o porquê. Acredita que os professores de anos iniciais não têm conhecimento suficiente pra trabalhar com a matemática, pois nos cursos de pedagogia o ensino de matemática é muito pouco. Fica se culpando, porque estando nas séries iniciais também não está trabalhando adequadamente, já que seus alunos estão no terceiro ano e ainda não estão alfabetizados, acaba dando mais ênfase à alfabetização. “Quero trabalhar mais com meus alunos e conseguir trabalhar em rede.”

O professor D colocou que quer estudar mais para ensinar melhor os alunos. “Eu gosto de matemática”. Nas turmas do ano passado, conseguiu trabalhar mais matemática e esse ano está trabalhando bem menos, querendo dar conta da alfabetização. Está deixando-os sem aprender matemática e sabe que “essas relações lógicas que eles fazem na matemática eles também precisam para letra, palavras, sons, para tanta coisa, que são as relações do pensamento, tanto da linguagem quanto da matemática.” Relatou que, às vezes, parece perda de tempo, porque tem as questões da leitura e da escrita que parecem mais importantes.

Coloquei então para os professores que neste primeiro encontro trataremos mais das relações topológicas, já que pelos relatos nas entrevistas percebi que é o que está mais próximo dos conhecimentos que eles já possuem.

Pedi que para iniciarmos respondessem às perguntas do Questionário e do Como me sinto em relação à geometria. Houve um período de muito silêncio na sala, cada uma tentando individualmente buscar os seus conhecimentos, sejam eles implícitos ou aqueles que já eram capazes de explicitar.

Então iniciamos com a Atividade Prática.

Com as caixas de diversas formas colocadas em cima da mesa e depois que cada uma escolheu uma, perguntei quantos lados tinha a caixa. Todos os professores contaram as faces. Então pedi que contassem as faces. Aí já iniciou a discussão, lado e face é a mesma coisa?

Professor D – “O que é face? Face é semelhante a lado, não é isso”?

Professor A – “Eu acho que é a mesma coisa”.

Professor B – “A face é a área”.

Professor D – “Acho que face é a representação de um lado num plano”.

Professor C - “É que agente acaba confundindo o que é plano e o que é espacial, como na pergunta da geladeira.” “Um retângulo é só quando está desenhado no papel”.

Professor A – “Eu pensei mesmo nisso quando estava escrevendo, fiquei pensando nos blocos lógicos, por que se tem espessura, descaracteriza o plano.”
 “No plano não tem volume”.

Pesquisador – “Quais são as dimensões desta figura (prisma de base triangular)”?

Professor B - “Plano, é isso”?

Professor D - Face, volume, aresta”.

Professor C – “Altura largura e comprimento”.

Professor A – “Quando uma figura tem duas dimensões, é bidimensional”?

Pesquisador – Existe apenas uma dimensão?

Professor A – “Se tivesse perguntado se toda figura plana tem uma dimensão, eu teria respondido que sim, antes”.

Pesquisador – “O que teria uma dimensão”?

Professor A – “Uma linha, não é”?

Pesquisador – “E o ponto não tem dimensão? Vocês acham que isso tá certo”?

Professor D – “Mas ele ocupa um espaço, então não pode ser”?

Professor E – “O ano passado eu fiz um trabalho com os alunos de preencher com pontos, me mandaram fazer eu fiz, mas não sei porquê. Eu faço porque alguma coisa eu descubro com eles”.

Professor C disse que quando se vai provar uma propriedade, se usa o lado como face... (ângulo, lado, ...) para provar que um quadrado tem todos os lados iguais.

Uma questão que gerou uma grande polêmica foi a questão sobre se a superfície de uma esfera tem fronteiras.

O professor A perguntou se eu poderia dar a resposta da questão. Falei que então seria mais enriquecedor eles discutirem para ver se chegariam a alguma conclusão. Ele disse eu posso considerar fronteira separando dentro e fora.

Perguntei então, o que é uma fronteira?

Professor D – “É um limite”.

Professor A – “Eu coloquei que *não*, só se fosse dentro e fora, aí teria”.

O professor A foi o único que respondeu não. Todos os outros professores responderam que sim.

Professor B – “Na esfera é o volume que a gente tá pensando, então é o dentro e fora”.

Professor A – “Mas quando eu analiso essa figura aqui (cubo) eu não penso em dentro e fora. Eu não enxergo onde começa a superfície”.

Professor C – “Me deixa fazer uma pergunta: O que é fronteira”?

Professor A – “É onde termina cada face. Ou é o dentro e fora”?

Professor E – “Pra mim, fronteira é o limite, onde delimita um espaço”.

Professor A – “Então, nessa caixa (cubo), o que delimita é essa linha aqui (aresta)”.

Professor D – “Tá e na esfera é a borda”.

Bom, eles estavam se encaminhando para chegar à conclusão de que a fronteira delimita dentro e fora. Então, lembrei que a pergunta é: A superfície de uma esfera tem fronteira?

Professor A – “Como é que se abre uma esfera”?

Professor B – “Mas ninguém precisa abrir uma bolinha para saber o que ela tem dentro”.

Professor D – “Mas e não dá pra representar um círculo e representar num plano? E dizer o volume da esfera”?

Professor C – “Não”.

Professor A – “A caixa tem arestas, a esfera não”.

Professor E – “Eu já fiz alguns cursos de matemática, mas aprender mesmo “é outros quinhentos”.

Professor D – “É eu falei num círculo, mas claro que não dá, é plano. Como fazer isso eu não sei, mas eu sei que é possível. Eu penso que a fronteira da esfera termina onde tem a borda, ali”.

Professor E – “Como é que eu vou delimitar o que tem dentro dela se não tem fronteira? Fronteira ela tem, mas como é, eu não sei”.

Professor D – “Onde é a superfície da esfera”?

Professor A – “Se eu começo a passar o dedo na superfície da esfera, eu não paro, olha”.

Professor B – “Não, mas tu vais até onde começou e para, esta é a superfície da esfera”.

Professor A – “Mas eu não enxergo onde tem que começar”.

Professor B – “Mas tem que ter um ponto para poder calcular o volume”.

Professor E – “Mas fazendo de conta que vamos cobrir a bola”.

Professor D – “Tu vai colocar na superfície da esfera”?

Professor B – “É um conteúdo que a gente aprendeu, mas ficou solto”.

Professor C – “Então a gente, na verdade, não aprendeu”.

Professor A – “Não dá pra forrar uma bola, eu vou medir daqui até aqui (mostrando dois pontos)”.

Professor B – “Não, não é assim que se mede”.

Deixei que discutissem bastante, inclusive foi difícil interromper a discussão sem dar a resposta certa, pois se eu desse a resposta certa iria “matar” todas as perguntas que estavam fervendo na cabeça deles.

Professor D – “A gente não sabe porque trabalharam com a gente muito mais a geometria plana. As aulas eram: calcule a área do quadrado, do triângulo, ...”

Neste momento, iniciou-se uma discussão sobre o que é uma figura plana, portanto eles apresentaram a ideia de que já conseguiram perceber que nos blocos lógicos não são figuras planas porque elas têm espessura.

O professor C relatou que em seu estágio teria poucos períodos e a professora havia pedido que ensinasse os conteúdos de geometria plana, espacial e matemática financeira, como ele disse que não haveria tempo para tudo, a professora disse que então poderia deixar que geometria plana ela ensinaria. Ela passou o conteúdo de geometria plana em uma aula, ensinando as formas numa folhinha de exercício, com dois ou três conceitos.

Professor E – “Eu nem sei bem definir o que é conceito mas, para mim, é uma explicação. Um conceito não é só uma explicação de algo, conceito é muito mais complexo, envolve várias relações para construir um conceito. O que os professores fazem, na verdade, é uma explicação, é uma ideia sobre aquilo ali”.

Professor D – “E se a gente não estudar vai continuar fazendo desse jeito”.

Professor E – “Só que a gente não sabe aproveitar o que está trabalhando”.

Pesquisador - “Quantos vértices tem a caixa que vocês escolheram”?

(alguns já nem sabiam mais qual era a sua caixa devido a tamanho envolvimento que tiveram nas discussões que apareceram).

Todos conseguiram contar sem maiores problemas.

Pesquisador: “E as arestas”?

Professor D – “É a linha do vértice até o outro, não é”?

O professor A segue muito incomodado com a dúvida sobre a superfície da esfera. Disse: “A esfera não tem arestas, por isso se diz a esfera do conhecimento, porque não tem fronteiras”.

Pedi que preenchessem a tabela, colocando das figuras que escolheram o número de faces, vértices e arestas.

A primeira pergunta foi: “O que coloco no nome da figura”?

Falei que colocassem o nome que achassem que pode melhor identificar aquela caixa. Somente o professor C colocou os nomes das figuras geométricas como foram convencionados, os demais utilizaram as marcas dos produtos para identificar a caixa.

O professor D contou e recontou várias vezes, os outros também precisaram apagar e recontar algumas vezes.

Pedi que tentassem encontrar alguma relação, alguma regularidade entre os números que colocaram na tabela.

Professor D – “Eu to pensando que tem a ver com a forma da base”.

Professor C – “Eu cheguei numa que é igual pra todos”.

Professor D – “Então tu tá melhor que eu. Peguei umas difíceis como pirâmide que tem 5 faces e 5 vértices, mas a base é quadrada”.

O professor A conseguiu chegar numa fórmula, assim como o professor C, embora elas estivessem escritas de formas diferentes e ainda diferente da relação que eu apresentei como relação de Euler.

Pedi que cada um desenhe uma caixa como quiser.

Mesmo sem eu ter falado em planificação, todos os professores fizeram a planificação da sua caixa. Estas planificações foram bem adequadas.

O professor D usou a própria caixa para desenhar, os demais mediram o tamanho das faces e fizeram com auxílio da régua.

Quando falei para eles que nem havia pedido para planificar, apenas que desenhassem a caixa, o professor A relatou que tinha pensado em desenhar como um cubo, mas como todos haviam planificado, ele mudou e fez a planificação.

Eles então, na mesma folha, procuraram outras formas de desenhar a caixa, em perspectiva, outros desenhando somente uma das faces.

Professor E – “Eu já fiz essa atividade com os meus alunos e alguns desenharam só o que estavam enxergando e outros planificaram”.

Professor A – “É interessante pedir: desenhe essa caixa para ver qual é o alcance de cada um”.

O professor B acha que depende, se eles terão a caixa em mãos ou não.

Quando coloquei as planificações, solicitando que eles identificassem de que caixas eram aquelas planificações, eles imediatamente começaram a colocar as caixas em cima para decidir qual era de cada caixa, sendo que havia mais caixas do que planificações. Depois que haviam identificado um grande número, apresentei outras planificações que estavam representadas em tamanho ampliado ou reduzido, num primeiro momento, elas ficaram bastante perdidas até que um deles disse: “Essas caixas não têm a medida certa”. Então passaram a pensar proporcionalmente na ampliação ou na redução.

Professor E – “Este lado é mais ou menos $\frac{1}{3}$ desse, então o desenho tem que estar proporcional”.

Professor C – “Esta face dá duas dessa aqui. Então este desenho é desta”.

Pedi, então, que eles escolhessem uma caixa e fizessem uma redução ou ampliação. Alguns depoimentos interessantes:

Professor E – “Pensei que tinha pego uma caixa fácil (trocou de caixa)”.

Professor B – “Errei o espaço que precisava na folha, vou ter que começar tudo de novo”.

Professor D – “Que “burro”, pensei em uma dimensão e na outra não”.

Professor C – “Achei junto mais fácil (referindo-se a representar todas as faces juntas e não cada uma delas separadas como fizeram os outros professores”.

Como percebi que, para planificar, eles estavam se saindo bem, disse que a nomenclatura que eles estavam dando às caixas era aquela que eles estavam conseguindo para identificar a caixa que queriam, mas que para todas aquelas formas, há um nome que já foi convencionado.

Entreguei uma folha com vários nomes de figuras para que tentassem buscar uma caixa que tivesse a forma com determinado nome. Algumas dúvidas que achei bem interessantes:

Professor A – “Qual a diferença entre cilindro e cone”?

Professor A – “Qual a diferença entre prisma e paralelepípedo”?

Pedi que cada um desenhasse:

- uma pirâmide de base quadrada;
- um cilindro;

- um prisma de base triangular;

O professor B desenhou uma pirâmide em vez de um prisma (depois arrumou).

O professor C teve bastante dificuldade nos desenhos, apagou e refez várias vezes.

- Leitura do texto: Por que ensinar geometria?

Achei muito interessante a consciência que os professores têm de que os conhecimentos que lhes faltam não é “culpa” deles e sim pela sua formação deficitária e pela falta de oportunidades.

No intervalo do almoço, o professor D veio me propor fazermos um trabalho de pesquisa com a turma dele, aplicando essas atividades que foram vistas nesta manhã.

TARDE

Antes de darmos o início oficial do turno da tarde, informalmente, os professores voltaram ao assunto a respeito da questão: A superfície de uma esfera tem fronteira?

Professor A – “Fiquei pensando e tem o planisfério, não é a terra planificada? “No mapa-múndi se diz, é o planisfério, não é?, representa o planeta, a esfera.” O professor disse ainda: “Mas não se abre nas arestas, fronteira pra mim tem a ver com arestas, mas onde estão as arestas da esfera?”

O professor C falou que pode ter um limite mesmo que nós não possamos ver, dando um exemplo de duas casas que não têm uma cerca no meio.

Professor A – “Então, o que delimita? Se é assim, todo sólido tem fronteira? Pensando assim (como o professor C falou) todo sólido tem fronteira, então”.

Quando todos os professores estavam presentes, apresentei a pauta dos nossos estudos da tarde, que seria mais focada no plano, trabalhando com limites, fronteiras, regiões, reprodução de traçados.

Então iniciamos pela leitura do livro de Esther Pillar Grossi – “Iniciação à topologia do plano” para tentar dar uma clareada na ideia de fronteira, região, limites.

Então, o professor A perguntou enfaticamente: “Mas tem ou não tem? Tá escrito se tem”?

Falei que vamos ler para ver se é possível chegar a alguma conclusão, mas que a resposta, claramente, é possível que não haja.

Em cada final de página, o livro tem uma pergunta e indica a próxima página que deve ser lida na sequência, de acordo com a resposta dada à pergunta.

No meio da leitura do livro, quando paramos para discutir sobre uma questão, o professor A confessou que não estava mais acompanhando, pois ficou refletindo sobre outro aspecto que lhe tinha chamado a atenção e havia ficado pensando e acabou ficando pra trás. Paramos, então, a leitura para uma breve discussão.

Professor A - “Esfera tem fronteira em relação ao ar? Como uma membrana que separa dentro e fora. Mas é que uma caixa quebra o plano e a esfera é uma coisa só”.

Lembrei mais uma vez a pergunta: “Na superfície de uma esfera tem fronteira”?

E então seguimos a leitura.

A pergunta do final de uma das páginas era: “A face de uma caixa representa um plano”?

Todos acharam que sim... e na verdade foram para a página errada.

Quando leram a explicação se deram conta de que estavam equivocados.

O professor B resumiu a aprendizagem como a materialização da ideia de que plano é impossível, uma das frases do texto.

Professor A – “Então não é certo dizer planificar? seria melhor dizer desmontar”?

Professor C – “Mas tu estás representando num plano”.

Decidiram ler novamente a página na qual erraram a resposta da pergunta. Quando chegou ao final da leitura, o professor A respondeu rapidamente a pergunta: “Não, porque não pode dobrar”.

Ao ouvirem essa afirmação, os outros contestaram dizendo que a razão não era essa e sim devido a um limite.

Seguiu-se a leitura.

O professor A chegou à conclusão de que todo sólido tem fronteira, porque todos possuem ao menos duas regiões – dentro e fora.

Quando, ao final de uma das leituras perguntava se uma fronteira era conexa ou desconexa, todos ficaram em dúvida, então perguntei se era possível percorrê-la toda sem levantar o lápis. As opiniões foram divergentes. Quando o professor B demonstrou, todos se convenceram, ele disse que o início pode ser qualquer ponto em que colocar o lápis.

Na pergunta seguinte, novamente a dúvida quando a questão era conexa ou desconexa, houve um instante de silêncio até que o professor B disse que achava que era desconexa porque tinha que fazer duas bolinhas dentro.

Professor B – “A primeira e a terceira são simples, as outras não”.

Novamente não ficou claro para todos, então o professor B explicou: “As desconexas eu tenho que levantar o lápis, as conexas eu faço de uma vez só, as simples tem só um interior e as não simples têm mais de um interior”.

(Agora, a pergunta era se aumentou o número de regiões antes do traçado de uma linha estabelecendo uma ligação entre dois pontos).

Todos acharam que sim, com exceção do professor C, que ficou bastante confuso, dizendo que as regiões são determinadas quando se desenha (pelo desenho inicial), mas todos argumentaram e conseguiram convencê-lo.

Professor B – “Às vezes as coisas parecem tão óbvias e não são tão óbvias”.

Foi unânime dizer que não na questão seguinte, que perguntava o mesmo que a anterior para regiões não simples.

Fizemos a atividade de reprodução dos traçados, onde apresentei as doze figuras que o professor deve apresentar aos alunos para que eles reproduzam e depois estudamos como estabelecer uma pontuação seguindo alguns critérios bem determinados como linha fechada, mudança de direção, intersecção, etc.

Cada professor deveria criar uma ficha didática para sistematização das atividades práticas que foram realizadas e cada um apresentou a sua ficha ao grupo.

- Jogo do dominó utilizando diferentes figuras (como as da reprodução dos traçados).

- Cada um pensou uma palavra e escreveu no papel, depois pedi que levantassem e se posicionassem em cima da linha do círculo que estava desenhado no chão e comesçassem a caminhar, quando eu dissesse o número, quem tivesse a palavra com número maior de letras deveria pular para fora do círculo (região de fora), quem tivesse o menor número pular para dentro e quem tivesse o mesmo deveria permanecer em cima da linha, ou seja, da fronteira. O mesmo foi feito com as letras do alfabeto, quem tem a palavra que inicia com a letra permanece em cima da fronteira, se a letra está antes no alfabeto vai pra dentro e se for depois vai pra fora. Os professores acharam com as letras bem mais difícil.

Então questionei qual seria uma ficha didática adequada para este jogo. Em grupo eles criaram uma.

Depois, então, fizemos a leitura de um texto que está no livro Didática do Nível Silábico – Esther Pillar Grossi, em que trata sobre o espaço, dando uma fundamentação às Atividades que foram sugeridas e trabalhadas.

Pedi que escrevessem uma reflexão sobre como foi o dia de hoje para cada um, o que sentiram, o que aprenderam, o que fica desde dia de estudos.

APÊNDICE 7 – DIÁRIO DE CAMPO

(30/06/2012)

Neste encontro estiveram presentes 5 professores.

Iniciei o encontro, que ocorreu 15 dias após o primeiro, perguntando se tinham feito alguma coisa relacionada à geometria na sala de aula.

Então os professores começaram a relatar, em especial o professor E que disse que estava trabalhando direto com o material multibase, explorando agora com mais ênfase a parte geométrica também, falando que desde a entrevista que tivemos começou a se dar conta do tanto de coisas que fazia de geometria sem saber, que envolve a geometria, mas não sabe que está aplicando ou até que está trabalhando com ela, parece que geometria se reduz a formas geométricas.

O professor A relatou que fez um prédio dos totais (trabalho com a composição aditiva) e que a merenda pedagógica com pé de moleque, explorando as formas, repartindo a merenda com a forma de um círculo, explorando oralmente com os alunos sobre o que é um círculo (a qual dos atributos dos blocos lógicos se refere) e como dividi-lo de acordo com o número de integrantes do grupo, sendo que a palavra metade (quando era uma dupla) demorou bastante para aparecer no vocabulário das crianças e como foi interessante perceber as hipóteses para as divisões em 3 ou 4 pedaços.

A outra atividade relatada pelo professor A foi a construção de um prédio que tinha a base triangular, onde eles tinham que colar as janelas e que é interessante ver a organização espacial de cada um, o próprio ângulo em que se vê o prédio e já remeteram às obras de arte da Ione Saldanha que foram visitar no museu Iberê Camargo.

Outra atividade relatada pelo professor A foi a construção de 9 cubos que formam uma figura, como se fosse um quebra-cabeça de cubos, cada face vai formando uma figura. Cada grupo montou os 9 cubos e depois ele tentou montar um cubão em que todos os lados formassem uma figura, mas não foi possível, porque as figuras não fechavam. Gostaria de montar o cubão e ficou pensando que seria muito interessante montar com a turma.

O professor F relatou que ainda não havia feito nenhuma atividade de geometria na sua sala de aula.

O professor D disse que, quando eu perguntei, pensou que não tinha trabalhado nada porque no seu planejamento não teve geometria, o que está fazendo juntamente com um trabalho de arte é ir juntando materiais para trabalhar com as obras de Ione Saldanha e levá-los ao museu Iberê Camargo, tentando fazer com que eles vejam não só a parte plana, mas que percebam os volumes das caixinhas na construção das casinhas. Disse que não fez um trabalho concreto de exploração de materiais, mas tem que fazer.

O Professor A relatou que a exposição de arte a que foram abriu muito os horizontes, a partir do que tínhamos estudado no encontro anterior, onde o monitor ia explicando e fazendo essa relação entre a arte e a geometria. Enfatizou que algumas vezes trabalham coisas sem saber que estão trabalhando e por essa razão não aproveitam melhor as atividades, deixando tudo meio solto, quando não se tem clareza do que se está fazendo se perde muito, pois não se faz a relação de uma coisa com a outra e não provoca os alunos a fazerem essa ligação, fica um monte de coisas soltas. Não fazendo isso, passam coisas que não percebemos e acaba-se só enxergando uma coisa.

Aproveitando o relato do professor E, propus que pensássemos em expressões que são comuns e que muitas vezes não paramos para pensar sobre elas.

As expressões tinham a ver com geometria:

Círculo vicioso

Triângulo amoroso

Pessoa quadrada

Ver sob outro prisma

Aparar as arestas

Sair pela tangente

Pedi que, em grupo, discutissem essas expressões:

Eles começaram pela última e a primeira questão foi saber o que é tangente.

Professor E: “Escapar de lado. A tangente é uma linha que passa ao lado”.

Professor D – “Círculo vicioso eu vejo como fazer sempre a mesma coisa do mesmo jeito”.

Professor E – “No círculo tu volta ao ponto, é o mesmo que correr atrás do rabo”.

Professor A – “Porque não sai do lugar”.

Professor D – “Triângulo amoroso é porque são três, envolve três pessoas que não é num lugar concreto, mas em relação às emoções”.

Professor E – “São três lados que acabam se juntando, é a visão de três lados, são pontos que se encontram, se relacionam”.

Professor D – “Uma pessoa quadrada”.

(todos riram muito porque o professor E gosta muito de usar essa expressão e considera-se uma pessoa muito quadrada, todos queriam que ele falasse sobre essa expressão).

Professor E – “É aquela que fica com todos os ladinhos iguaizinhos”.

Professor A – “Que não desce “redondinho”.

Professor E – “Que não pode sair do lugar, tem que fazer tudo pontual, porque o quadrado tem todos os lados iguais”.

Professor D – “Ver sob outro prisma pra mim é ver de um outro jeito, ter um outro olhar, ver de outros lados, porque o quadrado é mais limitado, o prisma tem volume, tem outros lados”.

Professor E – “É que o prisma tem mais lados pra gente ver e o quadrado não, é só quatro e só se vê”.

Professor A – “Um prisma triangular, por exemplo, ele não é só retângulos, tem lados para serem vistos. O quadrado é plano”.

Professor E – “Um quadrado, como é plano, só se vê um lado, se tem uma visão do todos e ver de outro prisma não, tem vários lados, várias faces pra se ver. Agora a outra, aparar as arestas, as arestas são os cantinhos, não é”?

Professor D – “Aparando as arestas muda a forma, se corta as beiradas vai ser outra forma, é alguma coisa assim”.

Professor A – “Vai deixar uma pessoa quadrada de outro jeito”.

Professor E – “Viram como tem geometria no dia a dia”?

Professor D – “Às vezes, em algumas situações, somos pessoas quadradas e tem gente sempre querendo nos colocar de outra forma”.

Depois dessa atividade, que foi bastante divertida e levou a muitas risadas, apresentei a atividade de conservação da horizontalidade dos líquidos.

O professor E disse que a conservação de volumes está acima da conservação das fichinhas, por exemplo, aquela outra tarefa de conservação que se faz, é mais complexa. Que já teve a experiência de alguns alunos que conservavam nas fichinhas e não nos líquidos, agora todos os que fizeram nos líquidos, tinham

conseguido também nas fichinhas. E quer agora fazer de novo pra ver como eles estão, porque sabe que as atividades que são feitas na aula ajudam pra levá-los a ter a conservação da quantidade.

O professor seguiu falando da importância de uma criança conservar quantidades e de que forma ela faz para saber isso, utilizando uma atividade que envolve também a composição aditiva.

O professor F relatou que já ouviu dizer que, para a criança conseguir fazer a conservação dos líquidos, é só a criança ter muitas experiências com água e questiona se isso é realmente verdadeiro, pois então as crianças que as mães não permitem esse contato, como tomar banho de piscina, não conseguirão aprender.

O professor E seguiu dizendo que na sala há atividades (inclusive sugeriu com massinha de modelar) que podemos fazer e seguiu relatando a sua experiência com os alunos em se tratando de atividades de conservação e de composição aditiva.

O professor A lembrou de um brinquedo que se pode fazer que é uma garrafa pet com água dentro e alguns brilha-olhos, estrelinhas, brinquedinhos para ficarem dando um colorido...

O professor F disse que ficou pensando se essa seria a razão desse brinquedo.

A fala do professor E, nesse momento, foi no sentido de afirmar que muitas coisas que os professores fazem na sala de aula, são feitas com uma intenção e na verdade atingem outras questões.

Referiu-se ao trabalho com a arte: “Se eu não tiver noção de que aqui eu também estou trabalhando geometria, ele vai ficar arte pela arte. Eu penso que a gente não aproveita e se perde porque não sabe aproveitar as atividades”.

O professor A relatou que, tendo esse olhar, essa clareza do que está trabalhando, o professor consegue perceber certas coisas em atividades que não são diretamente daquele assunto.

Então, só depois dessa discussão é que apresentei a atividade da conservação da horizontalidade dos líquidos, apresentando também o livro “A construção da geometria pela criança”.

Fizemos então com os professores essa atividade, eles fizeram como se fossem os alunos. Foram numerando para mostrar qual era, por sugestão do professor A, para saber a sequência que os alunos vão marcando.

Houve divergências e discussões nas respostas. O professor F questionou a forma como o professor E representou a água na garrafa (fazendo meio tracejado), perguntando se a água fazia assim na garrafa.

Então propus a atividade de recortar as figuras e como inclinar a garrafa para que o líquido tenha a inclinação desenhada. Nesta atividade, o grupo teve mais dificuldade, questionando questões pontuais como a quantidade de água nas garrafas.

Na outra atividade, foi proposto que fizessem uma classificação separando as imagens em dois grupos: os que estavam corretos e os que estavam incorretos.

O professor D ficou confuso com a atividade e então o professor F explicava: “Pensa assim: a linha é a mesa, tem que pensar se tem possibilidade da água ficar desse jeito sendo que a linha representa a mesa”.

O professor D teve dificuldade em explicar qual o raciocínio tinha feito para fazer a sua primeira classificação.

Servi um sanduíche como merenda pedagógica.

Fizemos então uma leitura do texto: “Resultados e análises das relações euclidianas ou métricas – A coordenada horizontal e o nível dos líquidos” do livro A construção da geometria pela criança de Maria do Carmo Monteiro Kobayashi e as dúvidas foram discutidas no grupo.

O professor A relatou que, na hora de desenhar, não havia se dado conta do paralelismo e que só se deu conta disso na atividade de colar, até foi novamente ver os seus desenhos para ver se estava paralelo, pois achou que não estaria.

Foi geral entre os professores o fato de falarem que fazem muitas atividades por receberem uma orientação, mas que depois não sabem o que fazer com ela ou como podem ajudar os alunos a desempenharem melhor essa atividade.

O professor D falou: “Faz a experiência com a garrafa, mas o que se faz depois”?

Durante a leitura do texto em que a autora apresenta níveis para o desempenho das crianças, o professor A achou que ela havia desenhado em nível dois por não ter feito com consciência do paralelismo.

Então o professor F disse que, na verdade, ele não fez consciente, fez pensando no que estava vendo. Ele afirma: “Se tu não tivesses nem pensado de forma alguma, tu não terias feito certo”.

Houve uma discussão afirmando que quando um conhecimento já está interiorizado, não precisamos ficar pensando em cada detalhe do que vamos fazer, uma questão de automatização.

O professor E exemplificou falando sobre cozinhar arroz, quando já não é mais necessário medir a quantidade de água. “O que acontece no dia a dia interfere na forma como eu construo o conhecimento.”

Em seguida, deu-se a continuação da leitura do texto.

O professor E refere-se à questão da generalização tratada pela autora do livro como sendo também o período em que o aluno não precisa mais da utilização do material concreto.

Então, coletivamente, elaboraram um gráfico de escadas, utilizando os níveis descritos pela autora, para posteriormente poder fazer esse trabalho com os seus alunos, levantando que pode-se chegar ao final de uma caminhada (de um conhecimento), sem ter consciência do caminho que foi percorrido para se chegar lá.

Professor E – “Mas sem saber o caminho, eu não consigo enxergar nos outros (nos alunos) o caminho dele”.

Professor A – “Para saber como intervir”.

O professor E disse que para quem é professor, é importante reconhecer essas etapas para saber como os alunos estão.

Ao final da leitura do texto, apresentei algumas obras de arte e perguntei o que eles conseguiam ver de geometria em cada uma delas.

O professor F lembrou na hora de um amigo que faz desenhos onde ela, hoje, conseguiu ver muita geometria.

O professor A falou da questão da distância, da profundidade, volume.

O professor E falou dos detalhes, “das preguinhas”, as “dobrinhas”.

Professor A – “Tem também a questão da simetria, os olhos iguais”.

Professor E – “É, a simetria está em toda essa obra.” Complementou falando que essa era uma característica da arte da época, que era mais geométrica.

O professor D falou das várias fases, ressaltando que “A arte reflete muito a questão da matemática, da geometria”, sendo que estão relacionados à cultura e à época, sendo que um sempre vem pra romper o outro. Falou da arte como fotografia.

Pedi que relatassem que diferenças elas viam nas obras apresentadas

Professor E – “Aqui as linhas são mais definidas e as formas também”.

Puxei então para a questão da simetria, rotação, translação,... (obra de Esher)
Professor F – “Na verdade, tem só duas figuras que se repetem”.

Puxei também assunto para a questão da projeção.

O professor D falou de representação em 3 dimensões,

Então propus de que elas tentassem projetar uma imagem que estivessem vendo naquele momento.

Enquanto desenhavam, discutiam sobre onde encontrar bambu para conseguir fazer um trabalho integrado de arte com geometria, complementando com o que viram na visita ao Iberê Camargo na exposição da artista Ione Saldanha.

O professor D relatou um trabalho que tinha feito há anos, integrando arte e matemática, utilizando as obras de Miró, mas relata que ficava mais com a geometria plana, com os blocos lógicos e agora vê que poderia ter explorado melhor.

Depois que cada um apresentou seus desenhos aos demais, coloquei uma música para ver se conseguiam perceber algo de geometria. A música de Chico Buarque, chamada “Corrente”.

Entreguei a letra da música para ajudá-los já que não tinham conseguido perceber. Eles começaram a tentar encontrar alguma coisa na forma com a música estava escrita, o tipo de letra, o ritmo da música, rimas.

Começaram também a procurar palavras que desse alguma referência:

Professor E – “Cabisbaixo, a questão do baixo”.

Professor F – “Eu vi, que engraçado, porque ele começa, as linhas como foram colocadas, do jeito que começa chega uma parte da música que começa a contar ela de trás pra frente”.

Questionei como isso se chama em geometria e instiguei a perceber que a geometria está presente na nossa volta de diferentes maneiras e em várias lugares.

Fizemos então as rendas (tipo faixas decorativas) e também os bonequinhos, mesmo parecendo uma atividade simples, havia professores que não sabiam como fazer. (Professor E e professor D)

Professor E – “Aprendi”.

O professor B, que tem formação em Educação Artística, já conhecia bastante essas técnicas de artes, inclusive mencionou outras semelhantes.

Pedi que, pensando no tipo de simetria da música, já que são alfabetizadores, escrevam um texto (em forma de prosa, poesia ou música) que seja simétrico. Eles escreveram a música 'Ciranda, Cirandinha.'

Então, a próxima atividade foi de construir uma reta como se fossem os postes de uma estrada, utilizando palitos de fósforo – para sustentar os palitos de fósforos de pé utilizar uma bolinha de argila. A regra era colocar os dois extremos, sendo que nesses não se pode mexer mais e depois 8 palitos pelo meio.

Analisamos cada um para ver quais ficaram realmente uma reta e o que é na verdade uma reta, usando a referência da borda da mesa ou da folha – paralelismo. Depois fizemos com a base redonda – construção de reta com diferentes tipos de referências.

Então questionei o que se está trabalhando fazendo essas atividades, o que os alunos poderão estar aprendendo fazendo essas atividades.

Inicialmente, houve um silêncio, depois elas começaram a dizer coisas que pensavam:

O professor E disse que quando temos que colocar os oito dentro dos dois extremos é uma projeção do espaço, fazendo uma distribuição adequada dos intervalos, trabalhando também os pontos de uma linha.

O Professor D referiu-se à questão da organização espacial que o aluno terá que construir e à questão dos pontos, saber o que é uma reta, que é um monte de pontos um próximo do outro.

Professor E - "Quantos pontos tem um reta"?

Eles falavam em reta, semirreta sem saber qual a diferença entre uma e outra, então expliquei esses conceitos.

Em seguida fizemos a leitura do texto do livro "A construção da geometria pela criança" de Maria do Carmo Monteiro Kobayashi - Resultados e análise das relações projetivas – A construção da reta projetiva.

Pedi, posteriormente, que escrevessem a reflexão destes dias de estudos, o que achavam que tinham aprendido, as dúvidas, as expectativas, as sugestões.