

PUCRS

ESCOLA DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

LUCIANO SANT'ANA AGNE

**INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O CASO DA ESCUELA PEDAGÓGICA
EXPERIMENTAL DA COLÔMBIA**

Porto Alegre
2018

PÓS-GRADUAÇÃO - STRICTO SENSU



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

LUCIANO SANT'ANA AGNE

INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O CASO DA *ESCUELA PEDAGÓGICA
EXPERIMENTAL* DA COLÔMBIA

PORTO ALEGRE
2018

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

LUCIANO SANT'ANA AGNE

INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O CASO DA *ESCUELA PEDAGOGICA
EXPERIMENTAL* DA COLÔMBIA

Tese 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 título de Doutor em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Siqueira Harres

Porto Alegre
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Ficha Catalográfica

A271i Agne, Luciano Sant'Ana

Inovação em Educação Matemática : o caso da Escuela
Pedagógica Experimental da Colômbia / Luciano Sant'Ana Agne .
– 2018.

206 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação
em Ciências e Matemática, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Siqueira Harres.

1. Complexidade. 2. Inovação educativa. 3. Inovação em Educação
Matemática. 4. Transdisciplinaridade. I. Harres, João Batista
Siqueira. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária responsável: Salete Maria Sartori CRB-10/1363

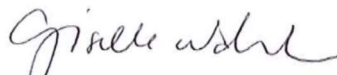


ATA DE DEFESA DE TESE Nº 022

Aos trinta (30) dias do mês de julho de dois mil e dezoito (2018), no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul foi lavrada esta ata para registrar que o aluno **Luciano Sant'ana Agne**, ingressante neste Programa no ano de dois mil e quatorze (2014), satisfaz os requisitos exigidos para defesa da tese. A tese intitulada **"INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O CASO DA ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL DA COLÔMBIA"** foi apresentada em sessão pública de defesa, que se realizou no predio 12 na sala 103. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes docentes: Dr. João Batista Siqueira Harres, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Presidente da Comissão; Dr. Ademir Damazio, da Universidade do Extremo Sul Catarinense; Dra. Giselle Watanabe, da Universidade Federal do ABC e a Dra. Valderez Marina do Rosário Lima, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Após a análise pela Comissão Examinadora a tese foi **APROVADA** e encerrou-se a sessão. O candidato terá sessenta (60) dias para as devidas revisões com vistas à confecção do diploma. E, para constar, lavrou-se a presente ata.


Dr. João Batista Siqueira Harres


Dr. Ademir Damazio


Dra. Giselle Watanabe


Dra. Valderez Marina do Rosário Lima


Luciano Sant'ana Agne

LUCIANO SANT'ANA AGNE

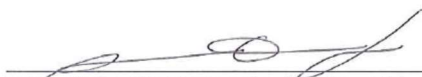
"INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O CASO DA ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIEMETAL DA COLÔMBIA"

Tese 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 Doutor em Educação em Ciências e Matemática.

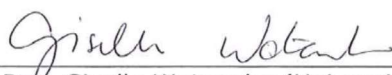
Aprovada em 30 de julho de 2018, pela Banca Examinadora.



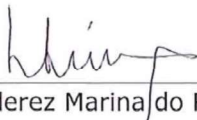
Dr. João Batista Siqueira Harres (Orientador - PUCRS)



Dr. Ademir Damazio (Universidade do Extremo Sul Catarinense)



Dra. Giselle Watanabe (Universidade Federal do ABC)



Dra. Valderez Marina do Rosário Lima (PUCRS)

Dedico esta tese a meu Pai,
João Carlos Menezes Agne (*in memoriam*),
que com seu exemplo de honestidade, dedicação e fé,
me fez chegar até aqui.
Obrigado Pai.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus mestres espirituais que me conduziram nessa jornada com sabedoria.

À minha esposa Susana pelo apoio, compreensão, aconselhamento e parceria.

À minha filha Juliana pela paciência nos momentos em que estivemos afastados para a produção desse trabalho.

À direção da Escuela Pedagógica Experimental, na figura da professora Rosa Maria Galindo, por me receber tão carinhosamente e me proporcionar a aventura incrível de vivenciar os seus processos pedagógicos.

Aos queridos amigos, professores e funcionários da EPE que me receberam com tanta cordialidade.

Em especial aos professores Diana, German e Paola, da EPE, pelas importantes contribuições.

Ao Professor e fundador da EPE Sr. Dino Segura pelo acolhimento e pelos ensinamentos.

RESUMO

O presente trabalho investigou a inovação em Educação Matemática a partir da perspectiva pedagógica da Escuela Pedagógica Experimental - EPE, escola colombiana que pratica inovação educativa há 40 anos. A pesquisa foi realizada a partir da vivência, observação e análise de aulas de Matemática, do ambiente pedagógico da escola, do seu contexto e das *Actividades Totalidad Abiertas* – ATA's, princípio pedagógico construído pela escola para o desenvolvimento de todas as atividades realizadas com seus alunos. Os dados foram obtidos por meio de leituras de textos produzidos pela escola, por entrevistas livres e semiestruturadas e pela observação das aulas de três professores de Matemática, que trabalham em três níveis de escolaridade diferentes. Esta pesquisa é um estudo de caso em uma abordagem qualitativa. Para a coleta e interpretação de dados utilizou-se o Método do Caminho, desenvolvido por Edgar Morin para pesquisas apoiadas na Teoria da Complexidade e a Análise Textual Discursiva, segundo Moraes e Galiazzi (2011). Defende-se a tese de que, o ensino de Matemática deve ocorrer de maneira integrada a um ambiente amplo, complexo e transdisciplinar de pesquisa e resolução de problemas, no qual esta ciência assume a função de ferramenta útil para explicar fenômenos e objetos do mundo. Para sustentar essa ideia, propõe-se seis princípios norteadores para o ensino de Matemática em uma perspectiva inovadora de Educação. Os resultados apontam que a inovação em Educação Matemática, desenvolvida na *Escuela Pedagógica experimental* da Colômbia, é um processo complexo e transdisciplinar que fundamenta a construção coletiva do conhecimento em um ambiente de pesquisa e resolução de problemas. A principal implicação dos resultados obtidos é que, a adoção pelas escolas de uma perspectiva inovadora de ensino de Matemática integrada a outras áreas do conhecimento, com ênfase no desenvolvimento do pensamento complexo nos alunos, contribui para a formação de sujeitos capazes de construir relações entre o conhecimento matemático aprendido na escola e a realidade na qual eles estão inseridos.

Palavras-chave: Complexidade; Inovação educativa; Inovação em Educação Matemática; Transdisciplinaridade.

RESUMEN

El presente trabajo investigó la innovación en Educación Matemática a partir de la perspectiva pedagógica de la Escuela Pedagógica Experimental - EPE, escuela colombiana que desarrolla innovación educativa desde hace 40 años. La investigación fue realizada a partir de la vivencia, observación y análisis de clases de Matemáticas, del espacio pedagógico de la escuela, de su contexto y de las Actividades Totalidad Abiertas – ATA's, principio pedagógico construido para el desarrollo de todas las actividades realizadas por sus alumnos. Los datos fueron obtenidos a partir de lecturas de textos producidos por la escuela, por entrevistas libres y semiestructuradas y por la observación de las clases de tres profesores de Matemáticas, que trabajan en tres niveles de escolaridad distintas. Esta investigación es un estudio de caso en un enfoque cualitativo. Para la recogida e interpretación de los datos se utilizó el Método del Camino, desarrollado por Edgar Morin para investigaciones apoyadas en la Teoría de la Complejidad y el Análisis textual Discursivo, según Moraes y Galiazzi (2011). Se defiende la tesis de que la enseñanza de Matemáticas debe ocurrir de manera integrada a un entorno amplio, complejo y transdisciplinario de investigación y resolución de problemas, en lo cual esta ciencia es una herramienta útil para explicar fenómenos y objetos del mundo. Para sostener esta idea, se propone seis principios orientadores para la enseñanza de Matemáticas en una perspectiva innovadora de Educación. Los resultados apuntan que la innovación en Educación Matemática, desarrollada en la Escuela Pedagógica experimental de Colombia, es un proceso complejo y transdisciplinario que fundamenta la construcción colectiva del conocimiento en un ambiente de investigación y resolución de problemas. La principal implicación de los resultados obtenidos es que la adopción por las escuelas de una perspectiva innovadora de enseñanza de Matemáticas integrada a otras áreas del conocimiento, con énfasis en el desarrollo del pensamiento complejo en los alumnos, contribuye a la formación de sujetos capaces de construir relaciones entre el conocimiento matemático aprendido en la escuela a su realidad.

Palabras clave: Complejidad; Innovación educativa; Innovación en Educación Matemática; Transdisciplinaridad.

ABSTRACT

The present work investigated the innovation in Mathematics Education from the pedagogical perspective of the Escuela Pedagógica Experimental – EPE, a Colombian school that has been practicing educational innovation for 40 years. The research was carried out from the experience, observation and analysis of Mathematics classes, the pedagogical environment of the school, its context and the Actividades Totalidad Abiertas – ATA’s, pedagogical principle built by the school for the development of all activities carried out with its students. Data were obtained through reading of texts produced by the school, free and semi - structured interviews and observation of the classes of three mathematics teachers, who work in three different levels of schooling. This research is a case study in a qualitative approach. For the collection and interpretation of data, we used the Way Method, developed by Edgar Morin for research supported in Complexity Theory and Discursive Textual Analysis, according to Moraes and Galiazzi (2011). The thesis is defended that the teaching of Mathematics must occur in an integrated way to a broad, complex and transdisciplinary environment of research and problem solving, in which this science assumes the role of a useful tool to explain phenomena and objects of the world. To support this idea, we propose six guiding principles for the teaching of Mathematics in an innovative perspective. The results show that the innovation in Mathematics Education, developed in the Escuela Pedagógica Experimental of Colombia, is a complex and transdisciplinary process that bases the collective construction of knowledge in a research and problem-solving environment. The main implication of the results is that the adoption by schools of an innovative perspective of Mathematics Education integrated with other areas of knowledge, with emphasis on the development of complex thinking in which the students are able to relate the mathematical knowledge learned in school to their reality.

Keywords: Complexity; Educational innovation; Innovation in Mathematics Education; Transdisciplinarity.

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Lista de quadros	Página
Quadro 1 – Cronologia das práticas de ensino de Matemática no Brasil	29
Quadro 2 – Periódicos utilizados para a busca de artigos.	50
Quadro 3 – Artigos publicados em periódicos.	52
Quadro 4 – Dissertações e teses	57
Quadro 5 – Cronograma de atividades	73
Quadro 6 – Ambientes de atividades do projeto ATA-EPE de tecnologia.	89

Lista de figuras	
Figura 1 – Regletas de cuicenaire	103
Figura 2 – Placas para construção de quadrados e cálculo de áreas e perímetros	106
Figura 3 – Poliedro flexível	108

LISTA DE SIGLAS

ATA – *Actividad Totalidad Abierta*;

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;

COLCIENCIAS – Departamento Administrativo Colombiano de Ciência, Tecnologia e Inovação;

EPE – *Escuela Pedagógica Experimental*;

ICFES – Instituto Colombiano para Avaliação da Educação;

PEI-EPE – Projeto Educativo Institucional EPE;

PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul;

QUALIS – sistema brasileiro de avaliação de periódicos;

UNIVATES – Universidade do vale do Taquari.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivos de pesquisa.....	18
1.2 Questões de pesquisa.....	18
2 ENSINO DE MATEMÁTICA: HISTÓRIA E CONCEPÇÕES.....	20
2.1 O ensino de Matemática no Brasil.....	21
2.2 Epistemologia da Matemática e de seu ensino.....	29
3. O ESTADO ATUAL DA INOVAÇÃO EDUCACIONAL E A INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	38
3.1 O conceito de inovação em Educação: o que dizem os teóricos da Área?.....	38
3.2 A pesquisa em inovação em Educação Matemática.....	48
3.2.1 Artigos publicados em periódicos.....	51
3.2.2 Teses e dissertações.....	56
4 MÉTODO.....	64
4.1 O método como caminho.....	65
4.2 As atividades de pesquisa.....	71
4.3 Os dados da pesquisa e seu processo de interpretação e organização.....	73
5 A PESQUISA: VIVENDO O UNIVERSO DA EPE.....	77
5.1 Contexto: a <i>Escuela Pedagógica Experimental</i>	77
5.1.1 História e princípios norteadores.....	79
5.1.2 <i>Actividad Totalidad Abierta</i> - ATA.....	83
5.1.3 Projeto ATA-EPE de tecnologia.....	85
5.1.4 O trabalho pedagógico por projetos: a economia azul.....	90
5.1.5 A formação de professores para trabalhar na EPE.....	92
5.1.6 Entrevista com Dino Segura.....	96
5.1.7 Aprendizagem na EPE.....	98
5.2 Relato das observações das aulas de Matemática.....	101
5.2.1 Observação do grupo de nível 3 – professora Paola.....	101
5.2.2 Observação do grupo de nível 8 – professora Diana.....	105
5.2.3 Observação do grupo de nível 12 – professor German.....	107
6 COMPLEXIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE NA EPE.....	111
7 INTERPRETANDO VIVÊNCIAS: A MATEMÁTICA E A INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NA EPE.....	120
7.1 A Matemática na EPE.....	120

7.2 A inovação na EPE.....	126
7.3 O processo de inovação em Educação Matemática na EPE e sua manutenção	130
8 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES.....	134
8.1 Categoria 1 – Métodos de trabalho.....	134
8.2 Categoria 2 – Desenvolvimento do pensamento e a construção do conhecimento	139
8.3 Categoria 3 – Inovação permanente e a formação do professor inovador.....	141
9 PROPOSTA PARA INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	144
9.1 Princípio do ambiente complexo e transdisciplinar.....	145
9.2 Princípio do conhecimento matemático	147
9.3 Princípio metodológico.....	148
9.4 Princípio do desenvolvimento do pensamento criativo.....	150
9.5 Princípio da inovação permanente.....	151
9.6 Princípio da formação permanente de professores	152
10 REFLEXÕES FINAIS.....	155
REFERÊNCIAS	159
APÊNDICES	168
Apêndice 1 – Projetos EPE de Economia Azul 2017.....	168
Apêndice 2 – Entrevista com Dino Segura.....	173
Apêndice 3 – Conversa com alunos no pátio da escola.....	177
Apêndice 4 – Entrevista livre com a professora Paola.	178
Apêndice 5 – Entrevista livre com a professora Diana.	179
Apêndice 6 – Conversa com a aluna Laura.	185
Apêndice 7 – Entrevista livre com o professor German.....	186
Apêndice 8 – Entrevistas semiestruturadas com os professores de Matemática.....	190
Anexo 1 – Carta de aceite da EPE	202
Anexo 2 – Termos de consentimento	203

1 INTRODUÇÃO

Inovação parece ser o tema da atualidade. Em áreas como negócios, tecnologia, gestão, entre outros, a inovação aparece como sendo a solução para os problemas do mundo globalizado nos tempos da sociedade da informação e do conhecimento. De fato, cada vez mais surgem problemas complexos que desafiam a sociedade e a Educação vem sofrendo grande pressão de mudança para atender às exigências de um mundo em constante processo de transformação. Neste contexto, esta pesquisa estudou a inovação, no que este processo se refere ao universo da Educação Matemática.

Entender os processos complexos que permeiam a sociedade moderna, conforme Azcárate (1997, p. 77), “implica aprender a relacionar e analisar criticamente a realidade, não como um conjunto de partes, mas como uma totalidade” (tradução nossa). Ainda segundo a autora, saber analisar e relacionar fatos e fenômenos da realidade criticamente é a formação mínima esperada de quem frequenta os bancos escolares. Porém, o conhecimento transmitido de maneira fragmentada pela escola não cumpre a função de capacitar os estudantes para enfrentar a realidade complexa do mundo moderno.

Diante do exposto e no contexto atual da Educação, conforme Segura (2008) torna-se urgente inovar em Educação. Esse autor enfatiza que tal necessidade não significa simplesmente fazer “um retoque no que se faz em aula, mas uma transformação radical, que deveria incidir e transformar o significado da Educação, os métodos seguidos e as dinâmicas de aprendizagem” (tradução nossa) (p.01). Um dos pontos centrais defendidos pelo autor refere-se ao fato de que o alcance, em termos de aprendizagem do atual modelo educativo, não se reflete na realidade da vida social do aluno. Em outras palavras, o que se aprende na escola não contribui para a formação de um cidadão que tenha a capacidade de interferir na sua realidade e de transformá-la.

Nessa perspectiva, a inovação, quando esta se refere ao universo educacional, parece ser um processo construído dentro da escola pelos sujeitos envolvidos. Esse processo leva em consideração as crenças e concepções desses sujeitos, seus paradigmas individuais. Inovação em Educação parece não ser uma simples mudança ou reforma dos processos escolares. Inovação se apresenta, conforme os autores estudados no capítulo 3, como uma postura pedagógica que transita na diversidade da não fragmentação de conhecimentos e saberes. Com isto, a inovação educacional se constitui num processo que promove a construção do conhecimento escolar.

E este é o caso da *Escuela Pedagógica Experimental* (EPE) situada na cidade de Bogotá, na Colômbia. Essa escola, fundada em 1977 e administrada por uma cooperativa de professores,

vem se destacando, segundo Pulido e Rojas (2014), como um contexto inovador no âmbito educativo. E esse foi o principal motivo para a escolha dessa instituição como objeto de estudo. Durante o período de coleta de dados na escola foi possível observar que a EPE pratica a inovação da inovação, ou seja, a escola é inovadora porque abre espaço diariamente para a participação coletiva na construção dos processos pedagógicos, numa perspectiva dialógica de trabalho.

Outro motivo para a escolha da referida instituição para a realização desta pesquisa justifica-se em função das experiências investigativas desenvolvidas na área de inovação educativa pelo programa de pós-graduação ao qual estamos vinculados (Educação em Ciências e Matemática da PUCRS) que, com isto, nos possibilita entender que a EPE desenvolve e aplica a inovação em Educação. Portanto, a EPE apresenta as condições de inovação em Educação relevantes para conhecer, principalmente no caso em que a inovação é desenvolvida também no ensino de Matemática.

Com isto, o objeto principal dessa pesquisa foi conhecer o processo de inovação em Educação Matemática na EPE e entender como esse processo vem se mantendo ao longo do tempo. Deste modo, investigou-se a prática pedagógica inovadora da escola, para compreender o processo de inovação pedagógica nas suas aulas de Matemática. Para tanto, considerou-se os fatores que influenciam de forma decisiva a prática do professor que vive a inovação em seu trabalho diário. Buscou-se compreender o professor inovador tal como define Fino (2009a, p. 2), isto é, como um “agente transformador” que “tem a responsabilidade de criar contextos de aprendizagem (cada vez mais) ricos e favoráveis”.

Para a realização desse estudo propõe-se a investigação da seguinte questão norteadora da pesquisa: *Como se desenvolve e quais as características fundamentais do processo de inovação pedagógica, no que se refere ao ensino de Matemática, da Escuela Pedagógica Experimental?*

Com a intenção de entender o desenvolvimento e as características de um processo considerado inovador no ensino de Matemática, elaborou-se questões de pesquisa mais específicas e que abordaram o problema principal a partir de duas dimensões. A primeira dimensão refere-se ao processo de desenvolvimento de atividades inovadoras no ensino de Matemática. A segunda dimensão trata do estudo da manutenção de um processo inovador, ou seja, do estudo de como este processo é desenvolvido pelos professores frente aos desafios do cotidiano escolar.

Com este trabalho busca-se compreender a ideia de que o ensino de Matemática tem o potencial de desenvolvimento do pensamento do aluno e, com isto, pode contribuir para a

formação de um cidadão crítico e consciente da sua atuação na sociedade. A partir dessa perspectiva, defende-se a tese de que o ensino de Matemática deve ocorrer de maneira integrada a um ambiente amplo, complexo e transdisciplinar de pesquisa e resolução de problemas, no qual esta ciência assume a função de ferramenta útil para explicar fenômenos e objetos do mundo.

Para apresentar o processo de construção da tese sustentada nesta pesquisa, estruturou-se o trabalho em 10 capítulos, sendo que o primeiro aborda a introdução, os objetivos e as questões de pesquisa.

O segundo capítulo aborda a história do ensino da Matemática no Brasil e as teorias epistemológicas que sustentam as concepções dos professores de Matemática. A seção 2.1 do capítulo, aborda a história e, com isto, percebe-se que a formação dos professores de Matemática sempre foi, e ainda é, fortemente disciplinar. Esse fato contribui para que o professor geralmente não se preocupe com questões inerentes a abordagens inovadoras no ensino de Matemática.

Na seção 2.2 do segundo capítulo estudou-se as teorias que sustentam as concepções dos professores de Matemática. Pretendeu-se mostrar que os professores apresentam influências que vão desde o platonismo, até o quase-empiricismo de Lakatos. Porém, com este estudo foi possível observar que a maioria dos professores entende que a Matemática escolar é uma área fechada do conhecimento onde tudo já foi construído ou inventado, não cabendo mudanças.

O capítulo 3 aborda o atual estado da inovação em Educação de uma maneira geral, ou seja, o que dizem os teóricos e os pesquisadores da área. Então, este capítulo, na sua primeira seção, aborda o tema inovação em Educação. Na segunda seção, apresenta-se um estudo sobre a pesquisa em inovação em Educação Matemática publicada em periódicos e na produção acadêmica de teses e dissertações de programas de pós-graduação. Esse estudo mostra que o assunto inovação em Educação Matemática ainda é pouco abordado no âmbito das pesquisas em Educação Matemática. Também é possível observar que pesquisadores da área de Educação Matemática ainda possuem uma concepção simplista sobre inovação.

O capítulo 4 aborda o método utilizado para a construção desta pesquisa. O trabalho é de um estudo de caso em uma abordagem qualitativa construída em uma perspectiva apoiada no Método do Caminho, conforme Morin, Ciurana e Motta (2003). Este método se fundamenta na Teoria da Complexidade de Morin (2011) e não se constitui em uma teoria para a produção de conhecimentos, nem em uma técnica para a comprovação de hipóteses. Mas constitui-se em uma maneira eficaz para que o pesquisador se situe frente aos aspectos transitórios e efêmeros da realidade complexa pesquisada. Trata-se de uma estratégia para que o pesquisador vivencie,

interaja e se impregne da realidade onde ocorre o fenômeno pesquisado.

Para a compreensão do processo pedagógico envolvendo a Matemática na EPE coletou-se informações de três maneiras: (i) leitura de materiais produzidos por professores e dirigentes da EPE como textos publicados em livros e revistas e documentos internos da instituição; (ii) observação do contexto e das aulas de Matemática de três professores e, (iii) entrevistas livres e semiestruturadas com estes três professores de Matemática. Os dados da pesquisa se constituem de um relato interpretativo do contexto da escola, das observações das aulas e das entrevistas com os professores. Para a análise das entrevistas utilizou-se o método da Análise Textual Discursiva, conforme Moraes e Galiuzzi (2011). Observou-se o trabalho realizado na EPE e o contexto da escola durante dois meses, a partir do final do mês de julho de 2017.

Das observações, conversas e leituras dos materiais que a escola disponibilizou foi construído o capítulo 5, que aborda na sua seção 1, dividido em subseções, (i) a história da EPE com seus princípios norteadores; (ii) as ATA's - *Actividades Totalidad Abiertas*; (iii) o trabalho com robótica denominado de Projeto ATA-EPE de Tecnologia; (iv) o trabalho pedagógico por projetos denominado Economia Azul; (v) a formação de professores para o trabalho na EPE; (vi) entrevista com o Professor Dino Segura, um dos fundadores da EPE e (vii) a relação da EPE com a aprendizagem. Na segunda seção é apresentado o relato das observações das aulas de Matemática de três professores da EPE.

O capítulo 6 abordou a relação entre a Teoria da Complexidade e a Transdisciplinaridade com os fenômenos investigados na EPE. Julgou-se que essas teorias, além de fundamentarem o ambiente escolar e suas práticas pedagógicas, emergem naturalmente desse processo. Com isto, foi possível afirmar que o processo de inovação em Educação Matemática desenvolvido na EPE é complexo e transdisciplinar.

O capítulo 7 apresenta a análise interpretativa das informações obtidas durante a observação do contexto que mais impregnaram este pesquisador. Essa análise apoiou-se nas teorias que emergiram da vivência no contexto pedagógico da EPE. Essas teorias fundamentam basicamente o processo de inovação e o ambiente educacional ali constituído. Neste capítulo, na primeira seção, analisou-se a concepção sobre a natureza da Matemática e o que significa aprender Matemática na EPE. A segunda seção apresenta a análise dos aspectos gerais do que representa inovação em Educação na escola e na terceira seção analisou-se o processo de inovação em Educação Matemática na EPE e sua manutenção.

No capítulo 8 apresenta-se a análise das entrevistas com os três professores de Matemática da EPE. Esse processo utilizou o método da Análise Textual Discursiva.

O capítulo 9 apresenta a tese defendida nesta pesquisa e propõe princípios norteadores

para o trabalho na perspectiva inovadora em Educação Matemática. Esses princípios sustentam e complementam a tese defendida neste trabalho. Esses princípios são: (i) do ambiente complexo e transdisciplinar, (ii) metodológico, (iii) do conhecimento matemático, (iv) do desenvolvimento do pensamento criativo (v) da inovação permanente e (vi) da formação permanente de professores.

O capítulo 10 apresenta as reflexões finais. Neste sentido, afirma-se que é possível ensinar Matemática de uma maneira inovadora e que promova a aprendizagem desta ciência de maneira integrada a outros conhecimentos, em uma perspectiva complexa e transdisciplinar de pesquisa e de resolução de problemas.

A próxima seção aborda os objetivos de pesquisa.

1.1 Objetivos de pesquisa

Esta pesquisa teve como objetivo principal compreender o desenvolvimento e as características do processo de inovação da *Escuela Pedagógica Experimental* da Colômbia, quando este processo envolve o ensino e a aprendizagem de Matemática, e entender como esses processos inovadores se mantêm ao longo do tempo.

Para isso, foram construídos os seguintes objetivos específicos do trabalho:

- a) Conhecer o processo de desenvolvimento das atividades inovadoras no ensino de Matemática na *Escuela Pedagógica Experimental* da Colômbia;
- b) Compreender como os professores de Matemática da *Escuela Pedagógica Experimental* se mantêm inovando ao longo do tempo;
- c) Analisar a relação das teorias que emergem do contexto com as práticas inovadoras desenvolvidas na *Escuela Pedagógica Experimental*.

Para atingir estes objetivos, foram elaboradas questões que emergem desse processo, são as questões de pesquisa, abordadas na próxima seção.

1.2 Questões de pesquisa

Esta pesquisa estudou o processo de construção da inovação pedagógica em Educação Matemática a partir das atividades desenvolvidas por professores de Matemática que atuam na *Escuela Pedagógica Experimental* da Colômbia. Disso, emerge naturalmente a seguinte questão: *Como se desenvolve e quais as características fundamentais do processo de inovação pedagógica permanente, no que se refere ao ensino de Matemática, da Escuela Pedagógica Experimental?*

Essa é uma questão inicial, de caráter geral, que foi sendo aperfeiçoada pelas questões

específicas norteadoras das dimensões investigadas. Para isso, foram estudadas as práticas pedagógicas de professores de Matemática da EPE no desenvolvimento das *ATA's (Actividade Totalidad Abierta)*. Segundo Pulido (2015), a ATA é um recurso pedagógico desenvolvido pela EPE que fomenta a inovação nas atividades escolares.

Para alcançar esse intento, construiu-se questões de pesquisa mais específicas que, ao serem respondidas, contribuem para a compreensão do fenômeno em questão. Essas questões estão organizadas em duas dimensões.

1ª – Primeira dimensão: o processo de desenvolvimento da atividade inovadora no ensino de Matemática.

- a) Como é a prática pedagógica de um professor de Matemática inovador?
- b) Como o professor de Matemática planeja uma ATA, do ponto de vista da seleção de conteúdos, sequência e nível de formulação?
- c) Como se inicia e se desenvolve uma ATA?
- d) Existe um padrão metodológico para o desenvolvimento da ATA? Qual?
- e) Como é realizada a avaliação da aprendizagem em uma ATA?

2ª – Segunda dimensão: manutenção da inovação permanente.

- a) Como o professor de Matemática se mantém inovador?
- b) Quais saberes são necessários aos professores de Matemática para a manutenção e o desenvolvimento de atividades inovadoras?
- c) Como a EPE adapta a realidade a um processo de inovação permanente em Educação Matemática?
- d) Que outros fatores colaboram para que o professor se mantenha inovando?

Na sequência, o próximo capítulo aborda a história do ensino de Matemática no Brasil e as teorias que apoiam as concepções sobre ensino de Matemática dos seus professores.

2 ENSINO DE MATEMÁTICA: HISTÓRIA E CONCEPÇÕES

Quando se pensa em Educação Matemática não se pode deixar de questionar a função que essa educação deve cumprir na sociedade. Num mundo em que os alunos dispõem de fácil acesso aos recursos tecnológicos e de comunicação, segundo Azcárate (1997, p. 77), “é absurdo pensar na escola como uma mera transmissora de conhecimentos” (tradução nossa). Analisando a história do ensino da Matemática no Brasil – como abordado na primeira seção desse capítulo – percebe-se que dificilmente a Educação Matemática proporciona aos estudantes uma formação que lhes permita superar os grandes obstáculos da vida moderna. Porém, a formação Matemática atual geralmente não prepara o aluno para questionar, analisar e intervir no seu contexto social.

O trabalho da escola tem que ser mais dirigido a facilitar as estratégias necessárias aos estudantes para que eles possam interpretar, integrar e transformar a sua formação num conhecimento útil para sua intervenção na realidade (...). O conhecimento escolar deve chegar a poder ser um sistema de pensamento ou de ideias que permita uma maior compreensão do mundo e uma maior capacidade de atuação sobre ele (Tradução nossa) (AZCÁRATE, 1997, p. 77).

A primeira seção deste capítulo trata dos aspectos históricos do ensino de Matemática no Brasil e, com isto, percebe-se que nem sempre foi realizado da mesma maneira. Na segunda seção realiza-se um estudo dos aspectos epistemológicos procurando entender as principais teorias que influenciam as concepções dos professores sobre a natureza do conhecimento matemático e seu ensino.

Na seção 2.1 deste capítulo, aborda-se a história do ensino de Matemática no Brasil. Segundo D’Ambrósio (1996), compreender a história da Matemática e sobre porque o seu ensino tem o nível de importância atual é fundamental para se “fazer qualquer proposta de inovação em Educação Matemática” (p.29). Como este trabalho propõe, no capítulo 9, alguns princípios norteadores para o ensino de Matemática a partir da experiência desenvolvida na EPE, entende-se que essa proposta deve estar amparada pela compreensão da história do ensino de Matemática, principalmente sobre como a Matemática foi ensinada em nosso país. Conseqüentemente, essa síntese histórica, apresentada na seção 2.1, permeia toda a construção desse trabalho.

No geral, a formação do professor de Matemática é fortemente disciplinar e esse fato tende a limitar as possibilidades de reflexão destes professores frente a problemas e contextos internos à própria Matemática, ou seja, o professor de Matemática geralmente se mantém distante de abordagens interdisciplinares e mais contextualizadas para o ensino desta ciência. Neste sentido, a maior dificuldade para o desenvolvimento de abordagens pedagógicas inovadoras no ensino de Matemática, segundo Ribeiro (2013), é a resistência do próprio

professor, advinda em grande parte da sua formação. Segundo Azcárate (1997, p. 78), “poucas vezes o professor de Matemática tem claro o papel da interdisciplinaridade quando falamos de conhecimento matemático” (tradução nossa).

As teorias que emergem da experiência de pesquisa no ambiente da EPE, também estão impregnadas dos aspectos históricos e epistemológicos do ensino de Matemática, os quais são discutidos na seção 2.1 e 2.2 deste capítulo. Com isto, quando é abordado, no capítulo 3, o tema inovação em Educação, e no capítulo 6, a complexidade no ambiente escolar, também defende-se a ideia de que, para compreender o mundo em que vivemos é necessário aprender a relacionar e analisar a realidade como uma totalidade – totalidade no sentido dado pela complexidade de Morin (2011) – e não como um conjunto de partes separadas e sem influência umas sobre as outras.

Porém, ao longo das duas primeiras seções deste capítulo, é possível observar que a Matemática é ensinada, desde a escola infantil até o ensino universitário, de maneira fragmentada e reducionista, geralmente sem conexão com outras áreas do conhecimento humano. Esse fato, segundo Azcárate (1997), produz no estudante uma visão distorcida da realidade complexa em que ele se encontra. Ou, pelo menos, não contribui para que o aluno estabeleça uma relação entre o conhecimento matemático aprendido na escola e a realidade em que ele está imerso.

Para Thompson (1997) e Carvalho (1989), a maioria dos professores concebem um ensino de Matemática em que esta ciência é considerada uma área fechada, onde tudo já foi inventado e constituído, um conhecimento estável, imutável, verdadeiro e absoluto que se torna acessível a poucos, ou seja, um sistema organizado, preciso, rigoroso e lógico. Essas concepções, apontam para uma visão geralmente absolutista sobre a natureza do conhecimento matemático e de seu ensino. Os professores que se distanciam mais dessas perspectivas tendem a compreender a Matemática como um instrumento útil para a resolução de problemas.

Na próxima seção é apresentado um estudo sobre a história do ensino de Matemática no Brasil. Essa seção foi construída para melhor entender como se desenvolveu o ensino de Matemática em nosso país e se ele foi sempre praticado da mesma maneira.

2.1 O ensino de Matemática no Brasil

Quando buscou-se investigar a inovação em Educação Matemática, uma questão emergiu das reflexões: será que a Matemática sempre foi ensinada da mesma maneira no Brasil? Esta seção trata dos aspectos históricos do ensino de Matemática no Brasil. Pretendeu-se, com

isto, compreender o desenvolvimento das práticas pedagógicas para o ensino de Matemática no Brasil.

Segundo Morales *et al* (2003), o ensino no período colonial no Brasil era dominado pelos Jesuítas. Estes davam ênfase ao ensino das línguas e humanidades e o ensino de Matemática era restrito à escrita dos números e às operações elementares. Nos colégios, segundo Gomes (2012, p. 14), o ensino “privilegiava uma formação em que o lugar principal era destinado às humanidades clássicas. Havia pouco espaço para os conhecimentos matemáticos e grande destaque para o aprendizado do latim”. A prática pedagógica era desenvolvida na perspectiva clássico-humanista, ou seja, ensinar significava transmitir conhecimentos clássicos. O caráter transmissivo dominava a didática dos jesuítas.

Em 1738, segundo Miorim (1998), foi criada a Aula de Artilharia e Fortificações do Rio de Janeiro. Nessas aulas só participavam pessoas integrantes da elite que poderiam seguir a carreira militar como oficiais engenheiros. Como professor foi nomeado José Fernandes Pinto Alpoim, um engenheiro militar que lecionava apoiado na filosofia racionalista de René Descartes. O trabalho de Alpoim tinha como objetivo formar cartógrafos, matemáticos e engenheiros militares. Para facilitar o seu trabalho, Alpoim cria os primeiros livros de Matemática escritos totalmente no Brasil, o Exame de Artilheiros e o Exame de Bombeiros. As aulas de Alpoim, segundo Morales *et al* (2003), eram apoiadas nos seus livros, estruturados por meio de perguntas e respostas. Ainda, segundo este autor, mesmo com a ênfase pedagógica da aplicação dos conceitos matemáticos, não existem registros de que os alunos realizassem experimentos práticos da aplicação da Matemática durante as aulas.

Sem qualquer compromisso com o que hoje conhecemos por rigor matemático, as perguntas eram estruturadas como se os alunos ficassem constantemente interrogando ao mestre e o mestre dando respostas. (...) ainda supõe que a aula de Alpoim deveria ser feita na forma de ditado, onde os alunos reproduziam totalmente seu curso em seus cadernos, obedecendo a Ordem Régia de 1738 que o obrigava a ditar as lições (MORALES *et al*, 2003, P. 36).

O caráter de aplicação prática da Matemática surgiu com a evolução da cartografia, das técnicas de artilharia de guerra e das técnicas de construção de fortificações para a proteção de cidades. Essas técnicas, dominadas por engenheiros militares da época, dependiam de conhecimentos práticos sobre a aplicação da Matemática. “Diferentemente da geometria especulativa de Pitágoras, Euclides e Platão, ligada à filosofia e à religião, a geometria prática, dos engenheiros, iniciada por Arquimedes, tinha objetivos fundamentalmente bélicos” (MORALES *et al*, 2003, p. 31).

Com a expulsão dos jesuítas do Brasil no ano de 1759, segundo Miorim (1998), surgiram as primeiras escolas laicas. Em 1772, o governo instituiu, com acesso popular, as aulas

régias (aulas avulsas) em que as disciplinas eram ensinadas isoladamente. Nessas aulas régias, a Matemática era ensinada com seus conteúdos separados em aritmética, geometria e trigonometria. Porém, Miorim (1998) afirma que tais aulas não foram bem-sucedidas, pois eram realizadas em locais diferentes, não havia articulação entre as disciplinas aritmética, geometria e trigonometria. Além disso, os professores não tinham qualificação necessária para o trabalho. Como consequência, a frequência dos estudantes era muito baixa.

Segundo Miorim (1998), no final do século XIX, o ensino de Matemática começa a mudar. Até então predominavam as lições, ou seja, a transmissão de informações do mestre para o aluno (não muito diferente do que ocorre nos dias atuais). Essas lições quase sempre eram realizadas por meio do ditado e os alunos apenas copiavam os conteúdos. Esse fato se confirma pela Ordem Régia de 1738 que obrigava os professores a realizar ditados em suas aulas. Morales *et al* (2003, p. 67) afirma que a Ordem Régia de 1738 foi substituída pela Instrução de 27/10/1880, em seu artigo 7º, que orienta para que “não se absorva todo o tempo letivo só em explicações e lições dos diversos pontos do programa, para que tenham os alunos ocasiões de fazer muitos exercícios e possa o professor interrogá-los a miúdo”. Nessa época, iniciou-se o ensino da Matemática elementar que, conforme Miorim (1998), foi um avanço importante para a época.

Com a proclamação da República, em 1890, foi realizada a primeira reforma na Educação brasileira pelo Ministro da Instrução Pública, Correios e Telégrafos, Benjamin Constant. Para ele, que era professor de Matemática da Escola Militar do Rio de Janeiro e seguidor do ideário positivista do filósofo francês Auguste Comte (1798-1857), a Matemática era a mais importante das ciências. Benjamin Constant era defensor de um modelo de ensino denominado por Gomes (2012) como formalista disciplinar, com um ideal de formação enciclopédica.

Nesta concepção, a Matemática clássica, com seus formalismos, era o centro da aprendizagem. A prática em sala de aula ocorria pela transmissão sistematizada com a memorização dos conteúdos pelos alunos e centrada na figura do professor, dono absoluto da verdade. Essa prática caracterizava-se pela ênfase nas ideias e formas da Matemática clássica, sobretudo no modelo euclidiano e na concepção platônica de Matemática. Esta prática tinha uma visão estática, a-histórica e dogmática das ideias matemáticas, como se essas existissem independente dos homens. Conforme Miguel, citado por Fiorentini (1995, p. 6), se estudava e se ensinava a matemática “não por seus valores intrínsecos ou utilitários, mas como meios de elevação espiritual no sentido de conhecimento da natureza da verdade absoluta, a fim de atingir a disciplina suprema”.

Depois da perspectiva de ensino de Matemática de caráter formalista disciplinar, assumida e instituída no âmbito brasileiro por Benjamin Constant, segundo Gomes (2012), surge na comunidade científica internacional um movimento que propõe mudanças no ensino de Matemática. Então, em 1908, foi realizado em Roma, na Itália, o 4º Congresso Internacional de Matemática, no qual foi criada uma comissão internacional, presidida pelo matemático alemão Félix Christian Klein (1849-1925), para tratar dos assuntos relativos ao ensino de Matemática.

A formação dessa comissão demonstra a existência de um primeiro movimento internacional para a modernização do ensino de Matemática. Esse movimento, liderado por Felix Klein, teve como propostas “promover a unificação dos conteúdos matemáticos abordados na escola em uma única disciplina, enfatizar as aplicações práticas da Matemática e introduzir o ensino do cálculo diferencial e integral no nível secundário” (GOMES, 2012, p. 19). No Brasil, o maior defensor das ideias de Félix Klein foi o professor de Matemática e diretor do Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, Euclides de Medeiros Guimarães Roxo (1890-1950), que propõe a unificação das áreas de Aritmética, Álgebra, Geometria e Trigonometria em uma única disciplina chamada de Matemática.

Félix Klein e Euclides Roxo eram seguidores do ideário da Escola Nova, movimento que, segundo Morales *et al* (2003) pretendia retirar o protagonismo do professor e passar a valorizar o aluno e seus processos psicológicos. O aluno passaria a ser o centro do processo de ensino e aprendizagem.

A adoção das ideias modernizadoras de Félix Klein no ensino de Matemática nas escolas secundárias brasileiras concretizou-se apenas em 1931 com a reforma de Francisco Campos (1891-1968), então ministro da Educação e Saúde. Conforme Gomes (2012), a proposta da reforma de Francisco Campos, priorizou o desenvolvimento mental e os interesses dos alunos, enfatizando o caráter pedagógico do descobrimento de conceitos e uma visão do aluno não como um “receptor passivo” (p. 19) de conteúdos matemáticos. A proposta recomendava que os alunos não deveriam memorizar, mas raciocinar sobre os conceitos estudados, e salientava que a descoberta deveria partir da intuição do aluno.

Para o ensino de geometria, em especial, a proposta considerava que o estudo de conceitos mais formais deveria ser precedido de experimentação e construção de figuras e objetos. Esta prática, segundo Fiorentini (1995), apresenta uma concepção idealista a respeito da ciência, ou seja, buscava o desenvolvimento da criatividade dos alunos com técnicas de aprendizado baseadas na descoberta. Era um método conhecido como “o aluno aprende fazendo” (p. 11). Os métodos de ensino consistiam de tarefas desenvolvidas em pequenos

grupos, com farto material didático e em ambiente estimulante. Nesta prática, era muito forte a defesa do uso de materiais concretos como, por exemplo, o Material Dourado, que ainda hoje é utilizado e que foi concebido pela educadora, médica e pedagoga italiana, Maria Tecla Artemisia Montessori (1870-1952).

Gomes (2012) cita que a reforma de Francisco Campos, no que se refere ao ensino de Matemática, foi muito detalhada e abordava princípios que foram além dos conteúdos que deveriam ser ministrados aos alunos.

Seu texto se inicia por uma exposição das finalidades do ensino da Matemática: O ensino da Matemática tem por fim desenvolver a cultura espiritual do aluno pelo conhecimento dos processos matemáticos, habilitando-o, ao mesmo tempo, à concisão e ao rigor do raciocínio pela exposição clara do pensamento em linguagem precisa. Além disso, para atender ao interesse imediato da sua utilidade e ao valor educativo dos seus métodos, procurará, não só despertar no aluno a capacidade de resolver e agir com presteza e atenção, como ainda favorecer-lhe o desenvolvimento da capacidade de compreensão e de análise das relações quantitativas e espaciais, necessárias às aplicações nos diversos domínios da vida prática e à interpretação exata e profunda do mundo objetivo (GOMES, 2012, p. 19).

É importante salientar que o Formalismo não deixou de existir a partir do surgimento da Escola Nova. Pelo contrário, permaneceu até o surgimento da perspectiva denominada de Movimento da Matemática Moderna, principalmente em escolas privadas.

Em 1961, conforme Gomes (2012), emergem propostas de renovação do ensino de Matemática em nosso país com a formação, em São Paulo, do Grupo de Estudos do Ensino de Matemática – GEEM. A nova proposta tinha o objetivo de modificar o ensino de Matemática das escolas secundárias, aproximando os conceitos matemáticos àqueles estudados nas universidades com ênfase nas estruturas matemáticas. Essa renovação no ensino de Matemática ficou conhecida como Movimento da Matemática Moderna e seus princípios e características se contrapunham aos da Escola Nova. Esse movimento se caracterizava pelo estudo da Matemática a partir da linguagem dos conjuntos, das estruturas algébricas e do estudo das relações. A sequência de conteúdos começou a ser apresentado como uma nova construção lógica da Matemática. A abordagem dos números também se modificou radicalmente, ou seja, a aritmética passou a “ser concebida como o estudo dos campos numéricos, sendo a ordem de apresentação desses campos feita segundo o critério da menor para a maior complexidade estrutural dos mesmos” (GOMES, 2012, p. 43).

Segundo Fiorentini (1995), a Matemática Moderna estava centrada na figura do professor, o qual buscava a transmissão e construção da linguagem e dos processos de sistematização e estruturação lógica da Matemática por parte dos alunos. O ensino voltava a ser acentuadamente formal, em que o professor demonstra os conceitos matemáticos na lousa e os alunos copiam e reproduzem esses conceitos. Assim, o aluno deveria aprender as estruturas

subjacentes aos conceitos Matemáticos e isso era considerado, na época, o fator mais importante para a aprendizagem da matemática.

Se a Matemática Moderna não produziu os resultados pretendidos, o movimento serviu para desmistificar muito do que se fazia no ensino da Matemática e mudar – sem dúvida para melhor – o estilo das aulas e das provas e para introduzir muitas coisas novas, sobretudo a linguagem moderna de conjuntos. Claro, houve exageros e incompetência, como em todas as inovações. Mas o saldo foi altamente positivo. Isso se passou, com essas mesmas características, em todo mundo (D'AMBROSIO, 1996, p. 58).

Conforme Morales *et al* (2003), a partir do golpe militar de 1964, o ensino de Matemática, como de resto todas as áreas, foi reduzido ao tecnicismo que tinha como objetivo treinar os estudantes em técnicas especiais de resolução de problemas e formar mão de obra para o sistema produtivo capitalista. A tendência tecnicista era uma prática que buscava a eficiência, com emprego técnicas especiais de ensino. Nesta prática, o ensino de Matemática atuava na preparação e integração da pessoa ao sistema dominante, tornando-se assim uma peça útil para a sociedade. A prática tecnicista era marcada pelos modelos acabados denominados de “tecnologias de ensino” (Fiorentini, 1995, p. 16), na qual os educadores recebiam prontas as formas de organização e controles, as técnicas de ensino e o planejamento das áreas.

Na prática em sala de aula, a tendência tecnicista se caracterizou por um método em que o aluno desenvolvia uma aprendizagem mecânica, com exercícios repetitivos e sem enfatizar compreensão das teorias que fundamentam a Matemática. A habilidade exigida do aluno era a de resolver problemas por meio de técnicas prontas, como a aplicação de fórmulas. Essas tecnologias de ensino ainda existem e são oferecidas às escolas por empresas especializadas.

Conforme Fiorentini (1995, p. 20), “foi a partir das décadas de 1960 e 1970 que se começou a sentir, no Brasil, a presença do construtivismo piagetiano”. Nessa época o construtivismo passou a ser uma referência importante para a inovação das práticas de ensino de Matemática utilizadas até então. Esta prática se baseia na construção de conceitos, com o auxílio de materiais concretos, como por exemplo, os Blocos Lógicos do matemático húngaro Zoltán Pál Dienes (1916-2014).

O construtivismo surge como uma prática pedagógica a partir da epistemologia genética de Jean Piaget.

Embora Piaget não tenha se preocupado em construir uma teoria de ensino ou de aprendizagem do ponto de vista educacional, foi exatamente a partir da epistemologia genética piagetiana que o construtivismo emergiu como tendência pedagógica, passando, então, a influenciar fortemente as inovações do ensino da Matemática (FIORENTINI, 1995, p. 18).

Para o construtivismo, a Matemática é uma construção humana constituída pelas estruturas e pelas relações abstratas entre as grandezas e formas, reais ou possíveis. O aluno

desenvolve o pensamento lógico, a partir da ação, ou seja, é um processo interior de construção do conhecimento. A prática pedagógica é centrada no aluno e o professor tem o papel de orientador e problematizador.

Por isso, essa corrente prioriza mais o processo que o produto do conhecimento. Ou seja, a Matemática é vista como um constructo que resulta da interação dinâmica do homem com o meio que o circunda. A apreensão destas estruturas pela criança se dá também de forma interacionista, especialmente a partir de abstrações reflexivas, realizadas mediante a construção de relações entre objetos, ações ou mesmo entre ideias já construídas (FIORENTINI, 1995, p. 20).

No construtivismo, segundo Fiorentini (1995), o pensamento não tem limites. A Matemática, por ser uma construção humana formada pelas relações abstratas ou reais entre as grandezas e as formas, se relaciona com o intuicionismo. O conhecimento matemático não resulta do mundo ideal platônico nem do mundo natural, mas sim da interação e reflexão do homem com o ambiente em que vive e com as atividades que desenvolve.

A partir da década de 70 do século XX, com a influência do construtivismo, segundo Morales *et al* (2003), surgem no Brasil dois grupos de estudos e pesquisas em ensino de Matemática, o GEEMPA e o GEPEM, que constituem um marco para a pesquisa e o desenvolvimento dos processos pedagógicos ligados ao ensino de Matemática. Em 1970 foi criado em Porto Alegre O GEEMPA (Grupo de Estudos sobre Educação, Metodologia da Pesquisa e Ação) e, em 1976, surge no Rio de Janeiro o GEPEM (Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática).

Nos anos 80 do século passado, segundo Fiorentini (1995), aparecem no Brasil propostas que podem ser identificados como uma tendência derivada de estudos desenvolvidos por pesquisadores do ensino de Matemática sobre os aspectos socioculturais do ensino dessa ciência. Até aquele momento se acreditava que alunos oriundos de classes sociais menos favorecidas não tinham condições de acompanhar e desenvolver o aprendizado formal em função de suas carências sociais. Segundo Fiorentini (1995, p. 24), como resultado destas pesquisas como as de Carraher *et al* (1988), D'ambrosio (1990) e Patto (1990), percebeu-se que isto não era verdade. Ou seja, as crianças de classes sociais mais pobres não são carentes de conhecimento e de habilidades cognitivas, pois sua experiência de vida é diferente da experiência das crianças de classes mais favorecidas, mas por isso não são menos ricas culturalmente.

Essa tendência, reconhecida como socioetnocultural, passou a exercer uma forte influência no campo da pesquisa em Educação Matemática, valorizando o saber e a cultura popular demonstrada pelo aluno e sua capacidade de produzir conhecimento frente à realidade em que vive. No âmbito da Educação Matemática, esta tendência é chamada de

Etnomatemática. Segundo D'Ambrosio (1996), nesta tendência, a Educação Matemática é produzida de maneira não formal, com aplicação na prática cotidiana e social, compreendendo a realidade, formando consciência crítica e política e com troca de experiências entre aluno e professor.

Segundo Luckesi (2000), a Etnomatemática é considerada uma prática pedagógica progressista. A prática pedagógica progressista se baseia na análise crítica das realidades sociais, na valorização das experiências vividas pelos alunos e na relação educador-educando baseada em uma contextualização da realidade das relações sociais. A prática da Etnomatemática questiona concretamente a realidade do contexto em que está inserido o homem, sujeito deste processo, e suas relações com o meio natural e com seus pares.

Segundo Fiorentini (1995), é possível citar a perspectiva Histórico Crítica como uma tendência pedagógica emergente. Nesta tendência busca-se um saber dinâmico em que o educando é estimulado, interna e externamente, a (re)produzir e (re)significar conhecimento matemático com diferentes níveis de sistematização e abstração, acumulado ao longo da história da humanidade. Um fator muito importante desta tendência é que ela propõe o ensino da Matemática por meio do desenvolvimento, em sala de aula ou em outro ambiente de estudo, da história do pensamento que deu origem aos conceitos matemáticos. O educador deve trabalhar o conceito de forma que o aluno entenda a ideia, construída historicamente, a qual deu origem ao conceito matemático estudado no momento e, desta forma, se aproprie do conhecimento de forma definitiva e com liberdade de pensamento e ação na aplicação na sua realidade cotidiana.

Atualmente, ainda convivemos com perspectivas como o Tecnicismo e a Matemática Moderna, presentes principalmente nos livros didáticos e nas tecnologias de ensino oferecidas às escolas por empresas do ramo. Porém, conforme Morales *et al* (2003), as pesquisas realizadas no país promoveram, a partir do final do século XX, outras perspectivas de ensino da Matemática, como a Resolução de Problemas, a Modelagem no ensino de Matemática e a História da Matemática. Essas perspectivas são a base das práticas pedagógicas que procuram promover a aprendizagem da Matemática sob uma abordagem diferenciada. Nelas procura-se contextualizar os problemas e levar em conta a construção do conhecimento protagonizada pelo aluno.

Porém, ainda temos muitos desafios pela frente, pois a maior dificuldade encontrada para a melhoria dos processos de ensino da Matemática, conforme já alertava Azcárate (1997), reside na resistência dos professores de Matemática em mudar a sua metodologia de ensino, pois a consideram como um conhecimento absoluto e acessível a poucos. O Quadro 1 resume

as práticas dominantes no ensino de Matemática dos professores brasileiros ao longo da nossa história.

Quadro 1 – Cronologia das práticas de ensino de Matemática no Brasil.

Período ou ano em que surge a prática pedagógica	Perspectiva utilizada para o ensino de Matemática
Período colonial	Transmissão de conhecimentos aos alunos. Privilegiava o aprendizado dos números e das quatro operações aritméticas;
1738	Aulas de Artilharia e Fortificações. Usa o ditado e a cópia de conteúdos matemáticos.
1772	Aulas régias (isoladas). Ainda sob a perspectiva da transmissão dos conteúdos;
1880	Instrução de 27/10 - Alunos devem realizar exercícios de Matemática e não apenas decorar conceitos;
Proclamação da República – Benjamin Constant - 1889	Ensino de Matemática passa a ser formalista disciplinar – formação enciclopédica;
1931	Escola nova – Valoriza o aluno e seus processos psicológicos. Alunos não devem memorizar, mas raciocinar. Ensino de Matemática por meio da descoberta, pela intuição e experimentação e construção geométrica;
1961	Movimento da Matemática Moderna – raciocínio lógico e a Matemática é fundamentada na linguagem de conjuntos e nas estruturas algébricas.
1964	Tecnicismo – o aluno reproduz conceitos e memoriza por repetição as técnicas de resolução de questões Matemáticas;
Década de 70	GEEMPA – Grupo de Estudos sobre Educação, Metodologia da Pesquisa e Ação; GEPEM – Grupo de Estudos e Pesquisa no Ensino de Matemática;
A partir do final do século XX	Tendências pedagógicas para o ensino de Matemática: Construtivismo, Histórico Crítica, Resolução de Problemas, Modelagem, Etnomatemática, História da Matemática.

Fonte: O autor (2016)

A próxima seção aborda as principais teorias que influenciam as concepções sobre a Natureza do Conhecimento Matemático dos professores, e, também, as principais teorias relacionadas as concepções de ensino dos professores de Matemática.

2.2 Epistemologia da Matemática e de seu ensino

As pesquisas realizadas por Carvalho (1989), Cury (1994 e 1999) e Thompson (1982 e 1997)¹ indicam que as práticas em sala de aula dos professores de Matemática são influenciadas pelas suas crenças e concepções² sobre o ensino dessa disciplina. Desta maneira, para conhecer

¹ Cabe ressaltar que Alba Thompson publicou os resultados de sua pesquisa no ano de 1982 com sua tese de doutorado. No ano de 1997 foi publicado, na revista brasileira Zetetiké (vol. 5/ nº 8), o seu artigo intitulado “A relação entre concepções de Matemática e de ensino de Matemática de professores na prática pedagógica” que foi utilizado neste trabalho e se refere aos resultados da pesquisa de 1982 da autora.

² Os conceitos de concepção (*conception*) e de crença (*belief*) frequentemente aparecem associados na literatura, como no caso do trabalho de Alba Thompson (1982). Conforme Guimarães (2010, p. 89), as concepções dos professores de Matemática, para Alba Thompson, se constituem no objeto central da sua pesquisa e ela assume “que essas concepções são constituídas pelas crenças, pontos de vista e conceitos dos professores sobre a Matemática e sobre o ensino da Matemática”. É com esse sentido que as palavras “crenças/concepções” são utilizadas neste trabalho.

os processos que influenciam a inovação em Educação Matemática entende-se que é necessário a compreensão das teorias que influenciaram e ainda influenciam as concepções desses professores. Mas que teorias influenciam as concepções dos professores sobre ensino de Matemática? Antes de abordar as concepções de ensino de Matemática dos professores, discute-se as principais teorias filosóficas relacionadas às concepções dos professores sobre a Matemática. Primeiramente aborda-se o platonismo.

Na corrente filosófica fundamentada nas ideias de Platão, os objetos matemáticos – as formas ou as ideias – existem num mundo ideal independente da capacidade humana de pensamento. Nessa maneira de pensar, os objetos matemáticos são acessados ou sentidos pelo homem e são pré-existentes a nossa criatividade e ao próprio homem. Para Platão, segundo Machado (2013), os entes matemáticos possuem existência própria, fora da mente do matemático e fora do mundo empírico, ou seja, os conceitos matemáticos são verdades absolutas que não necessitam de uma verificação empírica. As formas e objetos do idealismo platônico não consistiam de idealizações de objetos empíricos, mas serviam de modelo para os objetos e formas do mundo real.

No platonismo, o trabalho do matemático consiste em acessar este mundo perfeito e ideal para descobrir as relações puras e perfeitas que existem entre os entes matemáticos. Conforme Silva (2007), na perspectiva do platonismo, a Matemática é o resultado de um esforço para acessar esse mundo ideal, incorruptível e perfeito onde existem os objetos matemáticos. A principal característica do platonismo é que os conceitos matemáticos são descobertos pelo homem.

Em linhas gerais podemos dizer que os matemáticos que consideram a si mesmos descobridores de verdades em um mundo onde os entes matemáticos têm uma existência objetiva, prescindindo de qualquer ato preliminar de construção, esses matemáticos têm no platonismo a matriz básica de suas concepções (MACHADO, 2013, p. 35).

Se opondo às ideias de Platão, segundo Del Vecchio Jr. (2010), Aristóteles defende que o conhecimento matemático é fruto da criação humana, de sua imaginação e de suas observações e interações com o mundo. Nesta maneira de conceber a Matemática, ela é uma ferramenta que descreve e interpreta o mundo. As suas teorias abstratas também são compreendidas como instrumentos que são utilizados para esse intento. Neste sentido, a Matemática é invenção humana e não pode ser descoberta e, com isto, o homem passa a ser o construtor dos conceitos matemáticos.

Platão faz uma clara distinção entre o mundo das formas perfeitas e o mundo da experiência humana. Aristóteles rejeita essa ideia. Conforme Machado (2013), segundo a

perspectiva aristotélica, a Matemática é resultado de estudos realizados por matemáticos a partir de suas observações e experiências com fenômenos e objetos do mundo perceptível. Por isso, a Matemática é melhor compreendida como uma invenção humana e não como descoberta pronta na natureza. Com esta concepção, Aristóteles defende a importância de se estruturar o pensamento matemático a partir de uma organização rigorosa e lógica das proposições iniciais e fundamentais de todas as ideias Matemáticas, os axiomas.

Enquanto, para Platão, os enunciados matemáticos eram verdadeiros por serem descrições de, ou relações entre, formas Matemáticas de existência objetiva, Aristóteles reabilita o mundo empírico bem como o trabalho do matemático. E recoloca a questão de os objetos e os enunciados matemáticos serem verdadeiros ou falsos não em termos absolutos, mas por serem mais ou menos adequados à representação do mundo empírico, adequação esta relativa a algum fim que se objetiva (MACHADO, 2013, p. 36)

Segundo Cury (1994), no final do século XIX, preocupados com paradoxos e contradições surgidas na Lógica e na Teoria dos Conjuntos, filósofos e matemáticos buscaram fundamentar a Matemática de maneira a resolver esses problemas. Com isto desenvolveram-se três movimentos filosóficos que influenciam as concepções dos matemáticos e dos professores de Matemática até os dias atuais: o Logicismo, o Formalismo e o Intuicionismo.

O movimento logicista tinha como objetivo definir todos os conceitos matemáticos em termos lógicos pela linguagem de conjuntos, estruturando assim uma Matemática pura e consistente. Para alcançar esse objetivo, os logicistas necessitavam desenvolver um sistema lógico mais preciso e mais sofisticado do que eles dispunham na época, com expressões, notações e formas de análise mais aperfeiçoadas. Conforme Silva (2007), os principais matemáticos que defenderam a corrente logicista foram, os alemães Julius Wilhelm Richard Dedekind (1831-1916), Friedrich Ludwig Gottlob Frege (1848-1925) e Karl Wilhelm Theodor Weierstrass (1815-1897).

Na concepção logicista, a Matemática com seus conceitos e objetos, existe independente da vontade humana. São entes do mundo platônico ideal e não físico, independentes de espaço e de tempo. Segundo Silva (2007, p. 226), “Frege admite que o acesso ao universo dos números se dá apenas pela razão”, logo, os números e objetos matemáticos são entes ideais do mundo platônico, porém pertencentes a uma categoria especial, pois são objetos lógicos. Para os logicistas, a Matemática existe independente dos sentidos, mas acessível por eles.

Existe um mundo matemático paralelo ao mundo sensível, mas radicalmente distinto deste, ao qual temos acesso exclusivamente pela razão. O mundo real instancia imperfeitamente o mundo ideal da Matemática, e por isso a Matemática aplica-se, ainda que imperfeita e aproximativamente, a ele (SILVA, 2007. p. 226).

O logicismo foi o marco fundamental para o surgimento do movimento conhecido como Matemática Moderna e, ao mesmo tempo, para o aparecimento de novos pensadores que, contrapondo-se aos logicistas, tentaram sistematizar a Matemática de outra forma. Esses pensadores desenvolveram a corrente conhecida como intuicionismo (SILVA, 2007).

O intuicionismo admite a existência de entes matemáticos, porém somente na medida em que são construídos pela mente humana. Nessa perspectiva, o conhecimento se adquire pela razão, não pela experiência, ou seja, é deduzido. Desta maneira, segundo Silva (2007), o conhecimento não pode ser adquirido pela experiência, nem pela percepção e nem pela sensibilidade. O principal pensador e idealizador da corrente intuicionista foi Luitzen Egbertus Jan Brouwer (1881-1966), matemático holandês, que admitiu as ideias de conhecimento *a priori* de Kant.

No intuicionismo, os objetos e conceitos matemáticos não são considerados pré-existentes em um mundo ideal, como no logicismo. Devem ser construídos partindo-se dos números naturais por meio de certa quantidade de procedimentos lógicos. Essa corrente considera o ser humano possuidor de uma intuição a respeito dos números naturais, partindo disso todo desenvolvimento de conceitos matemáticos. Em função disso, os intuicionistas defendiam a reconstrução de toda a Matemática, iniciando pelos seus fundamentos, partindo sempre da perspectiva da intuição.

Para o intuicionismo, segundo Machado (2013, p. 65), “a Matemática é uma construção de entidades abstratas, a partir da intuição do matemático”. Em função disso, os intuicionistas se utilizam de uma linguagem lógica e uma formalização rigorosa, mas apenas para expressar as suas construções mentais.

Conforme Machado (2013), para os intuicionistas, os entes e objetos matemáticos não surgem da relação empírica e não têm a sua existência num mundo ideal, não têm essa necessidade, devem ser construídos passo a passo pela mente do matemático. As observações de fenômenos naturais são um problema interno do observador e não consequência da sua relação com o mundo exterior a sua mente.

No final do século XIX surge outra corrente, a formalista, a qual também considera os entes matemáticos como não pré-existentes em um mundo ideal. Para essa corrente o método axiomático dedutivo é de fundamental importância para o entendimento dos conceitos matemáticos. Nessa perspectiva, toda a Matemática pode ser construída a partir de verdades primitivas não demonstráveis, os axiomas, que, num desencadeamento lógico de proposições, podem ser demonstradas todas as suas verdades (SILVA, 2007). Para os formalistas a

Matemática consiste em uma construção lógica e formal de conceitos verdadeiros que partem de um sistema axiomático de definições e teoremas.

O objetivo principal do formalismo era eliminar os paradoxos e contradições da Matemática e o método axiomático foi a saída encontrada. Dessa maneira, para os formalistas, se a Matemática fosse toda reescrita de maneira rigorosa por um sistema formal, ela poderia ser entendida como verdade absoluta. David Hilbert (1862-1943), matemático alemão, foi o principal expoente da corrente formalista da Matemática.

Uma posição singular dentro da Filosofia da Matemática é a do filósofo, físico e matemático húngaro Imre Lakatos (1922 – 1974). Segundo Molina (2001), Lakatos se opõe aos três movimentos filosóficos clássicos da Matemática: o logicismo, o intuicionismo e o formalismo. Lakatos denomina estes três movimentos de Justificacionismo que se caracterizam, segundo ele, por tentar justificar o ideal euclidiano de teoria dedutiva. Para Lakatos, o ideal euclidiano buscava estabelecer a verdade por meio de demonstrações, que por sua vez, se apoiam em outras demonstrações e, sucessivamente, até se chegar a proposições tidas como verdades absolutas, os axiomas. Segundo Cury (1994), para este autor, os axiomas não podem ser considerados verdades absolutas por se tratarem de um conjunto de crenças, pois permanecem sujeitos a críticas e substituições.

Lakatos não se interessou pela fundamentação filosófica do conhecimento matemático, mas estendeu o falsificacionismo de Karl Raimund Popper (1902-1944), filósofo da ciência austríaco naturalizado britânico, à Matemática ao afirmar que não é possível justificar as teorias científicas, elas só podem ser falsificadas. Apesar disso, Lakatos não concordava plenamente com a teoria de Popper.

A posição de Lakatos dentro da Filosofia da Matemática é singular. Lakatos não estava interessado em fundamentar a Matemática no sentido de dar uma justificação do conhecimento matemático. Ao estender o falsificacionismo popperiano, Lakatos afirmava que as teorias científicas não podem ser justificadas, só podem ser falsificadas. Mas, enquanto Popper considerava as refutações das teorias empíricas como definitivas, Lakatos afirmava a possibilidade de defender sempre uma teoria matemática contra uma possível refutação. Lakatos também se afastou de Popper ao considerar que as unidades da análise epistemológica não são teorias isoladas, mas conjuntos de teorias ligadas, conjuntos que posteriormente Lakatos chamou de “programas de pesquisa científica” (MOLINA, 2001, p. 137).

De acordo com Cury (1994), a filosofia de Lakatos é considerada como quase-empiricista. Para Lakatos a metodologia da ciência pode seguir dois caminhos: buscar um ideal euclidiano ou seguir as ideias do quase-empiricismo.

Assim, a metodologia da ciência depende da perspectiva aceita: se aspira a atingir um ideal euclideano, busca um conjunto de axiomas aceitos como verdadeiros, nos quais se baseia; se segue as ideias quase-empiricistas, busca hipóteses audaciosas e imaginativas, com grande potência explicativa. No primeiro caso, o desenvolvimento

da ciência é realizado segundo etapas mais ou menos fixas: primeiramente, a etapa pré-científica, de ensaio e erro, quando são estabelecidos os axiomas básicos; em segundo lugar, a etapa dedutiva, em que a ciência é organizada, e, em terceiro lugar, a resolução de problemas dentro do sistema já estruturado. Se a ciência segue os pressupostos quase-empiricistas, o desenvolvimento é totalmente diferente: tem origem nos problemas, propõe soluções que serão testadas, criticadas, refutadas; as soluções são substituídas por outras que serão, por sua vez, refutadas e o desenvolvimento se dá através dos embates entre as soluções propostas, não por uma acumulação de conhecimento, mas pelo refinamento do mesmo, a partir das críticas (CURY, 1994, p. 59).

Para este filósofo, o conhecimento matemático é fruto de uma atividade social humana. Segundo Molina (2001), Lakatos defendia que a Matemática era falível como qualquer outro conhecimento humano e rejeitando a visão de uma verdade absoluta. Lakatos defendeu que o processo de criação realizado pelo matemático necessita ser levado a público para sofrer críticas e refutações e esse processo é que desenvolve um determinado conhecimento matemático.

O processo de criação de uma prova Matemática é social, na medida em que os vários passos da demonstração vão sendo criticados pela comunidade (alunos e colegas). O conhecimento matemático, como criação pessoal de um indivíduo, é passado, através de aulas, palestras, publicações, para a comunidade Matemática, que o critica, o reformula, transformando-o em conhecimento público. Esse é, então, internalizado pelos indivíduos da comunidade e dá origem a novas conjecturas que serão, por sua vez, submetidas a críticas. Dessa forma cresce o conhecimento matemático (CURY, 1994, p. 60).

Lakatos não constrói uma filosofia completa da Matemática. Ao preocupar-se com o que a Matemática é, e não como ela deveria ser, Lakatos desenvolve uma maneira nova de conceber a Matemática e o trabalho desenvolvido pelos profissionais da área. Para Lakatos a Matemática é um conhecimento construído num processo social, sujeito a erros e acertos, e falível, como qualquer outro conhecimento humano.

De maneira geral, estas podem ser as principais teorias filosóficas sobre a natureza do conhecimento matemático que influenciam as concepções dos professores até os dias atuais. A compreensão sobre a natureza filosófica da Matemática está diretamente ligada às concepções destes professores a respeito do ensino desta ciência, ou seja, segundo Thompson (1997), a prática em sala de aula do professor de Matemática está impregnada das suas concepções a respeito da natureza filosófica da Matemática. Portanto, para elaborar uma proposta de trabalho inovadora em sala de aula, é fundamental que se conheça as concepções dos professores.

Com isto, apoiados nas suas concepções sobre a natureza do conhecimento Matemático, conscientes ou não, os professores, segundo Thompson (1997), desenvolvem seu trabalho em sala de aula. Essas concepções influenciam decisivamente na aprendizagem Matemática de seus alunos. Se as correntes filosóficas da Matemática que expressam, de maneira geral, as concepções dos professores sobre Matemática, quais são as suas concepções sobre o ensino da Matemática?

Thompson (1982), realizou uma pesquisa com três professoras de “*high school*” dos Estados Unidos, equivalente ao ensino médio brasileiro, na qual investigou a relação entre suas práticas em sala de aula e as concepções destas professoras sobre a Matemática e seu ensino. Nesta pesquisa, todas as professoras entrevistadas compreendem a Matemática como um sistema organizado, preciso, rigoroso e lógico com seus conteúdos inter-relacionados. Porém, as professoras entrevistadas apontam aspectos da natureza desta ciência que fazem Thompson (1997) identificar três concepções de Matemática diferenciadas: a concepção platônica, a concepção instrumental e a de resolução de problemas. As concepções platônica e instrumental caracterizam visões absolutistas, conforme Cury (1999), enquanto a concepção de Matemática como resolução de problemas, uma visão possivelmente falibilista.

O absolutismo tem suas raízes no empiricismo e no positivismo. De acordo com tal teoria, o conhecimento consiste em uma acumulação objetiva de fatos (...). Suas verdades são imutáveis e seus métodos, irrefutáveis. Mais adiante, o mesmo autor acrescenta, ainda se referindo à visão absolutista, agora em relação à Matemática: “os conceitos, em Matemática, não se desenvolvem, eles são descobertos e dão a impressão de que sua estrutura é imutável” (Ibid., p. 246) (CURY, 1999, p. 5).

Para Thompson (1997), as concepções manifestadas por professores a respeito do ensino de Matemática parecem estar mais relacionadas a um conjunto de doutrinas abstratas sobre a Matemática do que a uma teoria pedagógica, ou seja, as ideias que os professores têm sobre seus alunos, o contexto social e emocional da sala de aula, parecem ser menos importantes do que suas perspectivas sobre o ensino da Matemática.

Thompson (1997) conclui que a relação entre a prática em sala de aula de professores de Matemática e suas concepções sobre ensino e a natureza da Matemática não são simples, mas complexas. No entanto, esta autora defende que as concepções sobre Matemática e seu ensino tem um papel fundamental no estilo de atuação em sala de aula de cada professor de Matemática.

Carvalho (1989) agrupa em três categorias as concepções de professores sobre a natureza da Matemática: (i) os que consideram a Matemática como um instrumento que está presente em todas as atividades humanas; (ii) aqueles que percebem a Matemática como algo prazeroso; e (iii) os que compreendem a Matemática como um jogo ou como uma ciência que desenvolve o intelecto. Cury (1999) afirma que existem semelhanças entre os resultados apontados pelas pesquisas de Thompson (1982) e Carvalho (1989), pois em ambas as pesquisas fica evidente o caráter de ciência utilitária, na qual a Matemática é concebida como um instrumento útil para compreender fenômenos, descrever objetos e resolver problemas sendo que “também o prazer sentido por algumas professoras ao estudar Matemática e brincar com ela e o entusiasmo com o seu ensino são mencionados em ambos os trabalhos” (CURY, 1999, p. 7).

Carvalho (1989) afirma que, geralmente, os professores de Matemática não são conscientes das concepções de ciência inerentes aos princípios metodológicos das diferentes práticas pedagógicas. A autora justifica esse fato ao afirmar que a maioria dos professores de Matemática, ao submeter-se a realidade social e emocional de uma sala de aula, tendem a praticar uma metodologia que prioriza a transmissão de conceitos matemáticos.

Para Thompson (1997), deve-se levar em consideração uma série de aspectos quando se estuda as concepções de professores de Matemática sobre o seu ensino e sua aprendizagem. Esses aspectos englobam a proposta de escola em que o professor atua, a sua abordagem pedagógica, a compreensão do que é a Matemática para o professor, os aspectos disciplinares e emocionais da sala de aula, a compreensão do professor acerca do seu papel como educador e sua compreensão sobre que tipo de resultados se pretende atingir na aprendizagem dos alunos sobre Matemática, ou seja, o processo de avaliação assumido pelo professor. Esses aspectos constituem, segundo a autora, a base das concepções dos professores de Matemática acerca do seu ensino.

Diante do exposto, percebe-se que a Matemática tem sido ensinada, historicamente em nosso país, com uma forte ênfase na transmissão de conceitos e técnicas de resolução, sem a preocupação de contextualizar o seu ensino. Mesmo com o desenvolvimento das modernas propostas de ensino, denominadas de tendências pedagógicas, poucos são os professores que discutem a ideia de que a Matemática seja uma parte importante do conjunto de conhecimentos que proporcionam ao indivíduo uma interação maior com o ambiente social em que vive.

Conforme Azcárate (1997), a Matemática se constitui num elemento fundamental para a comunicação universal, em uma ferramenta útil para modelar o mundo real e forma um corpo de modelos de pensamento e de linguagem que possibilitam simular fenômenos presentes no cotidiano. Então, apenas transmitir conceitos diminui a potencialidade da Matemática. Os alunos têm o direito de acessar todas essas potencialidades da Matemática e utilizá-las socialmente. É o que a EPE proporciona aos seus alunos com a sua proposta pedagógica de ensino de Matemática.

A seção 2 deste capítulo abordou os principais aspectos epistemológicos que influenciam nas concepções dos professores de Matemática. Neste sentido, nos pareceu que a maioria dos professores concebem a Matemática como uma verdade absoluta, um sistema rígido e lógico. Nesta perspectiva, entende-se que o trabalho desenvolvido na EPE se aproxima mais da proposta de Lakatos, com o seu “Quase-empiricismo”. O trabalho com Matemática na EPE ocorre com a construção coletiva de conhecimento por meio de pesquisa de problemas

propostos. O resultado dessa pesquisa é socializado e dessa interação coletiva emergem novas propostas, novos problemas. Muito semelhante ao que propõe Lakatos.

O próximo capítulo aborda o atual estado da inovação em Educação e apresenta um estudo sobre a produção acadêmica em inovação em Educação Matemática.

3. O ESTADO ATUAL DA INOVAÇÃO EDUCACIONAL E A INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

A EPE é reconhecida como uma escola inovadora, sendo esse um dos pilares que fundamentam seu trabalho diário. Com isto, as relações entre o conceito de inovação e as práticas pedagógicas observadas emergem naturalmente da vivência na escola. Então, a conceituação de inovação e sua relação com os processos da escola se constituem num marco teórico que fundamenta o trabalho da EPE. Esses conceitos foram encontrados na vivência no ambiente educativo da EPE e são analisados no capítulo 7. Isto significa que os processos pedagógicos da EPE confirmam a fala dos teóricos da área.

Desta maneira, partindo do questionamento sobre qual é a situação da inovação em Educação de um modo geral, este capítulo apresenta na primeira seção, o conceito de inovação fundamentado em teóricos da área. De um modo mais específico, a segunda seção aborda a situação da inovação em Educação Matemática. Esta seção apresenta a produção acadêmica dos programas de pós-graduação em Educação Matemática e as publicações de artigos em revistas científicas.

3.1 O conceito de inovação em Educação: o que dizem os teóricos da Área?

Esta seção discute um âmbito específico de aplicação do conceito de inovação apresentado na literatura especializada, o da inovação em Educação. O termo inovação passou a ser utilizado mais recentemente na Educação como reflexo do incremento do seu uso no desenvolvimento tecnológico e na solução de problemas sociais. Porém, Blanco e Messina (2000) já alertavam sobre a falta de um marco teórico suficientemente desenvolvido e compartilhado que defina este conceito e Harres *et al* (2018, p. 03) afirmam que ainda “existe pouca informação a respeito do que pensam os professores que desenvolvem permanentemente atividades inovadoras”. Com isto, nos dias atuais ainda se percebe a falta desse marco teórico, haja vista a dificuldade para encontrar material sobre inovação em Educação Matemática, como descrito na seção 3.2 deste capítulo. Porém, isto não inviabiliza o desenvolvimento do assunto, apenas demonstra que este é um campo que ainda necessita de muita pesquisa e discussões.

Blanco e Messina (2000) afirmam que o conceito de inovação possui diferentes entendimentos, concepções e opiniões e, por isso, apresenta um grau elevado de relatividade. Segundo essas autoras, a inovação em Educação é praticada em muitas escolas da América Latina, porém é pouco estudada pelo meio acadêmico. As mesmas autoras afirmam que o assunto inovação não possui um marco teórico suficientemente desenvolvido e compartilhado. Em função disso, geralmente as propostas inovadoras realizadas nas escolas não se

desenvolvem apoiadas em teoria bem fundamentada.

Por isso, primeiramente, julgou-se necessário discorrer sobre a utilização do termo que define o conceito, que é o de inovação quando esse fenômeno ocorre em Educação. Blanco e Messina (2000) afirmam, e se pôde constatar a partir das leituras realizadas, que existem diferentes denominações para inovação, quando esta se refere à Educação. Alguns autores empregam termos como “inovação educativa”, outros usam “inovação pedagógica”, alguns utilizam “inovação educacional” ou “inovação em Educação” e outros utilizam simplesmente “inovação”. O termo que mais aparece é “inovação educativa”.

Segundo Blanco e Messina (2000), a UNESCO conceitua diferentes termos para inovação ligada à Educação. Os termos indicados pela UNESCO são “inovação educacional” ou “inovação educativa”, “inovação pedagógica” ou “inovação instrucional”, ou ainda, apenas “inovação”. Para os aspectos administrativos da Educação o termo mais utilizado é simplesmente “inovação”. Os termos “inovação educativa” ou “inovação educacional” são mais utilizados quando se tratam de mudanças nos conteúdos ou nos programas de ensino. Por outro lado, “inovação pedagógica” geralmente se refere aos métodos de ensino utilizados pelos professores.

Cardoso (1997, p. 2) afirma que o termo inovação, quando aplicado em Educação, é frequentemente utilizado como sinônimo de “mudança, ou renovação, ou de reforma sem, contudo, tratarem de realidades idênticas”. Segundo essa autora, uma mudança educativa (ou educacional) não pode ser considerada inovação. Uma mudança ou reforma curricular é uma mudança educativa, contudo não constitui inovação nos processos de ensino e aprendizagem. Messina (2001) também afirma que inovação educativa não pode ser considerada mudança, pois “o deslumbramento por qualquer coisa que seja nova e moderna são movimentos nos quais se perde o sentido da Educação como renascimento” (tradução nossa) (p. 03). Ainda, segundo a autora, a inovação educativa deve possibilitar que os sujeitos, atores do processo educacional, sejam autônomos, críticos e reflexivos, construindo um saber que lhes possibilite transformar sua realidade.

Observa-se assim mesmo que, na prática, trata-se de um conceito superdimensionado, de tal forma que muitas vezes se denomina de inovação a qualquer mudança ou aspecto novo. Geralmente consideram-se como inovações todas as tentativas de romper com a tradição ou a rotina. Neste sentido é importante diferenciar inovação de mudança, ajuste ou melhora, e inovação de reforma, já que nem toda mudança ou reforma é necessariamente uma inovação. Contudo, esta diferenciação não é uma tarefa fácil, já que os três conceitos estão, por outro lado, estreitamente relacionados entre si (tradução nossa) (BLANCO E MESSINA, 2000 p. 42).

Conforme Cardoso (1997, p. 2), “inovação pedagógica não é uma mudança qualquer”. Inovação educativa não pode ser considerada uma renovação, pois necessita de uma ruptura

com situações vigentes e traz algo novo aos processos educativos, ou seja, não renova os processos existentes, mas modifica-os. E, segundo a autora, inovação não é reforma, pois não pode ser instaurada por um poder dominante, necessita ser construída pela comunidade escolar dentro de sua realidade. Essa autora define o conceito de inovação como sendo muito mais complexo e abrangente que os conceitos de mudança, reforma ou renovação. Inovação se refere a algo novo e ainda não realizado no contexto escolar. Para Cardoso (1997, p. 03) “é uma mudança, mas intencional e bem evidente, exige um esforço deliberado e conscientemente assumido, requer uma ação persistente” e tem a intenção de melhorar os processos educativos. Inovação se constitui em uma mudança de caráter intencional que afasta do seu campo as mudanças produzidas pela evolução "natural" do sistema. Inovação educativa deve ser mais do que uma reforma ou melhoria do sistema educativo que, segundo Fino (2008) é uma ruptura com o sistema vigente que supõe efetivamente algo novo no fazer pedagógico, com consciência e participação coletiva.

Em geral, as reformas que ocorrem no sistema educacional e que são propostas (ou impostas) por elementos externos à comunidade escolar, se constituem em regras construídas por pessoas que geralmente não vivem a realidade das escolas e nem das comunidades onde estas estão inseridas. As mudanças implementadas por essas reformas, segundo Cardoso (1997), geralmente constituídas a partir de atos de legisladores e de administradores dos sistemas de ensino, não podem ser consideradas inovação educativa. Podem até representar algo novo, uma situação nova que pode trazer benefícios para a comunidade escolar, porém não é uma inovação do ponto de vista dos processos internos de desenvolvimento da comunidade escolar.

A inovação não é sinônimo de reforma, na medida em que esta poderá ser apenas assimilável ao conceito de "inovação instituída", quer dizer, uma inovação que resulta do exercício de um poder instituído de que dispõe o planejador e o legislador, elementos que, em geral, são exteriores à escola onde esta deve ser aplicada. Como se depreende facilmente, o conceito de inovação ultrapassa largamente o conceito de reforma. O conceito de inovação é, pois, bastante mais rico e abrangente do que os conceitos de mudança, renovação ou de reforma (CARDOSO, 1997, p.2).

Concorda-se com Blanco e Messina (2000) quando afirmam que a inovação em Educação não é uma prática neutra ou passiva, pois ela está condicionada às concepções sociais, políticas, culturais e epistemológicas daqueles que participam dos processos internos da comunidade escolar envolvida. A concepção de inovação está estreitamente vinculada a sua concepção de escola, de Educação, de ensino, de aprendizagem e de que tipo de cidadãos a escola quer formar.

Por outro lado, a inovação em Educação é um conceito muito relativo, pois “o que em

um contexto pode ser inovador, não é em outro, e o que em um momento foi inovador, em outro pode deixar de ser ao converter-se em rotina” (tradução nossa) (BLANCO; MESSINA, 2000, p. 44). Porém, muitos autores concordam que todo processo de inovação tem como princípio primordial ser uma reação a uma situação ou característica que se queira mudar.

Dessa maneira, uma primeira aproximação do conceito de inovação, conforme Macías (2008), pode ser como uma maneira nova de se fazer algo e que produz melhorias, ou ainda, conforme Harres *et al* (2018, p. 04), a “introdução de algo novo que provoque modificação na forma de realizar as atividades concernentes a determinados contextos”. Porém, se entendemos que inovação significa introduzir algo novo no processo educativo que produza melhorias, podemos entender que algum aspecto relativo à mudança também está presente no processo e é importante para a inovação. Inovação pode não significar uma simples mudança, mas inovação certamente provoca mudanças.

Mas, se inovação pressupõe algo novo que cause melhorias, é necessário que se entenda o que significa o “novo” dentro da ideia de inovação. Segundo Macías (2008), novo significa algo que não foi feito anteriormente, que não era conhecido ou que nunca foi inventado e, deste ponto de vista, inovação pode ser algo muito raro na Educação. Este fato aproxima o conceito de “novo” à outra dimensão de significado, “associado acima de tudo a formas ou maneiras novas de se fazer ou utilizar algo” (tradução nossa) (MACÍAS, 2008, p. 10). Nesse sentido, segundo esse autor, é possível realizar algo novo mesmo que isso já seja conhecido, pois pode ser utilizado de novas maneiras, em outras circunstâncias ou com outras finalidades e, com isto, o novo pode ser considerado como inovação.

Porém, mudanças superficiais que emergem de experiências esporádicas na prática diária de sala de aula não podem ser consideradas uma inovação educativa. A inovação educativa pressupõe um caráter de continuidade e melhoria para a coletividade envolvida, ou seja, para que um processo pedagógico seja considerado inovador “necessita ser duradouro, ter um alto índice de utilização e estar relacionado com melhoras substanciais da prática educativa, isto estabelecerá a diferença entre mudanças superficiais e a autêntica inovação” (tradução nossa) (MACÍAS, 2008, p. 10).

Barrantes (2001) amplia a definição de inovação educacional afirmando que existem três maneiras de se compreender a inovação em Educação: (i) como a criação de fatores ou projetos externos a dinâmica escolar; (ii) como o desenvolvimento de um ambiente educativo novo, ou seja, uma nova concepção de escola; e (iii) como um processo de modernização da escola. Esse autor relaciona a inovação escolar aos aspectos sociais desse processo.

Como fatores externos à dinâmica escolar, a inovação aparece como estratégias de

dinamização e desenvolvimento de processos que aumentem a qualidade da Educação, o que significa contribuir com “insumos metodológicos e didáticos em áreas específicas de conhecimento” (tradução nossa) (BARRANTES, 2001, p. 117). Esses insumos metodológicos devem ser elaborados desde uma perspectiva fundamentada teoricamente em comum acordo com todos os envolvidos no processo. Os insumos metodológicos referidos pelo autor podem significar novos materiais didáticos, material físico, novos equipamentos tecnológicos, ou seja, tudo que deve ser feito fora do contexto específico da escola para que ela tenha condições de desenvolver uma autêntica inovação educacional.

Para o desenvolvimento de um ambiente educativo novo, Barrantes (2001) afirma que todos os setores da escola e do entorno, ou seja, a comunidade onde está inserida a escola devam estar envolvidos no processo de inovação permanente. Isso inclui a administração escolar e os processos de formação continuada dos docentes, bem como os familiares dos alunos e os habitantes do entorno podem participar e sustentar a inovação da escola por meio de um processo de participação e permanente reflexão. A escola inovadora não se constitui nem se desenvolve sozinha.

Para Barrantes (2001), inovação como modernização da escola significa promover processos pedagógicos que contribuam para a construção de uma sociedade mais moderna e recupere o “sentido de totalidade da Educação, vinculando o ensino e a aprendizagem à resolução de problemas da vida cotidiana” (tradução nossa) (p. 110), promovendo a criatividade, a sensibilidade, o sentido estético, entre outras dimensões diferentes da cognitiva, para que ocorra a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de cidadãos que promovam a sociedade e seu desenvolvimento.

Messina (2001) ainda afirma que o conceito de inovação assume formas diversas e significados múltiplos em função do contexto que está inserido. Essa autora enfatiza que “inovação não é um fim em si mesma, mas um meio para transformar os sistemas educacionais” (tradução nossa) (p. 226). Inovação é um processo complexo e não um acontecimento isolado, ou seja, é um processo que envolve várias dimensões que participam e influenciam na elaboração do trabalho inovador. Inovar de maneira permanente exige uma disposição constante em dar novo significado ao conceito de inovação diante das possíveis mudanças que ocorrem no contexto escolar, isso é inovar a própria inovação.

Para que ocorra um processo de inovação educativa, segundo Messina (2001), é necessário que sejam levados em conta as concepções dos envolvidos e o contexto em que a escola está inserida, pois o que é inovador para alguns pode não ser para outros. Dessa forma, concorda-se com Borges e Tauchen (2012, p. 559) quando afirmam que “as estruturas

paradigmáticas e epistemológicas estão no cerne das experiências inovadoras”. Isso significa que a criação e manutenção de processos inovadores exige discussões constantes sobre as questões epistemológicas sustentadas pela compreensão da realidade onde está inserida a escola. As ações inovadoras são desenvolvidas com a participação coletiva e apoiadas nos seus paradigmas e suas concepções.

Fino (2008, p. 01) amplia o conceito defendendo que inovação “implica mudanças qualitativas nas práticas pedagógicas e essas mudanças envolvem sempre um posicionamento crítico, explícito ou implícito, face às práticas pedagógicas tradicionais”. Esse autor afirma que é possível compreender a inovação pedagógica como uma ruptura paradigmática, pois inovação pedagógica implica uma descontinuidade ou um salto qualitativo no processo educativo tradicional, nomeado por ele como sendo o paradigma fabril. O autor defende que a inovação pedagógica só pode acontecer quando todos os sujeitos envolvidos participam ativamente da construção de contextos de aprendizagem inovadores em relação aos contextos habituais da escola tradicional.

Fino (2009b) considera que o padrão advindo da cultura dominante reflete a concepção de Educação e escola generalizada entre as pessoas e, a esse padrão dá o nome de invariante cultural. O autor considera que, em geral, as instituições escolares partilham características comuns entre si e essas características impregnam o ideário coletivo gerando a ideia de que escola é um ambiente autoritário, com um currículo comum entre diferentes instituições onde se transmite conhecimento, ou seja, um estereótipo coletivo de escola tradicional. O mesmo autor comenta sobre a necessidade de desfazer esse modelo de pensamento coletivo sobre escola impregnado na sociedade para que a questão da inovação em Educação deixe de ser algo distante da realidade escolar. Esse invariante cultural deve ser desmontado para que o professor inovador possa desenvolver plenamente uma nova proposta de Educação e, conseqüentemente, de escola diferente.

Com isto, percebe-se que inovação pedagógica requer a criação de contextos de aprendizagem diferentes dos contextos de ensino presentes nos ambientes tradicionais. Nos contextos inovadores, professores e estudantes atuam como agentes dessa inovação e desenvolvem grande autonomia, sendo o professor um agente condutor desse processo. É a partir de contextos ricos cognitivamente que se configuram as múltiplas relações que ocorrem no ambiente inovador. Estas relações se fundamentam na compreensão da realidade e na aproximação dos estudantes com o conhecimento, num processo coletivo que lhes permita compreender as múltiplas realidades. Segundo Gómez (2013), o ambiente inovador propicia um espaço de formação integral que se fundamenta em confiança, convivência e conhecimento,

que faz da escola um espaço de formação integral e de transformação social e cultural dos sujeitos envolvidos nesse processo.

Blanco e Messina (2000) afirmam que existem muitas iniciativas consideradas inovadoras nas práticas dos professores e que essas iniciativas apresentam diferentes características. Algumas delas promovem mudanças na organização da aula, outras iniciativas atuam na autonomia dos alunos, algumas se ocupam da construção do conhecimento com a utilização de tecnologias e pesquisa e outras atuam na articulação entre linguagens e saberes. Com isso, Borges e Tauchen (2013) afirmam que os processos de inovação educativa, nas diversas maneiras de abordar esse conceito, devem promover uma mudança nas práticas e concepções dos professores, pois estes passam a considerar a aprendizagem um processo ilimitado e aberto que cria condições para o desenvolvimento da criatividade e da autonomia dos alunos e professores.

Fino (2009a) defende a necessidade de que o professor, para manter-se como um profissional inovador, realize pesquisas em Educação no seu cotidiano. O autor descarta estabelecer relações entre pesquisa em Educação e experiências pedagógicas inovadoras isoladas, mas sim, busca aliar pesquisa em Educação a uma visão macro do universo educacional em que ocorrem práticas inovadoras. Com isto, o autor defende a ideia de que um professor inovador seja um profissional pesquisador capaz de “abolir a diferença entre investigadores e professores, para que sobressaia uma personagem capaz de sintetizar, na sua prática profissional, a criação do conhecimento necessário à sua transformação” (FINO, 2009a, p. 02). Para o autor, o professor inovador se dedica muito mais à criação de contextos de aprendizagem do que à transmissão de conteúdos sistematizados. O professor inovador cria contextos favoráveis ao desenvolvimento da aprendizagem e realiza pesquisa constantemente.

Pulido e Rojas (2014) defendem que um aspecto importante da prática pedagógica inovadora é a maneira como os estudantes aprendem. Para atingir o objetivo da aprendizagem o processo inovador se alicerça na interação entre os três elementos fundamentais que são, segundo esses autores o professor, o estudante e os conceitos a serem desenvolvidos por meio das atividades propostas. Esta perspectiva se apoia no cotidiano dos envolvidos e no ambiente escolar, ou seja, o cotidiano e o ambiente escolar são denominados, num termo mais abrangente, como entorno, e é esse entorno que permite a aplicação e o desenvolvimento de um conceito.

Segundo Pulido (2015), para que o trabalho inovador seja desenvolvido é preciso que o professor observe e compreenda quatro perspectivas fundamentais que sustentam sua ação pedagógica, que são: a perspectiva teórica, a perspectiva epistemológica, a perspectiva empírica e a perspectiva metodológica. A perspectiva teórica fundamenta o próprio ambiente educativo

e o sistema de práticas possíveis para que a inovação aconteça; a perspectiva epistemológica permite o desenvolvimento de argumentos em torno da consolidação do conhecimento pedagógico e didático do próprio professor; a perspectiva empírica identifica os objetos, os fenômenos e os problemas que serão abordados nas aulas e, por fim, a perspectiva metodológica relaciona os aspectos importantes da sistematização das experiências.

As reflexões de Borges e Tauchen (2013), Fino (2009a), Pulido e Rojas (2014) e Pulido (2015), os quais abordam a prática pedagógica sob o ponto de vista da inovação em Educação, permitem compreender que a ação docente, como as práticas dos educadores que atuam na perspectiva inovadora, é mais complexa do que a prática pedagógica das escolas que não trabalham sob a perspectiva da inovação educativa. Na perspectiva inovadora, o professor organiza e desenvolve condições para o trabalho em uma atividade aberta. As atividades inovadoras na escola, por sua vez, têm a característica de trabalhos em grupos, desafiantes e motivadores, ou seja, são apoiadas pela troca de emoções e informações entre os participantes, em relações que são mediadas pelo entorno. O aluno participa do processo com suas inquietações e interesses e desenvolve segurança e satisfação em aprender.

Em suas práticas inovadoras, os professores consideram importante levar em conta uma quantidade maior de variáveis que podem influenciar na formação dos alunos. Com isto, as interações entre alunos, educadores e o ambiente, tanto social quanto natural do entorno escolar, constituem o alicerce fundamental para o sucesso da prática inovadora.

Segura (2015) defende a ideia de que as escolas são o centro das mudanças na Educação. Este autor considera a Educação inovadora como um projeto social que se desenvolve na escola, que é uma instituição social e um espaço de convivência e integração que permite aos alunos a construção do conhecimento em condições de igualdade para todos. Com isto, a Educação inovadora tem a finalidade primordial de trabalhar para o desenvolvimento integral dos seus educandos para que eles possam se inserir na sociedade com capacidade plena de desenvolver os seus projetos de vida.

Blanco (2006) afirma que escolas que praticam a inovação educacional possuem algumas características fundamentais, como:

Comunidades que assumem desafios e buscam constantemente novas ideias e formas para alcançar um maior desenvolvimento dos docentes, dos alunos e da própria instituição; Existe uma vontade de mudar as concepções, atitudes e práticas; Considera-se que as contradições e confusões fazem parte do processo inovador; São realizados processos de reflexão crítica para não cair em uma prática rotineira; Atua-se com autonomia a partir da administração escolar; Existe abertura para a comparação com outros grupos de docentes e se fomenta um ambiente de colaboração e apoio (Tradução nossa) (BLANCO, 2006, p.3).

Porém, de acordo com essa autora, para que uma proposta de Educação inovadora tenha

continuidade é preciso: (i) considerar o contexto social e cultural da escola; (ii) ter clareza sobre o propósito de se manter inovando; (iii) dispor de recursos humanos e materiais para dar apoio ao processo; (iv) ter viabilidade organizacional, administrativa e profissionalismo dos professores; e, (v) fazer cotidianamente uma reflexão crítica sobre o processo de inovação.

Na América Latina, conforme Blanco (2006), em geral se inova em Educação a partir de um determinado campo de conhecimento sem muito apoio teórico, ou seja, a inovação é feita em contextos variados, com padrões culturais diferentes e com governos que sustentam posturas, muitas vezes contraditórias a respeito da Educação e sua função na sociedade. Com isto, esta autora afirma que o tema inovação em Educação é um assunto em aberto e promissor para novas pesquisas, pois ainda requer um debate mundial sobre o fenômeno.

Poggi (2011) defende a ideia de que um processo de inovação educativa não pode ser desenvolvido de maneira simples e linear. Inovação, segundo essa autora, é um processo complexo que não se aplica de um contexto escolar em outro, ou seja, não é possível copiar um modelo inovador que funciona num determinado contexto e aplica-lo em outro. Em função disto, é muito importante que diferentes experiências inovadoras sejam conhecidas e analisadas para que se possa construir um marco teórico de referência para o fenômeno.

Neste aspecto, Pires (2007) enfatiza que é muito difícil e complexo implementar um currículo inovador em qualquer nível dos sistemas educacionais. A autora afirma que uma das principais dificuldades encontradas para se consolidar um currículo inovador em uma escola é a resistência dos professores às mudanças. Isso ocorre porque dificilmente são levados em conta as crenças e concepções dos professores quando se propõe um currículo inovador em uma escola. Mas também reconhece que fatores como baixos salários, longas jornadas de trabalho e a rotatividade de professores nas escolas públicas contribuem negativamente para a construção de um currículo inovador nas escolas.

Mesmo com todas as dificuldades que existem para se iniciar um processo de inovação, Segura (2008) argumenta a favor da necessidade urgente de se implementar nas escolas a inovação em Educação. O autor sustenta que a inovação em Educação não é uma simples mudança nos processos escolares, mas uma transformação radical das práticas e posturas pedagógicas, que “deveria incidir e transformar o significado da Educação, dos métodos seguidos e as dinâmicas de aprendizagem” (tradução nossa) (SEGURA, 2008, p. 01).

Um dos pontos centrais da inovação, segundo Segura (2008), é que a aprendizagem obtida nos processos escolares não ocorre em função dos objetivos pré-estabelecidos pelos professores ou pelos alunos, mas ocorre nas interações inerentes ao processo educativo inovador. Essas interações escolares desenvolvem nos alunos posturas sociais que formam um

sujeito crítico e reflexivo capaz de encarar os desafios de um mundo pautado pelo individualismo e pelo consumismo exacerbado.

É por esta razão que enfatizamos a importância de consolidar na escola um ambiente educativo que se projete como um contexto desejável e rico em interações; de organizar o cotidiano em termos de trabalhos coletivos, que reforcem uma forma alternativa de ser, enquanto se opõe a sociedade do individualismo e invente alternativas às tendências universais do consumo (tradução nossa) (SEGURA, 2008, p. 01).

Os argumentos utilizados por Segura (2008) para defender a inovação em Educação como uma urgência se apoiam em três aspectos: as reclamações usuais feitas ao sistema educativo atual, as implicações e consequências de uma escola inserida num mundo globalizado e a necessidade de uma formação escolar voltada para a convivência social pacífica e harmoniosa.

O primeiro aspecto afirma que os estudantes não aprendem o que os professores querem ensinar, mas somente o que querem aprender. Portanto, a forma autoritária de atuar do atual modelo de ensino não funciona, pois conforme Segura (2008) o atual modelo não faz sentido para os alunos nem para os próprios professores. O segundo aspecto diz respeito às necessidades que um mundo globalizado exige, podendo causar, em função de uma abordagem excessivamente focada nas questões mundiais, um abandono das questões locais. A escola tem o papel fundamental de integrar o cidadão nas questões globais sem desmerecer as questões locais. Por fim, o terceiro aspecto da argumentação desenvolvida por Segura (2008) é a necessidade urgente de uma formação voltada para a convivência mútua. O autor afirma que uma formação que desenvolva valores e temas relacionados com a boa relação humana é fundamental para que a sociedade diminua seus índices de violência.

Segura (2008) defende que é necessário democratizar a capacidade de inovar e estabelecer um processo de fortalecimento institucional para que cada escola possa desenvolver o seu próprio processo inovador. Para que isto ocorra, o autor afirma que é fundamental promover a autonomia institucional acompanhada da criação de redes e serviços de apoio aos processos inovadores, profissionalizar e formar docentes com capacidade de promover inovação nos processos pedagógicos.

Desta maneira, percebe-se que os processos de mudanças que conduzem à inovação educativa são complexos e que é fundamental a construção de uma concepção sobre os processos educacionais mais próximos da complexidade das situações reais. Todo esse processo só pode ocorrer se estiverem presentes nas práticas pedagógicas a ação e o diálogo. A ação como condição para a construção da realidade dos sujeitos envolvidos e o diálogo como princípio fundamental para a construção do conhecimento e para a formação plena de um

cidadão crítico e reflexivo.

Contudo, os autores que abordam o processo de inovação educativa apresentados nesta seção apontam problemas referentes ao tema inovação que merecem ser pesquisados. O primeiro problema diz respeito à imagem que um processo de inovação transmite para os olhares externos à realidade da inovação que ocorre dentro da escola. A inovação não é um processo de crescimento linear, mas trata-se de um processo que possui erros e acertos. Outro conjunto de problemas passíveis de serem pesquisados são os relacionados com a sistematização e análise das inovações que efetivamente ocorrem na prática. Os autores, de maneira geral concordam que existem poucas pesquisas a respeito e que sobram dúvidas sobre a confiabilidade dos dados informados. O último problema apontado nos trabalhos sobre processos inovadores na Educação diz respeito à capacidade dos gestores de políticas educativas de transferir experiências inovadoras para outras instituições escolares.

Concluindo, entende-se que, conforme os autores estudados até aqui, inovação educativa não deveria ocorrer de fora para dentro da escola, ao contrário, ser construída por todos os sujeitos envolvidos nos processos internos da escola e pela sua comunidade do entorno. Na inovação educacional, as crenças e concepções da comunidade escolar estão na base e constituem o alicerce fundamental para a construção e manutenção das experiências inovadoras, ou seja, esses alicerces são a concepção de escola, de ensino, de aprendizagem e de que tipo de cidadão se pretende formar.

A próxima seção aborda a pesquisa em inovação em Educação Matemática.

3.2 A pesquisa em inovação em Educação Matemática

O objetivo desta seção é compreender a abordagem dada por pesquisadores ao tema inovação em Educação Matemática. Os materiais analisados foram publicados em periódicos especializados e produzidos nos programas de pós-graduação da área, porém, encontrou-se poucos materiais que tratam do assunto.

Estabeleceu-se, então, duas perguntas para identificar o tipo de trabalho realizado sobre o assunto que nortearam a leitura dos materiais encontrados. *O que é pesquisado em inovação em Educação Matemática? Do que tratam as produções acadêmicas quando abordam inovação em Educação Matemática?* Foram encontrados oito artigos publicados em periódicos, duas teses e três dissertações que abordam o assunto.

A busca dos artigos publicados nos periódicos selecionados ocorreu com a utilização de palavras-chave e o resultado é apresentado no Quadro 3. Num primeiro momento foi utilizada a palavra “inovação” e, posteriormente, a busca foi realizada por “inovação matemática”,

ambos os termos foram escritos em português, espanhol e inglês. Essas palavras-chave foram aplicadas em todo o corpo dos textos. Com isto, foram pesquisadas todas as publicações dos periódicos constantes do Quadro 2, ou seja, desde o primeiro número publicado pela revista até o número que foi publicado até o mês de junho de 2017, quando foram encerradas as buscas.

A busca iniciou pelos principais periódicos da área de Educação Matemática. O primeiro critério de seleção desses periódicos foi o fator de impacto de suas publicações definido pelo conceito Qualis da Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Foram encontrados 34 periódicos, conforme Quadro 2. Para encontrar estes periódicos foi utilizada a Plataforma Sucupira do Webqualis da Capes. Porém, como esses periódicos não apresentaram muitas publicações sobre inovação em Educação Matemática, também se buscou acesso aos periódicos assinados e disponibilizados pela Biblioteca Irmão José Otão, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Alguns desses periódicos não são classificados pela Capes, mas ampliam e enriquecem o rol de materiais utilizados na busca de informações. No Quadro 2, os periódicos que não possuem classificação da Capes, as quais aparecem com a indicação “S/Qualis”, e são importantes publicações internacionais da área de Educação Matemática.

Conforme Bastos (2011), o fator de impacto de um periódico é calculado pelo número de citações de seus artigos dividido pelo número de artigos que a revista publicou no período em que foi avaliada. Foram utilizadas as informações da última avaliação realizada pela Capes no ano de 2015.

O fator Qualis representa um conjunto de procedimentos realizados pela Capes para avaliação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação e afere a qualidade das publicações dos periódicos científicos. A posição do periódico no Qualis depende, segundo Bastos (2011), de seu fator de impacto.

O Qualis dos periódicos científicos está dividido em oito estratos que, em ordem decrescente de valor são: A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C. Os primeiros quatro estratos (A1, A2, B1 e B2), possuem fator de impacto enquanto os outros estratos restantes (B3, B4, B5 e C), representam periódicos que praticamente não apresentam citações nas bases de dados de periódicos científicos. O Quadro 2 apresenta os periódicos utilizados para a busca de artigos.

Na próxima seção apresenta-se uma análise do resultado da busca por artigos publicados em periódicos.

Quadro 2 – Periódicos utilizados para a busca de artigos.

Nome do periódico	Qualis
Acta Scientiae	A2
Bolema - Boletim de Educação Matemática	A1
Boletim Gepem – Boletim do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	B1
Boletim online de Educação Matemática	B1
Caminhos da Educação Matemática em Revista	B2
Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática	B2
Educação Matemática em Revista	A2
Educação Matemática em Revista RS	A2
Educação Matemática Pesquisa	A2
Educational Studies in Mathematics	A1
Em Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana	B1
International Electronic Journal of Mathematics Education	A1
International Journal for Mathematics Teaching and Learning	S/Qualis
International journal of Science and Mathematical Education	S/Qualis
Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática	A2
Journal of Mathematics Teacher Education	S/Qualis
Journal for Research in Mathematics Education. Monograph	S/Qualis
Mathematics Teacher Education and Development	S/Qualis
Mathematics Teaching in the Middle School	S/Qualis
Perspectivas da Educação Matemática	B1
Pna: Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática	A2
Redimat: Revista de Investigación en Didáctica de las Matemáticas	A2
Relime: Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa	A2
Rematec – Revista de Matemática, Ensino e Cultura	B2
Rencima: Revista de Ensino de Ciências e Matemática	A2
Resonance - Journal of Science Education - Indian Academy of Sciences	S/Qualis
Revemat – Revista Eletrônica de Educação Matemática	A2
Revista de Educação, Ciências e Matemática	A2
Revista Educação - Revista do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa	S/Qualis
Revista Paranaense de Educação Matemática	B1
Teaching Children Mathematics	S/Qualis
The Australian Mathematics Teacher	S/Qualis
The Journal of Mathematical Behavior	A1
Zetetiké	A2

Fonte: O autor (2017).

3.2.1 Artigos publicados em periódicos

No processo de busca de informações, apurou-se um total de oito artigos que abordam o tema inovação em Educação Matemática. O Quadro 3 apresenta a relação de artigos apurados.

Da análise dos artigos encontrados sobre inovação em Educação Matemática, foi possível perceber que os autores abordaram três temas, não muito distintos, que são: construção de uma proposta inovadora para o ensino de Matemática, utilização de tecnologias no ensino de Matemática e maneiras inovadoras de trabalhar a Matemática.

Para que se possa assegurar a mudança em longo prazo, Dillon (1993) afirma que uma proposta de inovação no ensino de Matemática deve ser construída coletivamente desde os primeiros anos do ensino fundamental. Para a construção coletiva, a autora considera não só a participação dos professores e alunos, mas também a dos pais e da sociedade do entorno escolar, com sua força cultural e política. As iniciativas eficazes de inovação no ensino de Matemática, segundo a autora, devem ser compreendidas e fazerem sentido no contexto escolar, situado nas suas comunidades.

Dillon (1993) sugere que, para a construção e o desenvolvimento de um processo inovador no ensino de Matemática deve-se, inicialmente, compreender o sistema escolar e a comunidade onde a escola está inserida. Dentro deste contexto mais amplo e complexo, estão situados todos os valores, crenças e concepções fundamentais para o sucesso e a manutenção de um processo inovador, principalmente quando este processo se refere ao ensino de Matemática. Esses aspectos, segundo a autora, são fundamentais para que a comunidade envolvida compartilhe suas experiências e entenda a sua importância no processo proposto. Com isto se estabelece um diálogo entre professores, pais, líderes comunitários e alunos que constroem o processo para que a cultura comunitária, especialmente as crenças e valores de seus membros em relação à escola em geral, e à Matemática em particular, influenciem o que ocorre na sala de aula de Matemática.

Oers (2013) entende que a complexidade da construção de um processo inovador no ensino de Matemática nega soluções fáceis e requer uma abordagem interdisciplinar. Inovar no ensino de Matemática implica enfrentar muitos desafios éticos, culturais, teóricos e práticos que exigem uma maior colaboração de diversas áreas do conhecimento. Com isto, o uso de tecnologias passa, segundo esse autor, a ser de fundamental importância para o ensino de Matemática em uma abordagem inovadora e interdisciplinar.

Ao discutir as contribuições do uso de tecnologias no ensino de Matemática por professores inovadores, Abar (2016) afirma que as crenças e expectativas destes professores influenciam na sua relação com a utilização dessas ferramentas nas práticas inovadoras. Cada

professor tem sua própria maneira de aprender a utilizar novos recursos tecnológicos e, conforme a autora, ao desenvolver um trabalho em equipe os professores podem criar uma relação coletiva com a tecnologia, superando os medos iniciais do uso da novidade.

Quadro 3 – Artigos publicados em periódicos.

Título do artigo	Autores	Ano	Periódico
The Wider Social Context of Innovation in Mathematics Education	Deborah R. Dillon	1993	Journal for Research in Mathematics Education. Monograph
O projeto DIC: investigações sobre a inovação curricular em Matemática	João Pedro da Ponte Henrique Manuel Guimarães Paula Canavarro Leonor Cunha Leal Albano Silva	1994	Revista Educação - Revista do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa
What are you worth? Mathematics Teaching in the Middle School	Michelle L. Stephen	2009	Mathematics Teaching in the Middle School
Los recorridos de estudio e investigación en la escuela secundaria: resultados de una implementación	Verónica Parra María Rita Otero María de los Ángeles Fanaro	2013	Bolema
Challenges in the innovation of mathematics education for young children	Bert van Oers	2013	Educational Studies in Mathematics
La educación matemática en Finlandia: Un camino seguro para otros países o una anomalía	Patrick Scott	2014	Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática
‘Egg-streme’ egg crashes	Lauren Ward Noleine Fitzallen Sarah Lyden	2016	The Australian Mathematics Teacher
Model of innovation: Process of integrating technology in Mathematics Education	Celina Aparecida Almeida Pereira Abar	2016	Acta Scientiae

Fonte: O autor (2017).

Para Abar (2016), no contexto educacional, geralmente, a inovação é concebida como uma mudança ou uma ruptura com práticas tradicionais de ensino. Porém, a autora considera que a inovação causada pelo uso de tecnologias de informação no ensino de Matemática é muito mais do que isto, pois o uso de tais recursos e o trabalho coletivo permitem que os professores procurem adequar suas práticas pedagógicas utilizando seu conhecimento, crenças e concepções para ampliar a capacidade da tecnologia de proporcionar aprendizagem. A inovação no ensino de Matemática se transforma num processo contínuo de aperfeiçoamento das práticas e das relações dos sujeitos envolvidos.

Ao entrar em contato com a inovação, os professores procuram adquirir novos conhecimentos, estabelecer associações com suas bagagens anteriores e fazer intercâmbio de informações com seus pares, a fim de expressar suas opiniões, responder a suas perguntas e realizar suas atividades de trabalho. Assim, os professores irão, pouco a pouco, ajustar o seu desempenho e melhorar as suas condições de trabalho ao longo do caminho, com base nas estratégias que eles próprios e coletivamente estabelecem com a inovação (tradução nossa) (ABAR, 2016, p.728).

Pode-se concordar com Abar (2016) e Oers (2013) de que o uso de tecnologia é importante para o desenvolvimento de processos inovadores no ensino de Matemática, mas de que tecnologias estamos falando? Esses autores entendem por tecnologias o uso de computação e tecnologia da informação e apresentam esses recursos como o centro de um processo inovador. Na EPE considera-se tecnologia não só os recursos computacionais modernos, mas também os recursos ancestrais. No capítulo 4, no qual foram apresentados os dados de pesquisa, pode-se confirmar esse fato ao verificar que a EPE convida pessoas da comunidade, como artesãos, indígenas e camponeses, para participar das aulas e ensinar os alunos sobre as técnicas, métodos e tecnologias que são utilizadas nos processos produtivos locais historicamente. Outro aspecto importante das aulas de Matemática da EPE é que também é possível construir uma aula inovadora sem o uso do computador. Na EPE os alunos realizam pesquisas com muita experimentação, ou seja, eles utilizam o entorno para medir, contar, construir objetos, etc., e o computador aparece, na maioria das vezes, apenas como uma ferramenta e não como o centro do processo inovador.

No contexto de inovação, a função do professor de Matemática passa a assumir uma nova dimensão, mais complexa que no contexto tradicional de ensino. Ponte, Oliveira e Varandas (2003) afirmam que a utilização de tecnologias pelos professores de Matemática estimula a construção de novas perspectivas e novos valores nas suas práticas pedagógicas, tendo como consequência desse fato, o desenvolvimento de uma nova postura e uma nova identidade profissional. Ainda, conforme esses autores, o uso de tecnologias pelo professor inovador modifica o ambiente de trabalho, as relações entre os professores e os alunos e a disposição de todos para a construção de novos conhecimentos. Isso contribui para um aperfeiçoamento constante da natureza do trabalho do professor.

Independente da ferramenta tecnológica utilizada pelo professor, o seu uso oportuniza ao professor inovador uma situação profissional permeada por incertezas e descobertas. Abar (2016) sustenta a ideia de que essa nova situação profissional se constitui num aspecto importante da atividade inovadora em Educação. Essa característica proporciona ao educador, conforme essa autora, a possibilidade de construção de um novo espaço de trabalho em que a relação com a construção do conhecimento é fundamentada na incerteza, nas crenças e nas expectativas de todos os sujeitos envolvidos nesse processo. O professor passa, então, a desempenhar múltiplas funções, a se apropriar de novos conhecimentos, a interagir com profissionais de outras áreas e a buscar aperfeiçoamento constante.

O uso de tecnologias computacionais facilita muito a visualização, a compreensão e o

desenvolvimento das ideias matemáticas. Segundo Abar (2016), essas ferramentas se tornam uma vantagem importante na prática inovadora no ensino de Matemática, principalmente para a compreensão de esquemas gráficos, utilização de fórmulas, manipulação de entes geométricos e simulações de aplicações diversas. Esses recursos permitem que os professores criem caminhos para o desenvolvimento da aprendizagem nos alunos, o que se constitui, para essa autora, em uma característica da inovação.

Alguns artigos apurados sugerem pelo menos outras duas maneiras pelas quais os autores consideram inovadoras para a Educação Matemática: o uso da investigação em aula e a aprendizagem baseada em contexto.

O uso da investigação nas aulas de Matemática, conforme Parra, Otero e Funaro (2013), considera as perguntas dos alunos como ponto de partida para o desenvolvimento de um assunto Matemático e se apoia fundamentalmente na Modelagem Matemática como método para o desenvolvimento dos conteúdos Matemáticos das aulas. Ensinar Matemática utilizando a investigação, segundo Parra, Otero e Funaro (2013, p. 849), “exige viver a Modelagem Matemática nas aulas, dotando de sentido e legitimidade funcional, cultural e Matemática as perguntas que são estudadas” (tradução nossa).

Com isto, o desenvolvimento de uma aula utilizando a investigação como princípio pedagógico deve, segundo Parra, Otero e Funaro (2013), partir das perguntas dos alunos. A natureza dessas perguntas é que definirão quais as disciplinas que auxiliarão no desenvolvimento do conteúdo Matemático, ou seja, as perguntas é que definem o nível de interdisciplinaridade do trabalho. Dessa maneira, o trabalho de investigação pode ser realizado por uma equipe de alunos e conduzido por uma equipe de professores. Esse aspecto é muito parecido com o trabalho desenvolvido na EPE.

Com a pergunta inicial, se estabelece o que os autores definem como um sistema didático, o qual produz uma resposta para a pergunta que, conforme Parra, Otero e Funaro (2013, p. 850), é “um fragmento de uma organização do saber em construção. Quer dizer, o saber surge como uma resposta a uma pergunta, com um sentido e uma razão de ser” (tradução nossa). A investigação como método de trabalho no ensino de Matemática, segundo estes autores, permite o desenvolvimento das relações entre os estudantes e o conhecimento matemático.

O processo de investigação emerge de uma pergunta inicial. Dessa pergunta, denominada por Parra, Otero e Funaro (2013, p. 849) como “pergunta geratriz” (tradução nossa), surgem perguntas específicas, como um desdobramento da pergunta inicial. Na busca pelas respostas, as perguntas secundárias conduzem o processo à construção de conhecimentos

em diferentes áreas, ou seja, o processo inovador conduzido por uma prática investigativa em Matemática é de natureza interdisciplinar. Além disso, um processo fundamentado em investigação evita a simplificação e separação dos conceitos Matemáticos, diminuindo o risco de que esses conhecimentos percam o sentido e a sua relação com o contexto.

Os autores afirmam que o processo de investigação permite que a Modelagem Matemática se desenvolva em cinco fases distintas, todas posteriores ao surgimento das perguntas dos alunos. Essas fases se constituem em observar as respostas obtidas para as perguntas, analisar essas respostas, avaliá-las, desenvolver novas respostas e defender essa nova resposta perante o grupo que está realizando a investigação.

Conforme Parra, Otero e Funaro (2013), o melhor método para desenvolver a investigação nas aulas de Matemática é a Modelagem Matemática. Porém, na EPE (capítulo 4), observa-se que a Modelagem Matemática está presente no processo investigativo, mas não é a única ferramenta utilizada no processo de investigação nas aulas de Matemática. Outras perspectivas como a história da Matemática, a resolução de problemas, entre outras, estão muito presentes no processo de ensino e podem se constituir em métodos muito produtivos e eficazes para o desenvolvimento de uma prática investigativa em sala de aula.

Outra perspectiva para uma prática inovadora no ensino de Matemática é a aprendizagem baseada em contexto. Ward, Fitzallen e Lyden (2016) afirmam que essa proposta é uma poderosa ferramenta que utiliza o interesse e a curiosidade dos alunos para o desenvolvimento de estudos contextualizados e significativos. Essa perspectiva, segundo esses autores, promove o desenvolvimento da compreensão dos alunos sobre objetos e fenômenos. Quando um contexto é rico, ele apresenta-se fértil em possibilidades de conhecimento e isso motiva os alunos para a construção de conhecimentos em várias áreas simultaneamente, não só da Matemática. Os autores entendem que o contexto não se constitui apenas do ambiente escolar, mas também de problemas reais do cotidiano regional e mundial em áreas como economia, geopolítica, ciências, entre outras.

A aprendizagem por contexto, segundo Stephen (2009), pode ser desenvolvida no ensino de Matemática por meio da utilização de estratégias pedagógicas vinculadas à Educação Matemática Realista. Esta perspectiva pedagógica motiva os alunos a construir ferramentas Matemáticas próprias para aplicar a fenômenos e objetos presentes no contexto do mundo real. Dessa maneira, após a compreensão dos fenômenos presentes no contexto da realidade, os alunos podem generalizar os conceitos Matemáticos e científicos de maneira mais formal. Segundo Stephen (2009), essa perspectiva apresenta a vantagem de permitir que os alunos se apropriem de um conhecimento com maior significado para eles, em vez de memorizar

fórmulas e regras.

Na aprendizagem por contextos o professor assume um papel de mediador entre o conhecimento e os alunos, incentivando o desenvolvimento da criatividade e do pensamento crítico e reflexivo dos estudantes, sempre por meio de atividades que se baseiam no conhecimento e na experiência dos alunos em contextos autênticos.

A aprendizagem por contexto, conforme Stephen (2009), sugere que as atividades das aulas de Matemática se iniciem num contexto real para os alunos. Porém, isso não significa que eles tenham realmente experimentado alguma situação do contexto em questão, mas devem ter a capacidade de se imaginar na situação. Com isto, o trabalho deve desenvolver gradualmente a capacidade do aluno de transformar ideias simples em ideias mais complexas e abstratas. Neste processo o professor está sempre incentivando o aluno a criar modelos Matemáticos que expressem o atual estágio de desenvolvimento do seu pensamento.

Ao combinar o contexto com diferentes ferramentas para a construção do conhecimento do aluno, a Matemática se torna um conhecimento mais conectado com a interdisciplinaridade inerente ao atual desenvolvimento da sociedade. Essa perspectiva pedagógica, segundo Ward, Fitzallen e Lyden (2016), é muito mais útil para a formação de sujeitos críticos e conscientes, capazes de atuar criticamente em uma sociedade conectada e disposta a resolver suas questões coletivamente. Por esta razão, é muito importante para esses autores que os contextos utilizados nas aulas de Matemática sejam verdadeiramente reais, mesmo que os alunos não possam experimentá-los no momento da aula, mas apenas imaginá-los.

Concluindo, entende-se que todas essas perspectivas defendidas pelos autores estudados são muito importantes para a construção de um processo inovador em Educação Matemática. Com isto, percebe-se que existem diferenças significativas na compreensão de autores sobre o que significa inovação em Educação Matemática.

A próxima seção analisa a produção de dissertações e teses sobre o tema da inovação em Educação Matemática.

3.2.2 Teses e dissertações

A busca das teses e dissertações foi realizada na plataforma do Banco de Teses da Capes e na internet utilizando as mesmas palavras-chave da busca para periódicos. No banco de teses da Capes foi realizada a busca selecionando as seguintes áreas do conhecimento, conforme classificação da Capes, que são: Ensino, Matemática, Educação e Ensino de Ciências e Matemática. Nessas áreas foram selecionados os programas de pós-graduação pelo nome de cada um. Com os critérios de busca definidos na plataforma do banco de teses da Capes foram

aplicadas as palavras-chave e encontrados dois trabalhos que fazem referência ao assunto inovação em Educação Matemática que foram realizados em universidades brasileiras. Como julgamos que a produção acadêmica brasileira sobre o assunto parecia muito incipiente, foram realizadas buscas na internet utilizando as mesmas palavras-chave, apenas acrescentando as palavras dissertação e tese em português, espanhol e inglês. Com isto, foram encontradas mais três dissertações, uma colombiana e duas portuguesas. O Quadro 4 apresenta a relação de teses e dissertações apuradas nessa busca.

Quadro 4 – Dissertações e teses.

Título do trabalho	Tipo	Autor	Ano	Instituição
A tecnologia como fonte de inovação no ensino da Matemática	Dissertação	João Ricardo Pinho Ferreira	2011	Universidade de Lisboa
A Inovação Pedagógica na Aprendizagem de Matemática em uma Perspectiva Etnográfica	Dissertação	Maria Dalva de Abreu Farias	2013	Universidade da Madeira
A transdisciplinaridade e o ensino da matemática neste contexto no ensino básico: uma inovação metodológica	Tese	Claudio Cesar Manso Passos	2013	Universidade Bandeirante Anhanguera
El ambiente educativo de las prácticas matemáticas En una institución de innovación educativa: sistematización de una experiencia	Dissertação	Jairo Nelson Pulido Gómez	2015	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Melhorias no ensino de matemática na concepção de professores que realizam o mestrado Profmat no Rio Grande do Sul: uma análise dos trabalhos de conclusão de curso	Tese	Adriana Breda	2016	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Fonte: O autor (2017).

Breda (2016) analisa vinte e nove trabalhos de conclusão de curso de um programa de mestrado profissional em ensino de Matemática interinstitucional no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, com a intenção de compreender o significado de melhoria do ensino de Matemática. Entre os aspectos analisados, está o da inovação em Educação Matemática. Neste sentido, a autora classifica as propostas inovadoras dos trabalhos analisados a partir de três grupos de argumentação desenvolvida por eles e agrupa os trabalhos em três categorias. A primeira categoria reúne os trabalhos que compreendem a inovação a partir de propostas que defendem o ensino de conteúdo matemático de nível superior na Educação Básica. A segunda categoria de inovação definida pela autora se refere às propostas de ensino de Matemática que utilizam recursos didáticos diferenciados, como materiais que podem ser manipulados pelos alunos ou

o uso de tecnologia computacional. A terceira categoria de inovação abrange propostas que utilizam a Matemática para o desenvolvimento de aspectos da cidadania e do pensamento crítico dos alunos.

A primeira categoria de Breda (2016) define inovação como o uso de conteúdos de graduação na Educação Básica, baseada na justificativa de que esse aspecto melhora a qualidade dos conteúdos matemáticos ensinados. Segundo os dados da pesquisa de Breda (2016) classificados nesta categoria, esse aspecto da inovação amplia os conhecimentos matemáticos dos alunos, auxilia na construção de conceitos matemáticos e motiva os estudantes. Basicamente, a inovação que está presente nesta relação didática se define em função das novas formas de abordar e relacionar os conceitos matemáticos com a utilização de métodos que proporcionam maior significado do conteúdo para os alunos. Essa abordagem, segundo a autora, contribui para o estudo dos conceitos matemáticos de maneira articulada e facilita a compreensão dos alunos.

Contrariamente a essa afirmativa da autora, pode-se apontar que a utilização de outros conteúdos matemáticos no ensino básico não representa uma inovação no seu ensino. Esse entendimento emerge como fruto da análise dos dados apresentados no capítulo 7 e do capítulo 8 desse trabalho, no quais mostra-se que os conteúdos matemáticos influenciam muito pouco, ou quase nada, num processo de inovação no ensino de Matemática.

O uso de materiais didáticos diferenciados e tecnologia computacional no ensino de Matemática, segundo Breda (2016), promove um aprendizado mais significativo, autônomo, integrativo e fundamentado no construtivismo. Segundo a autora, essa perspectiva possibilita que o aluno manipule materiais concretos e softwares que permitem a realização de investigação pelo aluno. Estes recursos estimulam a criatividade e o raciocínio, motivando o aluno em sua aprendizagem.

A utilização desses materiais e recursos estimulam a criatividade e tornam a aprendizagem mais significativa. Mas, de acordo com o conceito de inovação apresentado e discutido na seção 3.1 deste capítulo, esses materiais por si só não causam grandes mudanças no ensino de Matemática. Muitas escolas, principalmente escolas particulares, oferecem esses recursos aos seus alunos e, todavia, em muitos casos, o seu ensino ainda não pode ser considerado inovador por carecer de aspectos fundamentais presentes na inovação, como, por exemplo, a construção coletiva de propostas didáticas, a reflexão sobre os aspectos epistemológicos do processo e o processo de ensino apoiado em pesquisa e experimentação, entre outros. E, considerando que a oferta desses recursos parte sempre da direção da escola,

fica evidente o caráter absolutista dessa perspectiva, contrariando um fundamento básico da inovação, presente na EPE, o aspecto democrático do processo inovador.

A terceira categoria de inovação proposta por Breda (2016) relaciona o desenvolvimento do pensamento crítico e da cidadania do aluno com o uso da Matemática. Essa perspectiva pretende que os alunos aprendam a intervir no mundo em que vivem. Para isso, essa categoria propõe atividades matemáticas que permitam que o aluno trabalhe com situações reais. Essas atividades promovem a interpretação, análise e tomada de decisões pelos alunos acerca de situações-problema que envolvam a Matemática e aspectos do seu cotidiano. Esse aspecto é importante para um processo inovador e está muito presente nas aulas da EPE.

Farias (2013), em sua dissertação de mestrado, analisou o desenvolvimento de uma prática inovadora no ensino de Matemática presente em uma escola pública do Estado do Ceará, no Brasil. Essa experiência inovadora foi construída apoiada na perspectiva da Etnomatemática com a intenção de superar o distanciamento entre teoria e prática, como afirma a autora. A autora propõe a construção de conceitos matemáticos mais significativos e aplicáveis no cotidiano dos alunos.

Compreendendo que a inovação em Educação Matemática só pode ocorrer se os conteúdos matemáticos forem aplicados na realidade cotidiana dos alunos de maneira contextualizada, Farias (2013, p. 17) afirma que o processo de inovação “pode ser percebido como resultante dos novos instrumentos que a atualidade possui principalmente aqueles que estão relacionados às chamadas Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC”. Com isto, a autora defende que o uso dessas tecnologias contribui para uma formação multidimensional, ou seja, uma formação que prioriza o processo formativo de um indivíduo capaz de intervir na sua realidade.

Assim, falar em novos modelos educacionais é remeter à realidade das tecnologias, atualmente presentes na sociedade e que vêm ganhando a cada dia maiores funcionalidades e espaço no campo escolar. Estas tecnologias devem ser conhecidas para assim ajudar a promover esta mudança educacional tão necessária para a sociedade (FARIAS, 2013, p. 17)

Porém, a autora afirma que um processo inovador em Educação Matemática não se sustenta apenas no uso de tecnologias, mas que o trabalho inovador desenvolvido deve promover a construção de um ambiente escolar voltado para a interação coletiva entre os sujeitos envolvidos. Essa interação, apoiada no uso de tecnologias com desenvolvimento e a construção de conceitos matemáticos aplicáveis no cotidiano do aluno, segundo Farias (2013), contribui para a formação de um cidadão preocupado com os problemas reais da sociedade em que vive.

Ferreira (2011), que investigou a utilidade do uso de tecnologias como fator desencadeador de inovação no ensino de Matemática, se refere a outro ponto muito interessante sobre inovação. Ele afirma que o problema não está apenas na conceituação de inovação em Educação, mas na interpretação que cada pessoa faz do termo inovação. A inovação é concebida de formas diferentes, seja por quem a promove, por aqueles que fornecem subsídios para que ela aconteça, por quem pratica a inovação ou até mesmo por aqueles que se beneficiam dela. O autor comenta que as experiências inovadoras de maior sucesso foram as iniciativas construídas como alternativas às questões escolares e que se integraram na sua cultura. A partir desse entendimento, cada escola pode construir um processo inovador único, fundamentado nas suas concepções e na sua realidade.

As inovações aparecem sempre vinculadas a questões sociais, ideológicas e econômicas e dependem, para ser consideradas como inovadoras, da conjuntura em que emergem, de quem as promove, do impacto que têm e da extensão que adquirem. As inovações que tiveram uma maior eficácia foram as que procuraram dar uma resposta alternativa às necessidades escolares e que, por essa razão, se conservam na cultura de escola (FERREIRA, 2011, p.11).

O uso de tecnologias no ensino de Matemática potencializa, segundo Ferreira (2011), a construção de conhecimento e as maneiras de mediação desses conhecimentos. Nessa perspectiva, existem duas abordagens que se complementam na prática pedagógica com uso de tecnologias: a que compreende a tecnologia como mediadora entre os conhecimentos e os sujeitos e a abordagem que visa a reconstrução da mediação humana para a interação e construção coletiva de conhecimentos.

Farias (2011) contribui afirmando que a tecnologia, por si só, não é desencadeadora de inovação no ensino de Matemática. Conforme o autor, os professores de Matemática, em sua maioria, utilizam as novas tecnologias de maneira a conservar as suas práticas em sala de aula, ou seja, a maioria ainda utiliza as novas tecnologias para apresentar o conteúdo curricular aos alunos. Porém, a tecnologia apresenta uma função importante em relação à inovação. Segundo o autor, ela é uma ferramenta que permite ao aluno refletir sobre sua aprendizagem e desenvolver a sua capacidade de pensamento lógico. O uso de tecnologias permite novas maneiras de abordar os conteúdos Matemáticos, sendo esta, a principal potencialidade inovadora dessa perspectiva.

Na sua pesquisa de doutorado, Passos (2013) aborda o ensino da Matemática no contexto da transdisciplinaridade e defende que essa perspectiva é uma inovação nos métodos de ensino dessa ciência. Para isto, o autor destaca três vertentes que se complementam e constituem um novo significado no que ele considera como fundamento transcultural e holístico do currículo escolar matemático. Essas vertentes são a Etnometodologia, a Etnomatemática e a

Transdisciplinaridade. Para Passos (2013, p. 91) “a essência dessas três vertentes é reconhecer os conhecimentos e comportamentos produzidos e socializados pelos indivíduos de um grupo cultural com suas tradições e crenças”.

A Etnometodologia é o método que fundamenta a observação e análise do comportamento de indivíduos e que dá sentido para as suas ações do cotidiano, ou seja, é a pesquisa empírica utilizada para conhecer os métodos que os sujeitos realizam suas ações e lhes dão sentido no dia-a-dia. Passos (2013) afirma que a Etnometodologia se constitui no fundamento metodológico que permite o desenvolvimento das pesquisas em Etnomatemática e suas implicações pedagógicas. Já a Etnomatemática, conforme esse autor, é um programa de pesquisa em História e Filosofia da Matemática que, pedagogicamente, busca conhecer as maneiras de utilização da Matemática por grupos de diferentes culturas.

Para tal, ela se apoia em estudos etnográficos, o que permite reconhecer que grupos de indivíduos, organizados como famílias, comunidades, profissões, tribos, nações e povos, executem suas práticas de natureza matemática, como contar, medir, comparar, classificar e também se situar no espaço e no tempo. As práticas próprias a esses grupos se apresentam de maneira estruturada segundo algum critério. Para a análise dessas práticas é necessária uma reflexão sobre história e filosofia desses grupos para responder a algumas indagações tais como: que fundamentação teórica guarda essas práticas? Para a análise dessas práticas quais são os elementos ou fontes que estão disponíveis? (PASSOS, 2013, P. 93).

Para a compreensão dos saberes e práticas matemáticas de diferentes grupos sociais, conforme Passos (2013), é preciso entender a conexão entre o empírico e o teórico. Para isso são importantes os conceitos de tempo e espaço, presentes na Matemática praticada por estes grupos e fundamentais para a sua sobrevivência e transcendência. Com isto, o autor sugere que, em relação ao ensino de Matemática, se construa um método de trabalho que leve em conta a interpretação de textos oriundos dos grupos sociais, a observação de sua arquitetura e o estudo de seus símbolos e signos. Esse é o primeiro aspecto defendido pelo autor, para o desenvolvimento de um pensamento e uma prática transdisciplinar e transcultural.

A transdisciplinaridade para o ensino de Matemática proposta por Passos (2013) se apoia nos aspectos da Etnomatemática. Para o autor é impossível a construção de um conhecimento como o Matemático, isolado do contexto. O conhecimento Matemático requer a integração e constante ressignificação com outros conhecimentos que, de maneira dialógica são reconstruídos, ensinados e aprendidos constantemente. O autor utiliza uma metáfora muito interessante sobre a transdisciplinaridade, citada a seguir.

A transculturalidade e a transdisciplinaridade possibilitam a sobrevivência, com dignidade, da espécie humana. A imagem das gaiolas epistemológicas, com pássaros voando nas respectivas gaiolas que caracterizam as disciplinas, nos dá uma visão da educação escolar de hoje. Colocando duas gaiolas, três ou quatro justapostas, e permitindo que pássaros possam voar de uma para outra, eles continuarão

engaiolados. Essa é a grande limitação da interdisciplinaridade. Mas se abriremos as gaiolas os pássaros estarão livres para voar, podendo entrar e sair de suas gaiolas quando quiserem. Poderão não voltar, permanecendo livres. Algumas gaiolas talvez nunca voltem a ser procuradas e, com o tempo, serão esquecidas. Outras, ao contrário, recebendo de volta seus pássaros, serão enriquecidas, pois eles virão com novidades, com o novo. E alguns outros pássaros poderão, coletivamente, construir novas gaiolas que, se não tiverem portas, darão continuidade a esse ciclo. Assim é a transdisciplinaridade. É com essa visão que se baseia a Etnomatemática. A transdisciplinaridade, ilustrada com a metáfora das gaiolas, não propõe a destruição de gaiolas, mas tem como um dos seus conceitos o pensamento livre (PASSOS, 2013, p. 95).

Para uma formação transdisciplinar plena, segundo Passos (2013), tanto o professor quanto os alunos devem desenvolver competência em suas funções específicas e procurar uma maneira nova para a interpretação e conexão dos fatos estudados. O autor define essa competência como a capacidade de raciocínio lógico dos sujeitos. Esse processo pode se iniciar pela reflexão e diálogo constantes sobre a capacidade dos sujeitos de observar, questionar, analisar, elaborar inferências e vislumbrar a totalidade dos fatos e fenômenos estudados.

A dissertação de mestrado de Pulido (2015) apresenta uma pesquisa realizada na *Escuela Pedagógica Experimental – EPE*, da Colômbia, a respeito do ambiente educativo das práticas matemáticas dessa instituição de ensino. O estudo demonstra que o ensino de Matemática na EPE é concebido de maneira a desenvolver no aluno, além da formação da disciplina Matemática, a formação plena do estudante como cidadão. Esta dissertação não será analisada nesta seção por ter já sido utilizada como apoio teórico para a construção do capítulo 5, quando se estuda o contexto da escola e do capítulo 7, onde apresenta-se a análise dos dados do contexto da EPE.

Concluindo, investigar ou fazer afirmações teóricas sobre um processo de ensino de Matemática que seja considerado inovador requer vivência no ambiente escolar pelo pesquisador, para que ele possa compreender o processo em sua totalidade. Percebe-se que existem diferenças importantes nas concepções dos pesquisadores sobre o tema. Alguns entendem que inovar no ensino de Matemática significa criar e utilizar novos métodos para o ensino de conceitos matemáticos, outros defendem que a Matemática é uma ciência que está integrada ao contexto onde ela é trabalhada. Como afirmam Blanco e Messina (2000), ainda não existe um marco teórico suficientemente desenvolvido e compartilhado sobre o tema inovação em Educação, principalmente sobre inovação em Educação Matemática. E esse fato pode ter grande influência sobre a compreensão dos autores estudados até aqui.

O próximo capítulo aborda o método construído para a realização desta pesquisa. Escolheu-se o Método do Caminho proposto por Morin, Ciurana e Motta (2003) por entender que a pesquisa num ambiente complexo e transdisciplinar como o da EPE, não poderia ocorrer

precedida de teorias metodológicas que pretendessem apenas verificar conjecturas estabelecidas previamente. Na EPE tudo está conectado, impregnado de conhecimento, emoções, sentimentos e experiências coletivas de vida. Tudo está conectado como em uma rede de eventos que envolvem os sujeitos e o contexto na sua totalidade.

4 MÉTODO

Antes de chegar na EPE – *Escuela Pedagógica Experimental* – eu tinha algumas certezas de natureza metodológica. Essas certezas me faziam acreditar que o trabalho se tratava apenas de observar aulas inovadoras e entrevistar pessoas interessantes. Eu estava enganado. Era muito mais do que isso. Se tratava de viver uma experiência incrível que mudou minha maneira de pensar, de agir e de compreender a Educação, que é complexa por natureza.

Então do que se trata esta pesquisa? Como parâmetros norteadores que me conduziram no desafio de chegar até a EPE, ou seja, como fundamentos metodológicos iniciais, compreendi, então, que este trabalho se tratava de um estudo de caso em uma abordagem qualitativa, pois o desafio era investigar o processo de inovação educativa que ocorre na EPE, principalmente no âmbito do ensino de Matemática. O caso, segundo Lüdke e André (2013, p. 20) “se destaca por se constituir em uma unidade dentro de um sistema mais amplo e o interesse, portanto, incide naquilo que ele tem de único”. E, segundo Silveira e Córdova (2009), a pesquisa qualitativa ocupa-se dos aspectos da realidade que não podem ser quantificados, ocupando-se em descrever, compreender e explicar fenômenos das relações sociais.

A busca, nessa pesquisa, foi a compreensão do processo de inovação educativa com uma visão de fundo do desenvolvimento e da manutenção dessa inovação no ensino de Matemática na EPE. Com isto, foi possível perceber que foi de fundamental importância compreender o contexto, os motivos e aspirações que levam os sujeitos envolvidos a optar pelo desenvolvimento de atividades escolares em uma perspectiva inovadora. Também se considerou importante a compreensão dos valores, atitudes e posturas dos professores e alunos na prática inovadora, por se entender que são valiosas para a manutenção do processo inovador. Todos esses aspectos sustentam a opção pela abordagem qualitativa de pesquisa, pois, segundo Minayo (2001, p. 21), a pesquisa qualitativa “trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações dos processos e fenômenos”.

Entretanto, a perspectiva de um estudo de caso em uma abordagem qualitativa não parecia suficiente para contemplar, do ponto de vista metodológico, as possibilidades disponíveis. Era preciso viver esta experiência em uma abordagem mais completa e melhor fundamentada. Não seria melhor vivenciar esta experiência para depois pensar em uma abordagem metodológica? Mas qual perspectiva metodológica poderia contemplar esse caminho certamente repleto de aspectos desconhecidos por mim?

A próxima seção aborda o caminho encontrado para viver esta experiência.

4.1 O método como caminho

*Caminante son tus huellas
el camino y nada más;
caminante, no hay camino
se hace camino al andar.*

*Al andar se hace camino
y al volver la vista atrás
se ve la senda que nunca
se ha de volver a pisar.*

*Caminante no hay camino
sino estelas en la mar...*

Parte do poema Cantares de Antonio Machado – disponível em:
<http://santiago.pellegrinando.it/poesie/cantares.pdf>

Quando propus realizar esta pesquisa na EPE pensei muito a respeito do método que deveria nortear o trabalho. Resolvi que não deveria levar na bagagem uma teoria metodológica pronta para não sucumbir à tentação de apenas verificar essa teoria num universo tão complexo e tão rico de possibilidades como o da EPE. Era necessário me “impregnar” de EPE e viver seus processos, sua essência. Dessa maneira, não me parecia lógico tentar conduzir o processo, melhor ser conduzido por ele e deixar a pesquisa emergir da vivência diária na escola.

Mas como explicar metodologicamente o caminho percorrido e vivenciado nestes dois meses de intensa experiência na EPE? Como realizar essa caminhada de experiências novas a cada dia? Para responder a esses anseios, pensei: o que a EPE causou em mim? Ora, a EPE me causou ruptura de paradigmas e mudança de referenciais, hábitos e atitudes, ou seja, passei a perceber o mundo de outra maneira, percebendo um mundo complexo e transdisciplinar.

Na EPE tudo é conectado e se inter-relaciona. Na EPE não se pode perceber a realidade apenas com os cinco sentidos, mas sim impregnado de sentimentos, emoções e experiências coletivas. A realidade dentro da EPE é constituída de situações, processos e ações cooperativas que se conectam como em uma rede de eventos e experiências que envolvem os sujeitos de maneira dinâmica e total. Com esta experiência, a complexidade e a transdisciplinaridade deixaram de ser apenas teorias em minhas leituras e se tornaram uma realidade possível de ser vivida na sua plenitude. Com esta percepção entendi que a perspectiva metodológica que poderia explicar a minha vivência nas montanhas de Bogotá era a própria Teoria da Complexidade e a Transdisciplinaridade.

Hoje, sabemos que a realidade é constituída de objetos inter-relacionados, de redes de conexões dinâmicas caracterizadoras dos mais diferentes processos. Para muitos pesquisadores, o real ainda continua sendo aquilo que somente pode ser percebido pelos cinco sentidos, deixando-se de lado a multidimensionalidade humana e esquecendo do fato de que todo e qualquer processo de aprendizagem implica cooperação global, que envolve todo o organismo. E esta multidimensionalidade

humana está também presente em todo processo de pesquisa, já que o observador, objeto observado e o processo de observação constituem uma totalidade (MORAES; TORRE, 2006, P. 147).

Neste trabalho, nada me angustiava mais do que assumir teorias metodológicas que poderiam conduzir a pesquisa a um resultado previamente pensado, ou a simples confirmação ou refutação de uma teoria. Eu levava comigo apenas as perguntas de pesquisa, mas não levei nenhuma certeza sobre o método para este trabalho. Então, se não parti de certezas estabelecidas, assumi uma postura orientada por Morin, Ciurana e Motta (2003) de que, em um ambiente complexo existem certezas e incertezas, ordem e desordem, casos e acasos que emergem dos processos interativos entre os sujeitos e o contexto, como a principal característica de um processo educativo complexo e transdisciplinar.

A concepção de um método de pesquisa como programa previamente estabelecido não poderia sustentar este trabalho junto à EPE. Assim, a compreensão resultante desse processo é de que o método assumido para realizar esta pesquisa, a partir da perspectiva de Morin, Ciurana e Motta (2003, p. 18), foi um “caminho, ensaio gerativo e estratégia “para” e “do” pensamento. O método como atividade pensante do sujeito vivente, não-abstrato. Um sujeito capaz de aprender, inventar e criar “em” e “durante” o seu caminho”.

Edgar Morin e seus colaboradores, que nos revelam que o método não é uma estrutura prévia definida antecipadamente, mas algo que se vai construindo do mesmo modo que um barco vai deixando o seu rastro à medida que avança. O mesmo acontece quando estamos construindo uma trilha ao passar por ela. O caminho é construído ao caminhar, já nos dizia o poeta Antonio Machado. Mas, é uma trilha, um caminho, uma indicação qualquer para onde se deve ir, algo que nos indica para onde foram os outros. Não é uma estrada com regras estabelecidas de circulação, mas um caminho que se conhece e se desfruta ao caminhar, uma possível rota que se confirma a cada instante, a cada momento. É um caminho aberto ao inesperado, às emergências, à criatividade, às incertezas e aos possíveis erros e necessidades de mudança e bifurcação na rota (MORAES; TORRE, 2006, P. 148).

Neste caminho, assumido ao realizar a pesquisa na EPE, percebi que deveria apenas percorrer os caminhos que se apresentavam a minha frente. Não havia um método fundamentado previamente que pudesse me conduzir por toda aquela pluralidade repleta de incertezas que eu não conhecia. Morin, Ciurana e Motta (2003, p. 20) afirmam que o fundamento do método da complexidade “reside na ausência de qualquer fundamento” e, ainda, que “há uma relação entre o método como caminho e a experiência de pesquisa do conhecimento, entendida como travessia geradora de conhecimento e sabedoria”. Esse foi o caminho metodológico escolhido e assumido.

O método é a atividade pensante do sujeito. Assim, o método torna-se central e vital: quando há, necessária e ativamente, reconhecimento e presença de um sujeito procurante, conhecente, pensante; quando a experiência não é uma fonte clara, não equívoca do conhecimento; quando se sabe que o conhecimento não é a acumulação dos dados ou informações, mas sua organização; quando a lógica perde seu valor

perfeito e absoluto; quando a sociedade e a cultura permitem duvidar da ciência em vez de fundar o tabu da crença; quando se sabe que a teoria é sempre aberta e inacabada; quando se sabe que a teoria necessita da crítica da teoria e a teoria da crítica; quando há incerteza e tensão no conhecimento; quando o conhecimento revela e faz renascer ignorâncias e interrogações (MORIN, 2005, p. 337).

Com isto, me apoiei na afirmação de Zambrano (1989), citado por Morin, Ciurana e Motta (2003, p. 20), de que “a experiência precede qualquer método”. Para esses autores, o método emerge da experiência e não a precede. A experiência desenvolve o método que, por sua vez, contém experiência, que só tem sentido se for permeada por um método. A experiência e o método se desenvolvem ao longo do caminho percorrido, mas o método depende da experiência. Nesta compreensão, o método nasce e se fundamenta durante o desenvolvimento da pesquisa, mas só pode ser formalizado no final do trabalho.

Poder-se-ia afirmar que a experiência constitui um *a priori* e o método, um *a posteriori*. Isso só é verdadeiro como uma indicação, já que a verdadeira experiência não pode ocorrer sem a intervenção de uma espécie de método. Desde o início, o método deve conter dada experiência bem precisa que, graças a ele, adquire forma e sentido. Foi indispensável uma dose de aventura e até mesmo uma certa perda na experiência; foi necessário que o sujeito se perdesse em sua própria experiência. Esse modo de perda transformar-se-á em seguida em liberdade (ZAMBRANO *apud* MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003, p. 20).

O método do caminho, assim denominado por Morin, Ciurana e Motta (2003) e Zambrano (1989), por se fundamentar na Teoria da Complexidade, define-se como uma estratégia importante para encontrar nos detalhes das relações entre o pesquisador, os sujeitos pesquisados e o contexto que os envolve, o seu significado e a sua importância real para o conhecimento que emerge da multiculturalidade da pesquisa em desenvolvimento.

O método do caminho não se constitui em uma técnica de produção de conhecimento, mas em uma maneira eficaz que permite que o pesquisador possa situar-se diante dos aspectos efêmeros e transitórios que permeiam a realidade investigada. Durante a pesquisa, o pesquisador necessita compreender o ambiente e as múltiplas relações complexas que se estabelecem e se desenvolvem neste ambiente. Para isto, é preciso que o pesquisador interaja e se impregne dessa realidade, situando-se como parte desse universo complexo e transitório. Para Morin, Ciurana e Motta (2003) é impossível compreender a complexidade humana na sua relação com o ambiente que o cerca sem um pensamento que transcenda o discurso acadêmico instituído.

Apenas uma visão deficiente e irrefletida pode reduzir a dimensão múltipla do método a uma atividade programática e a uma técnica de produção de conhecimento. Para elucidar as circunstâncias, para compreender a complexidade humana e o devir do mundo requer-se um pensar que transcenda a ordem dos saberes constituídos e da trivialidade do discurso acadêmico. Uma escrita e um pensar que incorporem a errância e o risco da reflexão. É impossível hoje enquadrar a busca do conhecimento

nos estereótipos dos discursos e dos gêneros literários herdados (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003, p. 23).

Para Zambrano (1989), o método é um caminho que surge das relações que dinamizam e se fazem presentes nas ocupações humanas. O método representa, de maneira figurada, um lugar onde ocorrem as relações entre pesquisador e seus sujeitos de pesquisa. É o ambiente próprio para as relações complexas de pesquisa, um lugar de convivência. Neste sentido, todos os envolvidos no processo de pesquisa influem decisivamente, com suas experiências, crenças e concepções na construção do método.

O método, quando compreendido como estratégia, permite a modificação dos caminhos a serem percorridos durante a pesquisa, conforme a necessidade aleatória que se apresenta no trabalho investigativo. Os desvios de rumo, muitas vezes entendidos como obstáculos no trabalho de pesquisa, aqui são assumidos como o desenvolvimento natural do trabalho, que é essencialmente complexo e transdisciplinar. Os obstáculos que surgem no decorrer do trabalho fazem parte do método que sustenta o processo de pesquisa. Fazem parte dos acontecimentos aleatórios que ajudam na definição dos diferentes caminhos a serem percorridos, logo influenciam na percepção do todo pelo pesquisador.

Além disso, esse método é um caminho e um ambiente. Por essa razão é temporal, efêmero e circunstancial. Com isto, o método do caminho pode proporcionar o conhecimento de fenômenos que podem ocorrer apenas num determinado momento e não mais voltarem a acontecer. Daí o seu caráter efêmero e circunstancial. Assim, não é possível a generalização de conceitos e regras em pesquisas que abordam uma realidade complexa como a da EPE. Nessa perspectiva metodológica, o conhecimento resultante desse processo não é absoluto nem aplicável a outras realidades.

Método é, portanto, aquilo que serve para aprender e, ao mesmo tempo, é aprendizagem. É aquilo que nos permite conhecer o conhecimento. Por todas essas razões é que Gaston Bachelard afirmava que todo discurso do método é um discurso de circunstâncias. Não existe um método fora das condições em que se encontra o sujeito. O método não parte de crenças seguras de si mesmas, aprendidas e encarnadas, como demônios que se alimentam de nossa sede de certezas e da ambição de conhecimentos absolutos e inalteráveis. O método é o que ensina a aprender. É uma viagem que não se inicia com um método; inicia-se com a busca do método. (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003, p. 29).

Segundo Morin, Ciurana e Motta (2003), o caminho, assumido como método em uma investigação, deve resistir às tentações impostas pelas metodologias de cunho positivistas. Essas tentações são a idealização, a racionalização e a normalização. A idealização pressupõe que a realidade só existe a partir daquilo que é possível compreender por intermédio dos nossos sentidos, ou seja, ela reduz a realidade a uma ou algumas ideias. A racionalização significa

pretender padronizar a realidade, ou seja, simplificar a realidade que, por si mesma é complexa. E a normalização significa estabelecer regras imutáveis e absolutas que possam expressar a realidade. Essas três características não podem estar presentes no método do caminho, pois não podem sustentar um processo complexo e transdisciplinar por natureza.

O pensamento complexo não propõe uma metodologia vinculada à certeza absoluta sobre a verdade, mas propõe um caminhar pela realidade que aproxima o caminhante da compreensão do contexto real. Neste entendimento, o método do caminho é inseparável da criatividade do próprio caminhante que o desenvolve e modifica de acordo com o próprio caminhar. “Se há, na obra de Morin, um constante alerta quanto à impossibilidade de um método fechado, há também pistas, trajetos e reflexões que auxiliam na definição de um caminho – não sem atalhos – para a pesquisa com base na Teoria da Complexidade” (PADERES; RODRIGUES; GIUSTI, 2005, p. 8).

Morin, Ciurana e Motta (2003) definem o que é o método do caminho ao definir princípios gerativos que sustentam e permitem que o pesquisador possa também criar princípios que apoiem a sua caminhada na pesquisa. “O método não é apenas uma estratégia do sujeito, é também uma ferramenta geradora de suas próprias estratégias. O método ajuda-nos a conhecer e é também conhecimento” (p. 32). Esses princípios são: o sistêmico, o hologramático, de retroatividade, de recursividade, de autonomia, dialógico e de reintrodução do sujeito no conhecimento.

O princípio sistêmico ou organizacional do método liga o conhecimento das partes ao conhecimento do todo e o conhecimento do todo ao conhecimento das partes. Para Paderes, Rodrigues e Giusti (2005), esse princípio sustenta que é impossível conhecer o todo a partir da análise das suas partes separadamente e, da mesma forma, é impossível conhecer as partes sem considerar a influência que o todo causa nas partes. Conforme esse princípio, o todo possui certas características que não estão presentes nas partes quando elas estão separadas. Quando as partes estão reunidas num determinado tipo de organização específica, as partes apresentam qualidades que são específicas daquele tipo de organização em uma determinada realidade. Esse princípio representa a busca pelo conhecimento integral de todas as características dos fenômenos investigados.

No princípio hologramático, as partes estão no todo, mas o todo está representado na parte. Neste sentido, o sujeito traz características da sociedade em que vive. Ele está impregnado das características da coletividade a qual faz parte, sua cultura, suas regras, sua linguagem, entre outras características. O que está presente em cada sujeito são as

características da sociedade enquanto um sistema coletivo complexo. Por este princípio é impossível a aplicação da máxima cartesiana em que se pode conhecer o todo a partir das partes.

O princípio de retroatividade, segundo Morin, Ciurana e Motta (2003), rompe com a causalidade linear, ou seja, as relações de causa e efeito. Neste conceito, a causa age sobre o efeito e o efeito retroage, com suas informações, sobre a causa. Esse princípio é dinâmico e regula todo o sistema.

O princípio da recursividade ultrapassa e amplia o princípio da retroatividade, ou seja, um sistema complexo se auto organiza num “processo no qual os efeitos ou produtos são, simultaneamente, causadores e produtores do próprio processo, no qual os estados finais são necessários para a geração dos estados iniciais” (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003, p. 35).

No princípio da autonomia e dependência, uma organização ou um sujeito tem autonomia para modificar o meio ao qual pertence, mas também depende desse meio para promover as suas atuações e intervenções. Dessa maneira, um sistema possui a sua autonomia para se desenvolver, mas essa autonomia só é possível porque possui uma relação de dependência com o contexto onde está inserida. É o que Morin, Ciurana e Motta (2003) chamam de “processo auto-eco-organizacional” (p. 36). O indivíduo depende do meio e o meio depende do indivíduo e, ambos transformam um ao outro.

O princípio dialógico permite a presença, num mesmo sistema, do contraditório. Contraditório no sentido de instâncias fundamentais para a existência e o desenvolvimento de um sistema complexo, dinâmico e organizado. Pelo princípio dialógico, segundo Paderes, Rodrigues e Giusti (2005), ordem e desordem não são antagônicos, mas colaboram e se complementam produzindo organização na complexidade.

Não seria possível conceber o nascimento de nosso Universo sem a dialógica da ordem/desordem/organização. Não podemos conceber a complexidade do ser humano sem pensar a dialógica *sapiens/demens*; é preciso superar a visão unidimensional de uma antropologia racionalizadora que pensa no ser humano como um *homo sapiens sapiens*. Um exemplo de dialógica no campo da física (uma revolução epistemológica fundamental) foi introduzido por Niels Bohr quando se deu conta da necessidade de assumir racionalmente a inseparabilidade de noções contraditórias para conceber um mesmo fenômeno complexo: conceber as partículas ao mesmo tempo como corpúsculos e como ondas. Outro exemplo reside na impossibilidade de pensar a sociedade reduzindo-a aos indivíduos ou à totalidade social; a dialógica entre indivíduo e sociedade deve ser pensada num mesmo espaço (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003, p. 36).

O princípio da reintrodução do sujeito cognoscente em todo o conhecimento defende a ideia de que é preciso devolver a função do sujeito de construir e modificar a realidade com suas observações, conceitos e estratégias. Essa função foi perdida, segundo Morin, Ciurana e Motta (2003), pela influência do “objetivismo epistemológico cego” (p. 37). Neste sentido, o

método como caminho é de fundamental importância neste processo “quando se reconhece necessária e ativamente a presença de um sujeito que se esforça em descobrir, que conhece e pensa” (p. 37). A construção da realidade é incerta e o sujeito é o agente transformador e transformado nessa realidade complexa.

Esta foi a perspectiva metodológica e epistemológica que conduziu os trabalhos na EPE. O caminho foi construído ao caminhar. As incertezas iniciais, as decisões tomadas durante a vivência, as reflexões sobre os fenômenos observados, os diálogos realizados com todos, desde os funcionários até os professores, passando por alunos de todas as idades, o provar da comida servida na escola, o ar rarefeito das montanhas, o contraste entre a urbanidade de Bogotá e o rural da localização da EPE, os erros e os acertos do processo de pesquisa, tudo isso me ajudou a construir esse caminho investigativo. Então o meu caminho foi o próprio método.

A partir da compreensão do caminho trilhado no desafio de conhecer o processo de inovação em Educação Matemática na EPE, apresento, na próxima seção, os aspectos que mais me impactaram para coleta dos dados de pesquisa e para a sua organização, interpretação e análise.

4.2 As atividades de pesquisa

Na semana da minha chegada em Bogotá, tratei de me assentar e fui me apresentar na EPE. Então, eles pediram para que aguardasse o seu contato, pois iriam se organizar para me receber. Na mesma semana marcaram uma reunião.

Nessa reunião apresentei a minha proposta de pesquisa para o grupo denominado de “*Assessoria de Matemáticas*”, composto de seis professores. Falei para eles que estava ali para conhecer o processo de trabalho (inovador) da EPE com Matemática e para compreender como os professores conseguem se manter inovando ao longo do tempo. Disse para eles que não viria para a EPE com uma teoria pronta a ser constatada, mas que gostaria de me “impregnar de EPE” para compreender os seus processos e pedi a ajuda deles para isso. De pronto, aceitaram e ficaram muito felizes com isso.

Então, sugeriram-me que eu deveria conhecer a EPE em sua totalidade e não apenas as aulas de Matemática. Respondi que gostaria de conhecer tudo que fosse possível. O grupo de *Assessoria de Matemáticas* me instruiu a “*estanciar*”, ou seja, a fazer uma espécie de estágio em cada área da EPE para que pudesse vivenciar este universo. Assim, andei por todos os ambientes da escola, observando, conversando com pessoas, lendo os materiais produzidos na EPE. Assisti aulas de arte, educação física, línguas, música e o desenvolvimento de alguns

trabalhos do projeto denominado Economia Azul. Os resultados dessas observações serão relatados no capítulo 5, dos dados de pesquisa.

Para observar o trabalho com a Matemática, o grupo de *Assessoria de Matemáticas* me orientou que começasse com os professores que trabalham a Matemática com os pequenos, do nível 3. Eu pensava que deveria apenas estudar as aulas dos maiores. Disseram-me que a construção da essência da EPE está com os alunos menores, pois os maiores já têm outras necessidades, como entrar para a faculdade, por exemplo.

A EPE se organiza didaticamente em quatro ciclos. O primeiro ciclo, que corresponde ao pré-escolar, se divide nos níveis 1 e 2, e trabalha com alunos entre três e cinco anos de idade. O segundo ciclo engloba os níveis 3 a 7 e trabalha com alunos na faixa etária que vai de seis a dez anos. O terceiro ciclo compreende os níveis 8 ao 10 e trabalha com alunos entre 11 e 13 anos. E o quarto ciclo, que corresponde ao ensino médio brasileiro, compreende os níveis 11, 12 e 13 e trabalha com alunos entre 14 e 16 anos.

Nas aulas de Matemática comecei observando a turma da professora Paola, que me recebeu com muita alegria. Observei o trabalho das aulas dessa turma durante uma semana. Na semana seguinte observei a turma de nível 12, sob a responsabilidade do professor German, também por uma semana. Na outra semana de observação, presenciei o trabalho da professora Diana com a turma de nível 8. Foram três semanas de intensas observações e conversas informais com os professores e alunos. Essas conversas estão transcritas nos apêndices e fazem parte dos dados obtidos para este trabalho. O Quadro 5 apresenta o cronograma das principais atividades desenvolvidas durante a observação, organizadas por semana de trabalho.

O objeto de estudo foram as aulas de Matemática da EPE e o contexto em que ocorrem, ou seja, todo o ambiente da EPE. Para a construção e organização dos dados de pesquisa, coletei informações de três maneiras: (i) leitura de materiais produzidos por professores e dirigentes da escola, ou seja, textos publicados em livros e revistas e documentos internos da instituição, (ii) observação, tanto do contexto quanto das aulas de Matemática, (iii) entrevistas livres e semiestruturadas com três professores de Matemática da EPE. Observou-se o trabalho realizado na EPE e o contexto da escola durante o período de dois meses consecutivos a partir do final do mês de julho de 2017.

É importante salientar que o processo de observação do contexto não se reduziu à presença nas aulas de Matemática, mas foi realizada também durante as conversas na sala de professores, durante as conversas com alunos no pátio da escola, nas observações de atividades extraclasse, nas conversas com todos durante as refeições no restaurante da escola e nas minhas caminhadas solitárias e reflexivas por toda a escola. Deste processo, resultaram muitas

informações sobre a EPE, sobre as aulas de Matemática e as entrevistas. E todas essas informações se constituem nos dados da pesquisa que são apresentados no capítulo 5 e interpretados nos capítulos 7 e 8 deste trabalho.

Quadro 5 – Cronograma de atividades.

Semana	Atividades
1 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Reunião com o grupo <i>Assessoria de Matemáticas</i>; - Reunião com a direção da escola; - Minha apresentação aos professores pela direção da escola; - Apresentação dos ambientes da escola pela direção; - Observação dos ambientes da escola (sala dos professores, salas de aulas, biblioteca, restaurante, bosque, pátio, sala de artes, sala de música, etc.); - Escrita diária sobre as observações, impressões e dados obtidos;
2 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Observação das aulas prof. Paola; - Entrevista livre com prof. Paola; - Conversas informais com alunos da prof. Paola; - Transcrição da entrevista livre com prof. Paola; - Leitura de materiais recebidos da EPE na biblioteca da escola; - Conversas informais com professores de outras disciplinas; - Escrita diária sobre as observações, impressões e dados obtidos;
3 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Observação das aulas do prof. German; - Entrevista livre com prof. German; - Transcrição da entrevista livre com prof. German; - Leitura de materiais recebidos da EPE; - Observação e reflexão sobre o contexto e o ambiente escolar; - Escrita diária sobre as observações, impressões e dados obtidos;
4 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Observação das aulas da prof. Diana; - Entrevista livre com prof. Diana; - Transcrição da entrevista livre com prof. Diana; - Escrita diária sobre as observações, impressões e dados obtidos;
5 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Observação das atividades extraclasse desenvolvidas no projeto Economia Azul; - Conversas informais e observações do cotidiano dos alunos nos diversos espaços da escola (alunos tocando instrumentos musicais, fazendo teatro no pátio, fazendo esportes, caminhando por trilhas, conversando fora da sala de aula e em horário de aula, grupos cantando, etc.); - Leituras sobre a EPE a partir dos materiais produzidos na escola e disponibilizados na biblioteca; - Escrita diária sobre as observações, impressões e dados obtidos;
6 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Visita à <i>Corporación Escuela Pedagógica Experimental</i> e observação das atividades ATE-EPE de tecnologia; - Entrevista com Sr. Dino Segura; - Transcrição da entrevista com Sr. Dino Segura; - Leitura de materiais disponibilizados pelo Sr. Dino Segura; - Escrita diária sobre as observações, impressões e dados obtidos;
7 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Realização das entrevistas semiestruturadas com os professores de Matemática; - Transcrição das entrevistas semiestruturadas; - Escrita diária sobre as observações, impressões e dados obtidos;
8 ^a	<ul style="list-style-type: none"> - Conversas informais com professores de todas as áreas sobre a EPE e seus processos; - Nesta semana fui entrevistado por três professores sobre a minha compreensão dos processos internos da escola;

Fonte: O autor (2017)

A próxima seção aborda o processo de interpretação e análise dos dados de pesquisa.

4.3 Os dados da pesquisa e seu processo de interpretação e organização

Neste processo, em que a abordagem metodológica de pesquisa se constitui em uma vivência num ambiente complexo, a interpretação dos dados se transformou em reflexões

diárias. Estas reflexões foram construídas durante as observações, durante as entrevistas e, também, durante o período de descanso fora da escola. Na verdade, minhas reflexões sobre a vivência na escola continuam ocorrendo até hoje e penso que continuarão ainda por muito tempo. Isto é coerente com o processo desencadeado por essa pesquisa, ou seja, o conhecimento é complexo e inacabado.

Os dados obtidos neste trabalho foram entendidos, conforme a compreensão defendida por Paderes, Rodrigues e Giusti (2005, p. 9) em “sua multiplicidade complexa”, ou seja, fazem parte de um todo e, por isso, devem receber um tratamento hologramático. Com isto, ao interpretar as informações trazidas da EPE, considerou-se a influência que o contexto escolar exercia sobre esses dados. Mesmo quando na interpretação dos dados emergem aspectos específicos de determinada situação, esses aspectos sempre são considerados no contexto da EPE.

Com a perspectiva assumida nesta pesquisa, é necessário considerar uma informação observando o contexto em que ela se apresenta. Portanto, a análise assumiu uma perspectiva interativa que levou em consideração a multidimensionalidade de influências sobre o objeto de estudo.

A multidimensionalidade, por sua vez, nos revela que o conhecimento que emerge da pesquisa depende do sujeito que conhece e das relações que estabelece com o objeto em estudo. O conhecimento emergente é produto de interações que acontecem entre ambos. Mas, todo conhecimento produzido na pesquisa envolve a multidimensionalidade humana, pois o que acontece surge a partir de ações corporificadas que traduzem um processo de cooperação global em todo o organismo. Isto nos revela que os seres humanos estão envolvidos por inteiro no processo de pesquisa e dela participam, não apenas utilizando sua racionalidade, mas também sua emocionalidade, sua afetividade, sua intuição que fluem a partir das diferentes relações estabelecidas. Desta forma, todo conhecimento produzido na pesquisa é fruto de processos que envolvem criação, interpretação, construção, desconstrução, auto-organização por parte do sujeito pesquisador em suas múltiplas relações com os outros sujeitos ou objetos pesquisados (MORAES; TORRE, 2006, p. 159).

Assim, como estratégia de análise e interpretação do contexto da escola, ou seja, para a análise das impressões dos aspectos do contexto escolar que mais impressionaram o pesquisador foram utilizados os princípios da Teoria da Complexidade por meio do Método do Caminho. Por outro lado, como estratégia para a análise das entrevistas dos professores optou-se pela Análise Textual Discursiva conforme Moraes e Galiuzzi (2011).

Desta maneira, as estratégias de interpretação dos dados desta pesquisa estão vinculadas às concepções e crenças deste pesquisador e, por isso, são parciais e transitórias. Conforme Moraes e Galiuzzi (2006, p. 122), “nesse tipo de análise exige-se do pesquisador mergulhar em seu objeto de pesquisa, assumindo-se sujeito e assumindo suas próprias interpretações”.

Esses princípios adotados como estratégia de análise se constituíram na maneira escolhida para a compreensão da realidade inerente ao fenômeno investigado. Segundo Moraes e Torre (2006, p. 161) “podemos dizer que método/caminho/estratégias/ensaios revelam um conjunto de pressupostos epistemológicos e metodológicos que configuram uma maneira de pensar e de compreender a realidade” (MORAES e TORRE, 2006, p. 161).

O processo de Análise Textual Discursiva, segundo Moraes e Galiuzzi (2011), tem início pela unitarização e desmontagem dos textos das entrevistas para a obtenção de unidades com significado relevante para o estudo que está sendo feito. Essas unidades com significados são organizadas e codificadas para, logo após serem organizadas em categorias com conteúdos semelhantes. Essas categorias são consideradas intermediárias, pois serão reorganizadas em categorias mais abrangentes. Desse processo emergem as categorias finais sobre as quais são escritos metatextos que as descrevem. Esses metatextos são utilizados para a redação do texto final de análise. Nesta perspectiva de análise emergem categorias que de forma alguma representam uma simplificação dos dados de pesquisa. As categorias emergem do todo que é complexo e suas informações são tratadas de maneira integrada no contexto.

A análise textual pode ser compreendida como um processo auto organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do *corpus*, a *unitarização*; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada MORAES (2003, p. 192).

Após a transcrição e tradução dos textos das entrevistas, já no Brasil, iniciou-se o processo de análise. As informações contidas nas entrevistas foram isoladas para a construção de unidades de significado. Com as unidades de significados estabelecidas partiu-se para a reunião de ideias convergentes, ou seja, para a construção das categorias. Neste processo buscou-se estabelecer relações entre os objetivos da pesquisa e as categorias emergentes do para validação do processo. “Um conjunto de categorias é válido quando é capaz de representar adequadamente as informações categorizadas, atendendo dessa forma aos objetivos da análise, que é de melhorar a compreensão dos fenômenos investigados” (MORAES, 2006, p. 199). As categorias que emergiram desse processo foram denominadas de métodos de trabalho, desenvolvimento do pensamento e construção do conhecimento e de Inovação permanente e a formação do professor inovador

Neste processo de análise optou-se pelo sistema de categorias emergentes, ou seja, as categorias surgiram a partir da complexidade do fenômeno estudado, o universo da EPE. Essas categorias emergentes representam elaborações teóricas construídas pelo pesquisador a partir da sua vivência no ambiente de pesquisa e da sua interpretação do fenômeno. Colocando de

outra maneira, as categorias emergem da fala dos entrevistados, mas estão impregnadas das teorizações construídas pelo pesquisador durante a vivência no ambiente de pesquisa. Todo esse processo seguiu o método intuitivo de produção de categorias na Análise Textual Discursiva e exigiu muita auto-organização por parte do pesquisador, pois, segundo Moraes (2006), da complexidade dos fenômenos iniciais estudados surge uma nova ordem.

Entendemos que se pode descrever ainda um terceiro método de produção de categorias. É o método intuitivo. Chegar a um conjunto de categorias por meio da intuição exige integrar-se num processo de auto-organização em que, a partir de um conjunto complexo de elementos de partida, emerge uma nova ordem. O processo intuitivo pretende superar a racionalidade linear que está implícita tanto no método dedutivo quanto no indutivo. Pretende que as categorias tenham sentido a partir do fenômeno focalizado como um todo. As categorias produzidas por intuição originam-se por meio de inspirações repentinas, *insights* de luz que se apresentam ao pesquisador, por uma intensa impregnação nos dados relacionados aos fenômenos. Representam aprendizagens auto-organizadas que são possibilitadas ao pesquisador a partir de seu envolvimento intenso com o fenômeno que investiga (MORAES, 2006, p. 198).

A partir das categorizações foram produzidos os metatextos, que podem ser considerados, segundo Moraes e Galiazzi (2011), um processo de compreensão emergente sobre o fenômeno. Os metatextos deram origem ao texto apresentado no capítulo 8.

No próximo capítulo, apresento os dados de pesquisa. Esses dados se referem ao contexto da escola, aos relatos das observações realizadas e às entrevistas com os professores. A transcrição das entrevistas é apresentada no apêndice do trabalho.

5 A PESQUISA: VIVENDO O UNIVERSO DA EPE

Este capítulo apresenta os dados da pesquisa. Estes dados são oriundos, das leituras dos documentos disponibilizados pela escola, das observações das aulas de Matemática e dos aspectos do contexto escolar que mais impressionaram este pesquisador. Uma característica fundamental desenvolvida neste capítulo é o aspecto de análise/interpretação dos fenômenos observados. Assim procedeu-se porque assumiu-se, neste processo de pesquisa, a perspectiva de um trabalho desenvolvido num ambiente complexo e transdisciplinar, permanentemente inovador. Com isto, o trabalho apoiou-se no método idealizado por Morin, Ciurana e Motta (2003) para pesquisas em ambientes complexos.

A primeira seção aborda o contexto pedagógico da EPE. Então, os aspectos que mais chamaram a atenção, além da história e dos princípios norteadores do trabalho pedagógico desenvolvido na escola, foram as características das atividades, a formação de professores e o processo de aprendizagem. Na segunda seção apresenta-se o relato das observações das aulas de Matemática em três níveis de ensino.

Como exemplo norteador da compreensão sobre o que é e como se faz inovação em Educação, a próxima seção aborda o contexto da *Escuela Pedagógica Experimental* – EPE, situada na Colômbia. Esta seção foi construída com a intenção de apresentar as informações como dados de pesquisa, os quais estão impregnados das impressões do pesquisador. Portanto, o contexto também é parte importante para a compreensão dos resultados dessa pesquisa. Entende-se que não seria possível compreender a inovação em Educação Matemática sem conhecer o contexto onde ela é desenvolvida.

5.1 Contexto: a *Escuela Pedagógica Experimental*

Chegar pela primeira vez na EPE causa uma sensação de estranheza. A escola não tem portões, não tem portaria e nem cercas. Ninguém me abordou e perguntou o que eu desejava ou onde eu gostaria de ir. Fui entrando e logo me vi entre crianças brincando (ou fazendo alguma atividade escolar?) e grupos de jovens. Era como se eu tivesse entrado num universo paralelo, um lugar imenso, sem limites, pessoas caminhando ou correndo, conversando ou lendo, praticando atividades físicas ou cantando. Tudo fluía em paz. Confesso que fiquei perdido, pois esperava uma escola diferente, mas nem tanto.

A EPE é uma escola particular e seus alunos são de classe média. A escola situa-se num local montanhoso, e todos podem utilizar qualquer espaço de acordo com as suas inquietações, possibilidades e cuidados. Os alunos, grandes ou pequenos, exploram os espaços livremente. Essa dinâmica conduz todos, de maneira natural, a criar condutas respeitadas que

não causem nenhum problema, principalmente aos estudantes pequenos. Na EPE, todos cuidam de todos de maneira harmoniosa e as regras de comportamento emergem dessas relações, naturalmente.

Foi muito interessante observar os alunos pequenos elaborando e explorando rotas e caminhos pelos espaços da escola. Segundo os educadores da EPE, que observam esse processo de descoberta do território da escola, as rotas vão se tornando mais ousadas à medida que os alunos vão crescendo. Outro aspecto muito interessante é o de que os alunos mais velhos, frequentemente demonstram conhecer e cumprimentam os alunos menores, chamando'-lhes pelo nome. Por vezes, os alunos mais velhos são encontrados auxiliando os mais novos com suas atividades ou com as dificuldades próprias do seu tamanho. Isto é incentivado pela escola que, frequentemente desenvolve atividades com alunos de idades diferentes.

Na EPE, existe um horário estabelecido para as aulas que é das 7 horas até às 15 horas, de segunda a quinta-feira. Na sexta-feira, o horário é especial e vai das 7 horas até às 13 horas. Porém, apesar da existência de horário, ninguém é obrigado a entrar em sala de aula. Isso é uma decisão dos estudantes e, também, uma postura pedagógica da escola. Na EPE, não existem manuais de convivência, nem regras. Tudo é construído democraticamente nos diversos ambientes de debate existentes.

A escola tem 30 salas de aula, que são organizadas de acordo com a necessidade do trabalho diário, às vezes, as classes estão dispostas em círculo, outras vezes em ilhas e algumas vezes não existem classes na sala. A escola dispõe também de uma biblioteca, uma sala de multimídia, uma oficina de carpintaria, uma oficina de ferramentas, uma granja onde se criam galinhas e pequenos animais, uma estufa para o cultivo de plantas ornamentais e hortaliças, uma horta, um laboratório integrado, uma quadra poliesportiva, duas quadras de areia para jogos e atividades físicas, um espaço para eventos culturais denominado “*media torta*”, um arvoredo, um bosque e um restaurante. Estes são os ambientes onde se constrói o conhecimento na escola.

Para a EPE, o conceito de ambiente educativo é compreendido como um sistema “complexo e dinâmico onde existem múltiplas interações com o espaço físico, com os integrantes da comunidade escolar, com as construções culturais, enriquecidas pelas vivências de cada indivíduo e pelas interações desses indivíduos com as situações cotidianas” (PEI-EPE, 2010, p. 9)³.

³ O “*Proyecto Educativo Institucional*” (PEI-EPE) é um documento institucional que orienta as práticas e posturas pedagógicas institucionais e está disponível em: http://www.epe.edu.co/uploads/4/8/4/2/48423709/proyecto_educativo_institucional_epe.pdf

Neste sentido, o ambiente se caracteriza como uma estrutura cultural onde são privilegiadas as interações dos indivíduos entre si, com os espaços e com as atividades escolares. Pode-se perceber que essas interações, que confirmam as posturas construídas ao longo dos anos e fazem parte do Projeto Educativo institucional (PEI-EPE, 2010), são permeadas por emoções, sentimentos, ideias, ações e significados que influenciam decisivamente a construção do conhecimento e contribuem para romper os limites impostos pelos modelos educativos que privilegiam a separação disciplinar. Essas características nos conduzem a compreender o ambiente educativo da EPE como complexo e transdisciplinar, pois é possível perceber que, na EPE, existe uma heterogeneidade de posturas e de maneiras de se relacionar com os diversos conhecimentos, em que se reconhece a diversidade cultural de seus sujeitos.

Em minha estadia na EPE procurei conhecer, ou me impregnar, de alguns aspectos que julguei mais importantes para o desenvolvimento do trabalho. Então, para uma melhor apresentação deste contexto, organizei estas informações em 7 subseções. A primeira subseção aborda um pouco da história e dos princípios norteadores que sustentam a prática pedagógica da EPE. Na segunda subseção abordo o princípio pedagógico denominado de *Actividad Totalidad Abierta* – ATA, que fundamenta todas as atividades na escola. Na terceira subseção, trato do trabalho com robótica e tecnologias ancestrais. A quarta subseção apresenta o trabalho por projetos extraclasse, denominado de Economia Azul. A formação de professores para o trabalho na EPE é abordada na quinta subseção. A sexta subseção apresenta uma entrevista com o professor Dino Segura, ex-diretor e um dos fundadores da EPE. E, finalizando, na sétima subseção, abordo as relações entre aprendizagem e conhecimento desenvolvidas na EPE.

5.1.1 História e princípios norteadores

A EPE, segundo o seu projeto educativo institucional (PEI-EPE, 2010), foi fundada no ano de 1977, com 16 alunos, sendo quase todos filhos dos fundadores da escola. A escola iniciou suas atividades com a proposta de se tornar uma instituição de ensino diferenciada das demais instituições colombianas. Em 1988, a escola já contava com 250 alunos e, naquele ano, formou sua primeira turma, correspondente ao Ensino Médio, no Brasil. Os seus fundadores pretendiam construir uma instituição que oferecesse Educação de qualidade com um projeto educativo comprometido com a busca da tolerância, da autonomia, da liberdade, da confiança e da resolução de conflitos de maneira não violenta. A EPE, segundo Pulido e Rojas (2014), tem sido reconhecida nacional e internacionalmente como uma instituição inovadora que promove a transformação cultural da sociedade.

Os fundadores da EPE acreditavam que os alunos podiam desenvolver suas capacidades emocionais, físicas e intelectuais plenamente e que a escola tradicional não atendia essas necessidades. Eles queriam fugir do “ambiente de imposição e violência que reinava nas escolas oficiais e privadas” (tradução nossa) (PEI-EPE, 2010, p. 2). Esse ambiente de exigências acadêmicas das escolas oficiais era gerador de angústias nas crianças e aumentava as diferenças entre todos.

Estas mesmas considerações são válidas hoje. Entretanto, as práticas e as preocupações têm evoluído; por exemplo, nos primeiros anos de experiências na EPE, foi possível reconhecer e valorizar a importância da arte, a tal ponto que já a partir de 1981, a arte se constituiu na área de maior intensidade em todos os níveis de escolaridade, hoje se está incursionando nos sistemas dinâmicos e na Teoria da Complexidade (tradução nossa) (PEI-EPE, 2010, p. 2).

Ao desenvolver o trabalho diário, os professores que atuavam na EPE nos anos de 1980 perceberam que deveriam realizar pesquisas, pois as inovações pedagógicas não surgiram de maneira espontânea a partir de boas intenções dos envolvidos ou de ideias apoiadas no senso comum. Eles reconheceram a necessidade de refletir sobre sua prática e começaram a realizar pesquisas e divulgar os resultados para a sociedade.

Apesar das críticas e das desconfianças de que uma instituição de ensino elementar não teria capacidade para desenvolver projetos de pesquisa, em meados da década de 80, o Colciencias⁴ aprovou o primeiro projeto de pesquisa da escola. O projeto aprovado tratava de investigar a “possibilidade de organizar a vida escolar em torno de projetos de aula (ou de áreas) em que se atribuía a mesma importância para as investigações dos estudantes e dos professores” (tradução nossa) (PEI-EPE, 2010, p. 3).

Com isto, a proposta desenvolvida pela EPE foi se consolidando. A escola assumiu a sua perspectiva de instituição que desenvolve pesquisa, participa de eventos e divulga seu trabalho por meio de artigos científicos. Ainda na década de 80, foi constituída a “*Corporación⁵ Escuela Pedagógica Experimental*”, instituição sem fins lucrativos que, além de ser a mantenedora da EPE e desenvolver pesquisa, trabalha com formação continuada de professores, publicações de documentos e artigos científicos e organização de eventos ligados às propostas desenvolvidas no âmbito da EPE como instituição de inovação educativa (PEI-EPE, 2010).

⁴ Departamento Administrativo de Ciência, Tecnologia e Inovação – Colciencias – é a entidade governamental responsável pela promoção de políticas públicas para promover a ciência, tecnologia e inovação na Colômbia. Fonte: http://www.colciencias.gov.co/colciencias/sobre_colciencias/funciones

⁵ Análogo ao que no Brasil conhecemos como uma cooperativa.

De acordo com o seu projeto educativo institucional, a escola tem como objetivo construir uma “concepção educativa” diferenciada da praticada pelas outras escolas do país (tradução nossa) (PEI-EPE, 2010 p. 06). Essa concepção educativa orienta a atuação da instituição a partir de três aspectos fundamentais. O primeiro aspecto busca formar seus alunos para atuarem em uma sociedade democrática de maneira crítica e consciente. O segundo orienta para que os alunos formados na EPE defendam uma cultura científica fundamentada em valores humanos próprios da atividade científica. E o terceiro aspecto orienta uma formação para que os alunos sejam capazes de valorizar a construção coletiva de soluções, tanto nos projetos escolares quanto no âmbito da realização pessoal.

A EPE tem como princípio norteador que “o compromisso da escola é inventar alternativas de organização social que apontem para a concepção de uma sociedade mais justa e equitativa, cuja organização esteja inspirada no compromisso com os indivíduos” (tradução nossa) (PEI-EPE, 2010, p. 07). Ainda neste documento, o PEI-EPE (2010), a escola afirma que não pretende conservar nem multiplicar as características da sociedade colombiana, mas propor constantemente um novo modelo de escola que promova outra forma de relação mais justa e equilibrada entre as pessoas e entre elas e o meio em que vivem.

Segundo o PEI-EPE (2010), a escola é uma instituição que procura reconhecer a diversidade presente em cada indivíduo que integra a sua coletividade, com suas características e potencialidades. Na EPE, os indivíduos são incentivados a trabalhar em equipe para que aprendam a transformar suas realidades num contexto coletivo e democrático.

A escola, a partir de seus princípios norteadores, se fundamenta em três pilares conceituais, que são: confiança, convivência e conhecimento. Estes pilares proporcionam espaços de formação que integram o estudante com seu entorno cultural e social. E, neste sentido, foi possível entender, a partir das observações e no convívio com os professores, que a construção do conhecimento nesse contexto de confiança e de convivência coletiva ocorre por meio de investigação, experimentação e diálogo. O estudante desenvolve a capacidade de construção de saberes alicerçada no trabalho coletivo para investigar e experimentar questões que lhe causam curiosidade, desenvolvendo assim, sua capacidade de criação e inovação, experimentando um conhecimento com significado real para ele.

Conforme Pulido (2015), a EPE trabalha o conhecimento a partir de um entendimento construtivista e faz uma distinção muito forte entre conhecimento construído pelo coletivo e informação transmitida aos alunos. Para fortalecer essa distinção, a escola promove espaços de formação onde se pode discutir e refletir sobre estes e outros processos ligados com a aprendizagem e as práticas pedagógicas.

Na EPE, segundo Pulido (2015), o ambiente escolar é “não normativo, porém negociado” (tradução nossa) (p. 11). O ambiente deve ser importante na formação do estudante para a vida em sociedade e que o conhecimento construído na escola tenha utilidade e seja importante na constituição de um sujeito crítico e consciente de suas potencialidades.

Do ponto de vista pedagógico, a EPE assume a investigação em aula como a sua principal estratégia pedagógica. Esse processo de investigação ocorre por meio de projetos a partir de temas de interesse dos alunos e dos professores que, por sua vez, não se posicionam como detentores do conhecimento, mas que buscam constantemente formações, principalmente na “*Corporación*” EPE, que lhes motivem a desenvolver novas propostas em relação a sua atuação na escola.

A escola fundamenta suas atividades em uma perspectiva pedagógica que proporciona ao aluno a construção de conhecimentos na interação com a realidade. Essa concepção é posta em prática por uma metodologia de ensino, denominada “*Actividad Totalidad Abierta – ATA*”, que desenvolve nos alunos a capacidade de se apropriar da realidade de maneira que eles possam, ao construir conhecimento, compreender o seu caráter complexo, a partir da interação do objeto de estudo com suas estruturas culturais, sociais e linguísticas.

A EPE trabalha a relação entre a realidade e os múltiplos significados do conhecimento construído nos espaços escolares por meio da integração entre os sujeitos, as atividades e o contexto. Neste sentido, percebe-se que a EPE realiza um trabalho pedagógico que têm na realidade (cultural, social, científica, etc.) o alicerce para a construção de conhecimento pelos seus alunos. Essa realidade que se inter-relaciona com os múltiplos significados do conhecimento, constitui o ambiente educativo da escola. Esse ambiente educativo proporciona condições para que os problemas trabalhados nas aulas, sejam abordados em sua totalidade, ou seja, os conhecimentos construídos e o contexto escolar influenciam em um determinado problema e no desenvolvimento de qualquer atividade. Esse aspecto nos conduz a pensar que o ambiente educativo da EPE é complexo e transdisciplinar.

Com isto posto, a escola propõe uma “estratégia pedagógica ligada à consolidação de espaços de formação, tanto em convivência como para a construção da relação entre sujeito e conhecimento” (tradução nossa) (PEI-EPE, 2010, p. 50). Esta estratégia é denominada pela EPE como “*Actividades Totalidad Abiertas – ATA*” (SEGURA, 2007), as quais serão abordadas na próxima seção.

5.1.2 *Actividad Totalidad Abierta* - ATA

As *Actividad Totalidad Abierta* - ATA's são estratégias pedagógicas que fundamentam todas as práticas desenvolvidas na escola. Para isso, as ATA's buscam a coerência em três dimensões: a conceitual, a lógica e no formato. Na dimensão conceitual, a atividade se inicia a partir da abordagem de problemas em sua totalidade, ou seja, a partir da complexidade apresentada pelo problema que vai se tornar objeto de investigação pelos alunos. Como exemplo pode-se citar uma atividade desenvolvida no projeto Economia Azul (ver seção 4.1.4 e Apêndice 1), denominado "*Matemáticas, juego y arte*", na qual os estudantes buscam dar sentido aos conceitos matemáticos a partir de uma perspectiva em que a arte, os jogos de estratégia e as construções manuais fazem parte de um processo de desenvolvimento do pensamento matemático, a partir das relações encontradas na interação desses elementos. As explicações que surgem como possíveis soluções para os problemas encontrados nessas atividades devem possuir coerência com os conceitos matemáticos que podem explicar o fenômeno em questão.

A coerência lógica das ATA's propõe que o aprofundamento da investigação de soluções para problemas deve ser tão complexo quanto possível para o nível de compreensão dos alunos envolvidos naquele trabalho. E a coerência no formato da atividade significa que ela deve partir de problemas que os alunos tenham curiosidade em investigar, são problemas considerados pelos alunos como interessantes e que despertam discussão. E, como foi possível perceber durante a vivência na EPE, esses problemas podem ser propostos pelos alunos ou pelos professores.

As ATA's são, então, problemas totais, que se relacionam mais com uma ou várias teorias que as explicam não com um conceito específico. Em cada ATA aparecem atividades particulares cujo desenvolvimento típico (ou forma de trabalho) satisfaz as três características anteriores. "Na prática, alcançar esses requisitos depende fundamentalmente da forma de trabalho, e é o que tipifica tanto o ambiente de trabalho em sala de aula classe como a proposta ou alternativa para o ensino" (tradução nossa) (PEI- EPE, 2010, p. 50).

Nas ATA's, nunca se aborda um determinado problema da mesma maneira. O início da atividade depende do interesse geral em buscar soluções ou explicações para determinado fenômeno. A partir daí os alunos discutem hipóteses de soluções para, logo em seguida, realizarem o trabalho experimental (PEI-EPE, 2010).

Segundo Pulido e Rojas (2014), as ATA's se fundamentam na tríade estudante, professor e atividade, que são considerados como um sistema aberto, ou seja, um sistema que funciona em um intercâmbio de emoções e informações mediadas pelo contexto que direciona

e provoca a curiosidade e o desenvolvimento dos alunos. Neste sistema de trabalho há uma forte ênfase aos problemas cotidianos dos sujeitos envolvidos nesse processo. Esse cotidiano apresenta elementos que sugerem o que se fazer nas aulas, sem seguir um método pré-determinado, mas como uma tarefa desafiadora a ser realizada.

Apesar das ATA's estarem relacionadas com as experiências do cotidiano dos alunos e do entorno em que eles vivem, segundo o projeto educativo institucional da EPE, elas podem ser classificadas pela sua origem e pelo nível de utilização, ou seja, pelas características cognitivas dos estudantes. Da perspectiva da origem, as ATA's se classificam como um trabalho ou uma construção, uma pergunta sobre um fenômeno ou a partir da curiosidade dos alunos.

De qualquer maneira, as ATA's não são colocadas em prática como uma proposta para ensinar conteúdos previamente estabelecidos. Na perspectiva das ATA's, um projeto ou um problema, são “uma oportunidade para gerar ambientes de aprendizagem onde os estudantes aprendem coisas diferentes das que usualmente se pretende ensiná-los” (tradução nossa) (PEI-EPE, 2010, p.55). Os professores da EPE entendem que os projetos permitem uma reflexão mais voltada ao processo do que sobre alguma meta pré-estabelecida. Um projeto, nessa perspectiva de trabalho, não é colocado em prática a partir de um planejamento pedagógico rígido, mas é resultado das interações dos sujeitos envolvidos com o ambiente onde se desenvolve o trabalho e com o apoio de teorias e experiências cotidianas desses sujeitos.

Ao professor compete a orientação do desenvolvimento do trabalho, ouvindo a opinião dos estudantes e adotando a atitude de um incentivador das criações e das explorações coletivas. Ao estudante compete estar disposto ao trabalho em grupo e compartilhar suas inquietações e dúvidas com os demais integrantes do grupo de trabalho. A EPE considera a abordagem de projetos uma oportunidade importante para que cada sujeito desenvolva sua autonomia e confiança em si mesmo e no grupo ao qual está vinculado.

O caso específico do estudo da Matemática, na perspectiva das ATA's, ocorre a partir de dois enfoques prioritários: a ação sobre os problemas e o desenvolvimento matemático que decorre dessa ação. O trabalho é concebido como um “fazer Matemáticas, isto é, matematizar” (tradução nossa) (Pulido e Rojas, 2014, p. 02). Dessa maneira, os conteúdos matemáticos não são definidos previamente, mas são utilizados na medida em que forem necessários na atividade em que se estiver trabalhando. Assim, o aluno constrói o significado, aprendendo e aplicando determinado conceito matemático, na medida em que surge a necessidade de seu estudo para a solução de determinado problema.

O pensamento lógico é desenvolvido, na perspectiva das ATA's, segundo Pulido e Rojas (2014), a partir de quatro aspectos fundamentais: a modelagem, as operações, a criatividade e o raciocínio. O aspecto mais importante considerado pela EPE é o desenvolvimento do pensamento e dos processos de aprendizagem dos alunos para que eles tenham uma compreensão do mundo em que vivem. Dessa forma, fazer Matemática na EPE significa “diferenciar conhecimento de informação, valorizar mais os processos do que os resultados, trabalhar coletivamente, valorizar o erro e adquirir segurança e confiança” (tradução nossa) (PULIDO, 2015, p. 13).

Em resumo, as ATA's possuem características que permitem o desenvolvimento de propostas pedagógicas inovadoras. Essas características são:

- a) A construção de uma tensão cognitiva-afetiva de desejo entre o indivíduo e sua atividade; b) A manutenção do interesse pelo que se realiza em aula; c) O compromisso com um problema genuíno; d) As situações coletivas de busca nas quais a liberdade de pensamento, a diferença, a possibilidade de discordar e a criatividade e imaginação contribuem para a democracia; e) A articulação das atividades com valores como a antecipação e o *design*; f) O reconhecimento de diferentes fontes de conhecimentos e saberes; g) O compromisso com o contexto; e h) A ação frente ao problema inicial (tradução nossa) (SEGURA; GARCÍA, 2014, p. 03).

A próxima subseção aborda um aspecto muito interessante da proposta pedagógica da EPE, que é o trabalho com robótica e tecnologias ancestrais. Esse trabalho é realizado na escola e na *Corporación Escuela Pedagógica Experimental*, entidade mantenedora da escola.

5.1.3 Projeto ATA-EPE de tecnologia

Em minha estada em Bogotá, pude visitar a *Corporación Escuela Pedagógica Experimental*, que se localiza nessa cidade. Essa instituição, além de ser a mantenedora da EPE, desenvolve parte da formação continuada de professores da escola e o projeto denominado de ATA-EPE de tecnologia, ou robótica escolar. Esse projeto é aplicado na EPE e na *Corporación Escuela Pedagógica Experimental*. No período em que vivenciei as atividades da *Corporación*, pude conhecer um pouco mais dessa proposta inovadora da EPE.

Esse projeto aborda a introdução de tecnologia, por meio de materiais de robótica escolar desenvolvidos pela EPE nas atividades cotidianas dos alunos. O principal fator que conduziu ao desenvolvimento dessa proposta considerou, conforme Segura (2017), a carência de atividades escolares com foco na invenção e na criatividade dos alunos. O projeto propõe estudar também as tecnologias tradicionais (tratadas na EPE como tecnologias ancestrais), desde os artefatos desenvolvidos pela comunidade indígena e campesina colombiana, até os trabalhos mais atuais de cientistas do país. Para isso, “se apoia em pressupostos pedagógicos

contemporâneos que se baseiam na Teoria da Complexidade e dos sistemas dinâmicos” (tradução nossa) (SEGURA, 2016, p. 28).

O projeto ATA-EPE de tecnologia é considerado na instituição, segundo Segura (2016), um modelo pedagógico fundamentado em: (i) metas e objetivos, (ii) contextos de trabalho, (iii) sintaxe das atividades, (iv) dinâmicas de manutenção do compromisso de trabalho e, (v) o compromisso disciplinar. Esse modelo pedagógico respeita as diferenças e o tempo de aprendizagem e desenvolvimento de cada um e é comprometido com o contexto escolar e com as necessidades dos alunos.

As metas estabelecidas neste modelo pedagógico cumprem três objetivos fundamentais. O primeiro pretende desenvolver nos alunos a confiança e o otimismo diante da possibilidade de enfrentar problemas com êxito. Esse objetivo se apoia no convencimento dos alunos de que sua vida pode ser melhor e que eles têm capacidade para modificar sua própria realidade. O segundo objetivo trata do desenvolvimento de habilidades nos alunos para o trabalho em grupo de maneira interativa e em sintonia com o contexto. Esse objetivo tenta superar o individualismo e promover posturas condizentes com o trabalho coletivo e a vida em sociedade. E o terceiro objetivo é oferecer experiências que incentivem a “construção de projetos de vida articulados com a ciência e a tecnologia como horizonte de realização” pessoal (tradução nossa) (SEGURA, 2016, p. 29).

O segundo aspecto proposto no modelo pedagógico ATA-EPE de tecnologia são os contextos de trabalho, caracterizados como os elementos de apoio que proporcionam a construção dos ambientes onde se desenvolve a aprendizagem. A construção do contexto no modelo pedagógico proposto considera três aspectos fundamentais. O primeiro aspecto aborda a história das construções científicas e tecnológicas colombianas. Esse aspecto considera importante os desenvolvimentos científicos atuais bem como os saberes ancestrais dos povos formadores do país, com seus mitos, suas ferramentas utilizadas na produção de alimentos e seus rituais. De igual importância é o conhecimento dos povos camponeses, com seus costumes e práticas, desde o tratamento de doenças até as suas vestimentas e construções características.

Outro aspecto dos contextos de trabalho são as implicações do conhecimento na vida cotidiana, ou seja, as soluções aos problemas cotidianos como consequência do desenvolvimento do conhecimento dos alunos. No contexto de trabalho se considera importante a percepção da tecnologia que existe em instrumentos simples. Se trata de valorizar o conhecimento e a criatividade aplicados na solução de problemas genuínos do cotidiano como uma discussão permanente a respeito da tecnologia presente no entorno dos alunos.

Outra característica importante desse modelo pedagógico proposto por Segura (2016) é a sintaxe das atividades, ou a organização dos desafios da pesquisa. Esta organização, apoiada nos materiais disponíveis, promove um ambiente de aprendizagem orientado para o desenvolvimento de invenções dos alunos. Neste aspecto, os alunos são desafiados a inventar constantemente. Para isso, o processo se organiza em quatro etapas: o problema desencadeante do processo, o conhecimento e reconhecimento dos materiais de trabalho, a modificação dos exemplos que já foram construídos e a invenção de novos modelos pelos alunos.

O problema que inicia o processo é apresentado aos alunos como um desafio que desperte o seu interesse. O conhecimento e reconhecimento dos materiais de trabalho é a fase em que os alunos manipulam os protótipos que foram construídos por outros estudantes em atividades anteriores. Nesta fase se introduz conceitos como o da transformação do movimento em energia, por exemplo. Na fase seguinte das atividades, os alunos modificam os protótipos a partir de exemplos e demonstrações feitas pelos professores ou assistindo a vídeos de trabalhos anteriores. A última fase do processo é a invenção propriamente dita. Nesta fase, os alunos aplicam toda a sua capacidade criativa para construir os modelos que melhor lhe convém.

A quarta característica do modelo pedagógico ATA-EPE de tecnologia, de acordo com Segura (2016), é a dinâmica de manutenção do compromisso de trabalho. Este aspecto se apoia no protagonismo dos estudantes e dos professores diante dos desafios do desenvolvimento dos projetos de robótica. Trata-se de manter o entusiasmo diante dos projetos, principalmente pela interação entre os sujeitos envolvidos e pela construção diária de conhecimento.

A última característica do modelo pedagógico, segundo Segura (2016), é o compromisso disciplinar. Esse aspecto determina que, a partir dos materiais de robótica em conjunto com os artefatos tecnológicos desenvolvidos pelas comunidades ancestrais colombianas, os alunos reconheçam os conhecimentos disciplinares e os associem ao desenvolvimento de novos modelos de robótica. Essa característica se fortalece com o desenvolvimento de aspectos específicos do pensamento tecnológico. Segura (2016) considera que este é um aspecto que confere qualidade ao processo de aprendizagem e se constitui em uma característica de inovação permanente inerente ao processo.

Todo esse processo se organiza em ambientes ou níveis de atividades que não são pré-requisitos um do outro, mas se integram para compor todo o processo de aprendizagem nas atividades de robótica considerando o nível cognitivo de cada aluno. Nestas etapas, os alunos se organizam conforme suas aptidões e seus questionamentos. O primeiro é o ambiente de jogos e invenção de histórias. O segundo nível é o ambiente newtoniano de transformação de energia

e movimento. O terceiro nível é o ambiente cibernético e o quarto nível é o ambiente de programação e automação.

O ambiente de jogos e invenção de histórias é destinado principalmente a estudantes mais novos que estão conhecendo os primeiros aspectos da invenção. Neste ambiente se procura desenvolver habilidades para a interpretação de planos de trabalho, identificação e uso de ferramentas e habilidades no desenho e representação de volumes em duas dimensões. Nesse ambiente, muitas atividades são realizadas utilizando a capacidade de invenção dos alunos em que o desenho, a geometria e a utilização de materiais recicláveis tem função importante no desenvolvimento do trabalho. A EPE também fornece um “*kit*” de materiais próprios para o trabalho nesse ambiente que se chama “*El constructor y exploración*”. É importante ressaltar que, nesse nível, as atividades contribuem para o desenvolvimento da confiança e da segurança nos alunos a partir da valorização das ideias dos estudantes, do trabalho coletivo e do seu protagonismo. “Como exemplo das elaborações dos alunos temos o conjunto de autômatos, com suas histórias e manivelas” (tradução nossa) (SEGURA, 2016, p. 34).

O próximo nível de trabalho é o ambiente newtoniano de transformação de energia e movimento. Neste ambiente, o trabalho se articula entre ferramentas de medição, máquinas e o conhecimento dos povos formadores da Colômbia e sua história. Nesse ambiente a EPE oferece um “*kit*” de materiais denominado “*Exploración*” que, de maneira sequencial, o aluno é ensinado a montar protótipos de máquinas para conhecer os vários tipos de movimentos e as transformações de energia desses movimentos. Após esses estudos iniciais, os alunos são desafiados a modificar os protótipos para inventar novas máquinas. Essas invenções são propostas por meio de desafios para a solução de problemas reais. Então, os alunos utilizam e constroem ferramentas como, por exemplo, balanças, odômetros, guindastes, etc. O conhecimento ancestral também está muito presente nessa etapa.

Temos agora a introdução ao conhecimento e a utilização de ferramentas ancestrais. É assombroso conhecer máquinas e ferramentas de nossos ancestrais, que ainda hoje são utilizadas pelos campesinos (incluindo os cundi-boyacenses), como as carrumbas, tarabita (ou taraba), fusos e teares e as técnicas de construção e de aproveitamento da água. É assombroso quando se busca a explicação e se compreende o funcionamento, então é quando nos damos conta dos “mecanismos newtonianos” inventados milhares de anos antes do nascimento de I. Newton” (tradução nossa) (SEGURA, 2016, p. 35).

No projeto ATA-EPE de tecnologia, o terceiro ambiente de atividades é o denominado de cibernético, trata-se da robótica escolar propriamente dita. Neste ambiente, os alunos estudam os robôs eletromecânicos e eletrônicos. Os aspectos de auto regulação e controle estão muito presentes neste ambiente de trabalho e a compreensão desses fenômenos é o grande objetivo desta fase do trabalho.

Em nosso cotidiano estamos cercados por mecanismos e sistemas que possuem auto regulação e controle. O aluno que participa dessas atividades é conduzido a compreender a importância desses mecanismos. Os exemplos de mecanismos de auto regulação e controle vão desde aparelhos de ar condicionado e geladeiras que possuem a característica de autorregular temperaturas até o próprio corpo humano que consegue autorregular pressão arterial, batimentos cardíacos, temperatura corporal, etc.

Para o desenvolvimento do trabalho nesse ambiente, a EPE apresenta alguns protótipos para que os alunos possam interagir e modificá-los, livremente, de acordo com a sua criatividade. Alguns modelos eletromecânicos, denominados “*el ratón, la termita, el cangrejo y el toro*”⁶, são protótipos que interagem com o entorno utilizando sensores. Por exemplo, “*el cangrejo* se mantém sobre uma mesa sem cair, já que quando chega na borda se detém e retrocede em uma direção distinta” (tradução nossa) (SEGURA, 2016, p. 36).

O quarto ambiente é o de programação e automatização. Neste ambiente os alunos têm a possibilidade de enriquecer a interação dos artefatos com o entorno e compreender, por exemplo, como converter uma variável que influencia um determinado fenômeno num sinal elétrico que produza uma resposta do robô. Os alunos trabalham com diodos, detectores mecânicos, infravermelho, ultrassom, etc. Nesta fase os alunos programam seus artefatos com dispositivos como o Arduino e micro controladores.

Quadro 6 – Ambientes de atividades do projeto ATA-EPE de tecnologia.

	<i>Ambiente</i>	<i>Descrição</i>	<i>ATA</i>
1	Ambiente de jogo e invenção de histórias	De como com uma manivela (ou um cataventos) geram movimentos e acontecimentos: <i>perrito, paparazi, halterofilia, zootropo, monociclo</i> .	O construtor e os autômatos.
2	Ambiente Newtoniano: energia e transformação de movimentos.	Transformação de energia e construção de veículos e instrumentos com alavancas, bielas, polias, etc.: <i>tractor, grúa, aserrador, bípedo, exápodo</i> .	Exploração: jogo com energia e movimento.
3	Ambiente cibernético	Protótipos cujas condutas dependem das interações com o entorno: <i>toro, cangrejo, ratón, termita</i> .	Robôs eletromecânicos e o controle transparente.
4	Ambiente de programação e automatização	Protótipos de mecanismos sensíveis a luz, ao som, ao ultrassom, ao infra-vermelho. Seguidor de linha, térmicos ou com alturas.	Robôs eletrônicos, a programação e os sensores.

Fonte: SEGURA, 2016, p. 37. (tradução nossa).

As atividades desenvolvidas nestes ambientes de aprendizagem do projeto ATA-EPE de tecnologia, envolvendo a robótica escolar, propiciam que os alunos desenvolvam uma melhor compreensão dos fenômenos tecnológicos e naturais que permeiam a sua cotidianidade.

⁶ Para conhecer mais, o leitor pode acessar a página <http://www.roboticaescolar.com>

Nestas atividades é possível compreender, interagir, inventar, enfim, vivenciar experiências que conduzem o estudante a uma maior compreensão do mundo em que vive. O Quadro 6 resume e sistematiza os ambientes de atividades no projeto ATA-EPE de tecnologia.

A próxima subseção apresenta um projeto muito especial e significativo dentro do contexto da EPE. Trata-se do trabalho extraclasse em projetos especiais e desenvolvido por grupos de alunos de diferentes idades e por grupos de professores. Esses projetos se denominam Economia Azul.

5.1.4 O trabalho pedagógico por projetos: a economia azul

As atividades realizadas na EPE não se restringem à sala de aula. A escola tem muitas atividades que são desenvolvidas em muitos ambientes. Esses ambientes podem ser a sala de aula, mas também podem ser o ambiente próximo como o bosque, o córrego, os canteiros onde se produzem alimentos e plantas medicinais, a criação de galinhas, o pátio da escola ou a vizinhança externa a escola, entre outros.

Durante minhas observações sobre o ambiente e o contexto das atividades desenvolvidas na EPE, me deparei com um projeto que me atraiu muito, o projeto denominado Economia Azul. Este projeto é um espaço de trabalho coletivo desenvolvido em diversos ambientes por alunos, professores e pessoas da comunidade, para a reflexão permanente e atuação em problemas ambientais e sociopolíticos de interesse dos envolvidos.

De acordo com Díaz *et al* (2017), o trabalho na Economia Azul busca um ambiente de reflexão permanente como caminho para o desenvolvimento dos projetos. Nesta perspectiva, os projetos são construídos respondendo questionamentos, como por exemplo, sobre as problemáticas ambientais identificadas pelos alunos dentro e fora da escola, sobre a construção de propostas de trabalho articuladas com o contexto da escola e sobre a construção de coletivos de trabalho que envolvam a todos, integrantes da escola e da comunidade do entorno.

A proposta pedagógica da EPE é fundamentada na formação de um cidadão crítico e comprometido com o contexto em que vive. Por isso, consolidar dinâmicas de trabalho como a Economia Azul significa, para a instituição, formar cidadãos dispostos a construir e viver num ambiente sustentável. Desta maneira, no ano de 2012, fundamentado nas ideias do autor belga Gunter Pauli (2011), que lança a ideia da Economia Azul, a EPE inicia um trabalho em conjunto entre alunos, professores, familiares e pessoas da comunidade. As discussões conduziram ao desenvolvimento de dois projetos que questionavam as dinâmicas de consumo existentes na comunidade. Um dos projetos abordava questões que envolviam o tratamento de resíduos

sólidos gerados na escola e o outro estudava questões que envolviam o desenvolvimento de lanches mais saudáveis para os alunos.

No ano seguinte, 2013, em função do sucesso obtido com os dois projetos iniciais, surgiram mais nove projetos, motivando ainda mais os alunos para uma compreensão mais crítica do meio em que viviam. Esses projetos despertavam a criatividade e a curiosidade dos alunos e foram denominados: “plantas ornamentais e medicinais, aproveitamento da água da chuva, recuperação do arvoredo, criação de minhocas, tratamento de resíduos sólidos, produção de geleias, tecidos e teares, construção de brinquedos e recuperação do córrego” (tradução nossa) (SEGURA; GARCÍA, 2014, p. 05).

Nesta perspectiva, a proposta educativa da Escola Pedagógica Experimental, no campo do ambiental, retoma as ideias de Gunter Pauli (2011), em seu livro sobre Economia Azul, quando menciona a importância de transformar a visão tradicional da educação (até agora centrada nos conteúdos); o que contribuiu muito pouco na resolução de problemas locais. Assim, de acordo com Pauli (2011, p.17), "talvez a maior liberdade que podemos oferecer aos nossos filhos é permitir que eles pensem de forma diferente e, o mais importante, agir de forma diferente (...) se ensinarmos as crianças apenas o que sabemos, eles nunca poderão fazer melhor do que nós" (tradução nossa) (SEGURA; GARCÍA, 2014, p. 02).

Nesta perspectiva, os projetos da Economia Azul da EPE são desenvolvidos dentro da proposta pedagógica das ATA's (*Actividad Totalidad Abiertas*) e se propõem a uma construção cognitiva e afetiva fundamentada no interesse do aluno pela atividade. Esta forma de trabalho permite que os problemas presentes no cotidiano do contexto escolar se transformem no ponto de partida para as atividades desenvolvidas no projeto. Conforme Díaz *et al* (2017), o importante nessa dinâmica de trabalho é a construção de ambientes educativos que permitam a construção de conhecimento e o desenvolvimento de um aluno comprometido com a vida em uma sociedade ambientalmente sustentável.

A Economia Azul, apesar de ser uma proposta de reflexão e atuação nas questões ambientais, também desenvolve propostas de empreendedorismo sustentável e, com isso, busca a transformação do atual modelo econômico. As atividades dos projetos buscam estudar modos de vida sustentáveis que possam satisfazer as necessidades de todas as pessoas, ampliando o conhecimento sobre os sistemas naturais. Um exemplo disso é a mudança de concepção e de atitude frente ao conceito de sucata que pode ser compreendido como matéria prima para a produção de muitas coisas.

A proposta pedagógica da Economia Azul reconhece os diferentes saberes presentes na comunidade, tanto da comunidade escolar quanto da experiência de vida das pessoas do entorno. A EPE, além dos seus docentes formados em instituições de ensino superior, conta também com especialistas que não possuem uma formação universitária, mas possuem

conhecimentos e saberes construídos em suas vivências. São professores oriundos de comunidades indígenas, líderes comunitários, camponeses, artesãos, entre outros, que atuam principalmente nos projetos da Economia Azul.

Esta proposta metodológica de reconhecimento dos saberes tem permitido, ao longo da experiência da Economia Azul, contar com o aporte significativo de algumas destas pessoas as quais se tem denominado especialistas, na medida em que são elas que possuem e tem construído o conhecimento vivencial necessário para solucionar as diferentes problemáticas ambientais as quais nos vemos enfrentando em nossa cotidianidade (tradução nossa) (DÍAZ *et al*, 2017, p. 03).

Os projetos desenvolvidos na economia azul da EPE valorizam o conhecimento, desenvolve propostas de atividades econômicas para a diminuição da pobreza, incentiva o trabalho colaborativo e propõe uma alternativa viável para enfrentar os problemas gerados pelas perspectivas neoliberais da globalização.

Atualmente existem 15 projetos em andamento na Economia Azul. O Apêndice 1 apresenta os projetos EPE de Economia Azul atuantes em 2017.

Esta subseção apresentou os projetos da Economia Azul, cuja perspectiva de trabalho é fundamentada em uma abordagem pedagógica que envolve os sujeitos em diferentes projetos. Esses projetos são oportunidades para que os alunos tenham um maior contato com a realidade da vida em sociedade, em uma perspectiva de criticidade e desenvolvimento das suas potencialidades. A próxima seção aborda a formação de professores para o trabalho na EPE.

5.1.5 A formação de professores para trabalhar na EPE

A formação de professores é outro aspecto muito interessante da EPE. Mesmo compreendendo que a formação universitária não prepara os professores para atuação em uma realidade tão complexa como a da EPE, os professores da escola relataram que a formação nas universidades colombianas é muito similar à encontrada nas universidades brasileiras, ou seja, prepara os futuros professores basicamente para a transmissão de conhecimentos. Então, nesta subseção, como parte importante do contexto escolar da EPE, apresento a formação desenvolvida pela escola para os professores que iniciam suas atividades docentes na escola.

A EPE, como uma instituição que pratica inovação educativa, propõe aos seus colaboradores e estudantes novas relações com o conhecimento num contexto educacional diferenciado. Para atuar nesse contexto torna-se necessário que os seus novos docentes construam novas concepções, diferentes das aprendidas na formação universitária e aprendam os valores e estratégias pedagógicas próprias da EPE.

O principal aspecto que domina todas as práticas dentro da EPE, inclusive a formação de professores, é o diálogo e a reflexão. Os professores dispõem de vários espaços para discutir

e refletir todos os aspectos das suas práticas pedagógicas e do ambiente educativo. São cinco os espaços institucionalizados para que se estabeleçam esses processos de reflexão e diálogo: as assessorias de área, as assessorias de ciclo, as assembleias de professores, o comitê de professores e as atividades de aula. Os trabalhos realizados nesses espaços se constituem em importantes iniciativas para a formação continuada dos professores, tanto dos mais antigos quanto os iniciantes na escola. Cada um desses espaços possui características específicas de trabalho.

Nas assessorias de área reúnem-se os professores que atuam em áreas específicas como Matemática, Ciências, Arte, Literatura, Ciências Sociais, etc. Estas assessorias se constituem em grupos de trabalho que tem sob sua responsabilidade a abordagem e discussão de temas como os fundamentos norteadores da escola, os planos anuais de trabalho dos professores da área, a discussão coletiva das suas ações em aula e estratégias para a solução dos diversos problemas encontrados pelos professores no desenvolvimento de seu trabalho com os alunos.

No espaço das assessorias também se discute e se orientam as apresentações de trabalhos resultantes das pesquisas dos professores realizadas na escola. Esses trabalhos podem ser apresentados em congressos, seminários, entre outros, e representam as posições assumidas pela EPE perante a sociedade. No espaço das assessorias, também são recebidos todos os pesquisadores e visitantes interessados em conhecer as atividades desenvolvidas na escola.

As assessorias de ciclo são compostas por professores que são coordenadores de grupos, ou seja, são os profissionais responsáveis por discutir as necessidades e as problemáticas inerentes aos alunos pertencentes a um determinado ciclo. Neste espaço, diferentemente das assessorias de área, os professores possuem distintas áreas de formação.

Outro espaço de formação e discussão muito importante são as assembleias de professores. Todas as sextas-feiras, à tarde, os professores se reúnem para tratar as diversas situações que ocorrem durante a semana no ambiente educativo da EPE. Neste espaço, são tratados os problemas dos estudantes, situações que não foram resolvidas pelas assessorias e problemáticas relacionadas com a comunidade escolar em geral. A dinâmica deste trabalho é enriquecida pela diversidade de experiências e pelas relações entre os professores, alunos e as diferentes áreas da escola. Este espaço se constitui num ambiente de aprendizagem rico, pois todos os debates produzidos levam em consideração uma atitude democrática frente aos desafios apresentados.

As atividades desenvolvidas nas aulas da EPE também se constituem num espaço de formação docente muito importante. Todo professor possui autonomia sobre a maneira de atuar nas suas aulas, porém ninguém trabalha sozinho. Ou seja, todos os profissionais desenvolvem

uma postura de colaboração entre si, com seus alunos e, muitas vezes, também com os familiares dos alunos. Os professores, tanto os iniciantes quanto os mais experientes na EPE, são incentivados a desenvolver suas atividades de aula com o apoio e auxílio dos seus colegas e de toda a comunidade envolvida. Em muitas ocasiões, quando um professor não sabe como desenvolver uma determinada aula, principalmente os professores novatos na escola, este é convidado e ensinado a desenvolver uma postura de diálogo e reflexão com seus alunos, colegas e as equipes das assessorias. Esses diálogos podem chegar até a equipe diretiva da escola e, com isto, se estabelece mais um espaço de formação para o professor.

No trabalho pedagógico diário na EPE, o professor estabelece uma rota para suas atividades com os alunos. Essas rotas de trabalho precisam fazer sentido e despertar o interesse dos alunos, mas nem sempre isso acontece e os professores mais novos apresentam maiores dificuldades para dominar esse processo. Então, a formação para a atuação nos diferentes ambientes com as atividades requer dos professores uma postura mais aberta e receptiva diante das possibilidades do trabalho.

O comitê de professores se constitui em mais um espaço importante para a formação de professores. Este comitê é eleito todos os anos pela coletividade de professores com a função de pensar a organização da escola, seus espaços, as práticas pedagógicas dos colegas e dos coletivos de professores. As considerações do comitê são levadas para discussão nas assembleias de professores para serem analisadas e colocadas em votação.

Além desses cinco espaços institucionais para o diálogo, reflexão e formação docente, a EPE incentiva que seus professores realizem pesquisa, propiciando uma atitude permanente de investigação. Existem dois tipos de grupos de pesquisa na escola. Alguns formados somente por professores da EPE e outros grupos compostos por professores da EPE, professores de outras escolas e professores e estudantes universitários. As pesquisas desenvolvidas por esses grupos abordam tanto o trabalho disciplinar quanto assuntos ligados à convivência escolar. Em todos os casos de pesquisa, a teorização emerge dos casos estudados, sendo este o princípio epistemológico norteador dos trabalhos desenvolvidos. Em 2017, a EPE possuía três grupos de pesquisa aprovados pelo Colciencias: “*Convivencia*”, “*El aprendizaje y la enseñanza*” e “*Formación de maestros*”.

Três elementos fundamentais são de grande importância para descrever e refletir sobre a formação docente na EPE:

O primeiro elemento: a formação de docentes em uma escola comprometida com a transformação da sociedade, aspecto do compromisso social e pertinência da EPE em nosso país; o segundo elemento: o ambiente educativo, aspecto relacionado com as interações que estabelecem os integrantes da comunidade escolar em torno do conhecimento e da formação das crianças e dos jovens da escola; o terceiro elemento:

as estratégias de formação de professores na escola, aspecto relacionado com as atividades de fundamentação dos docentes da escola (tradução nossa) (GALINDO; MALAGÓN; MORENO, 2017, p. 100).

Neste sentido, a formação docente da EPE envolve um processo que requer um docente disposto a romper com concepções antigas adquiridas na sua formação universitária. Este docente passa por um processo de formação, dentro da EPE, que lhe desafia a aprender a pensar e não a repetir informações, ou seja, a compreender uma escola e um mundo que não são simples, mas complexos. Neste processo, o professor passa a compreender que é possível decifrar a complexidade dos fenômenos sociais e naturais se, para isso, reconhecer que somente poderá se educar se entender que ele é o protagonista de sua própria aprendizagem no ambiente de construções coletivas como o da EPE. “É assim que a oportunidade de ser professor na EPE se converte em uma alternativa de formação” (tradução nossa) (GALINDO; MALAGÓN; MORENO, 2017, p. 101).

A partir do ambiente educativo da EPE, aberto e dinâmico, os professores aprendem que os estudantes podem atuar e modificar as diferentes propostas de atividades de aula. Neste ambiente, os professores possuem autonomia e aprendem a atuar como protagonistas da sua formação, de seus colegas e de seus alunos. A formação de professores na EPE conduz esses profissionais ao entendimento que suas propostas de atividades fazem parte de um todo que é complexo e repleto de saberes e práticas que problematizam o conhecimento e o contexto onde ele é construído.

No ambiente educativo da EPE, todo professor é levado à compreensão de que o aluno possui muito conhecimento a respeito de qualquer assunto desenvolvido em aula. O aluno tem conhecimentos prévios e uma bagagem cognitiva que sempre é levada em conta na abordagem das questões que são trabalhadas em aula. Essa característica fundamenta o aspecto da confiança, que se constitui num aspecto fundamental da convivência no ambiente escolar da EPE

Como mais um elemento importante para a formação docente na EPE, estão as atividades de fundamentação docente. Tratam-se de seminários que ocorrem fora da jornada de trabalho e, geralmente, nas dependências da *Corporación Escuela Pedagógica Experimental*, em Bogotá. Nesses seminários são realizadas leituras de documentos produzidos na EPE e tem o objetivo de, a partir dos princípios defendidos pela escola e das experiências de seus professores mais antigos, construir uma fundamentação teórica que dê suporte para as práticas dialogadas e reflexivas dos professores. Essa atividade é orientada aos professores que iniciam sua atuação na escola.

Na perspectiva de formação docente desenvolvida na EPE, a prática docente diária é o espaço mais importante para a formação de seus profissionais, principalmente para os novatos. Ou seja, a experiência cotidiana com os alunos e o diálogo com os colegas são as principais ferramentas para a formação docente.

O espaço da sala de aula se constitui, para o professor da EPE, num cenário de formação na qual interatua com os estudantes num ambiente de trabalho em que se assumem as vivências do conhecimento, embora o professor possa propor atividades planejadas previamente, o projeto proposto é construído com os estudantes através de equipes de trabalho (tradução nossa) (GALINDO; MALAGÓN; MORENO, 2017, p. 104).

Outra frente para formação e aperfeiçoamento docente que se pode observar na EPE é uma parceria institucional com a universidade brasileira Universidade do Vale do Taquari, de Lajeado, no estado do Rio Grande do Sul. Esse convênio foi firmado no ano de 2012 com um caráter de reciprocidade com a finalidade de promover um intercâmbio entre os estudantes e professores da universidade e os professores da EPE. Além das visitas mútuas realizadas pelos profissionais das instituições, existe uma reunião mensal entre esses professores, via *Skype*, para discussão das ideias sobre textos lidos previamente.

Com isto, entende-se que a formação de professores na EPE é permanente e desenvolvida em diferentes perspectivas. Porém, o profissional é responsável pela sua formação, desde a interação com os colegas até as atividades com os alunos, passando pela investigação da própria prática pedagógica. Todas as atividades que ocorrem na escola e na *Corporación Escuela Pedagógica Experimental* se constituem em espaços formativos onde os professores, tanto os mais experientes quanto os mais novos, podem trocar vivências e discutir soluções de maneira coletiva.

Na próxima subseção, apresento uma entrevista com um dos fundadores da EPE, o Professor Dino Segura.

5.1.6 Entrevista com Dino Segura

Na sexta semana de trabalho tive a oportunidade de visitar e conversar com o professor Dino Segura. Ele costuma trabalhar na *Corporación Escuela Pedagógica Experimental*, situada na cidade de Bogotá, instituição mantenedora da EPE. Conversamos durante toda a manhã.

O professor Dino Segura falou de todos os trabalhos realizados ali. Falou-me sobre Matemática, sobre robótica, fez demonstrações do funcionamento dos robôs construídos pelos alunos, indicou-me livros e forneceu-me vários artigos para leitura.

A seguir apresento as opiniões, concepções e ideias do professor Dino Segura, figura importantíssima na formação e desenvolvimento da EPE. A transcrição da entrevista com Dino

Segura foi traduzida pelo autor e está no Apêndice 2. As citações diretas referentes à entrevista estão apresentadas em itálico ao longo do texto.

O professor Dino Segura foi um dos fundadores da EPE. Ele relatou que a escola não foi planejada, surgiu da necessidade de um ambiente escolar diferenciado das demais escolas colombianas. Dino Segura defende que, no processo educativo, é fundamental que a escola crie ambientes e condições para que os seus alunos possam se desenvolver plenamente. Porém, para ele, não é possível prever o resultado do processo de aprendizagem, pois cada aluno é diferente do outro. A escola não busca a padronização dos seus alunos, nem do que ele deve aprender.

Existem pessoas que pensam que a EPE é a realização de uma escola que estava primeiro na cabeça. A escola é o mesmo que quando tu semeias uma árvore. Tu semeias uma árvore e tu não sabes quando vai sair um ramo, outro ramo, uma folha, outra folha, tens que dar-lhe água, terra, e a árvore será o que terá que ser. Não o que tu queres. Nunca a árvore será o que tu queres que ela seja. Por isso, não podemos prever o que será o estudante que sai da EPE, ele será o que tem que ser e não o que queremos que seja. Por isso lutamos muito contra a homogeneização (tradução nossa) (SEGURA, 2017, Apêndice 2).

Para Dino Segura, a escola é uma construção contínua e coletiva que cria condições para que seus alunos sejam o que decidirem ser. Neste sentido, a EPE de hoje é diferente da EPE de anos atrás, pois assume que deve sempre ser repensada e mudar constantemente, sempre com foco na melhoria dos processos educacionais. Todos os profissionais que atuam na escola estão em constante formação e aperfeiçoamento e, para isso, segundo Dino Segura (2017, Apêndice 2), não se estuda “*apenas Educação, mas a teoria da complexidade, as ideias de Humberto Maturana, as ideias de Heinz von Foerster, um dos criadores da cibernética*”. Esses teóricos, entre outros, contribuem com ideias para que os profissionais da EPE desenvolvam seus trabalhos. Tudo isso tem por objetivo educar os alunos no sentido de que eles sejam livres e tenham vontade de mudar a sociedade para melhor. Essa é uma das principais metas da EPE, segundo Dino Segura.

Para Dino Segura, a EPE diferencia inovação de alternatividade. No aspecto da inovação, a escola define que isso significa abordar as mesmas coisas de maneira diferente, o que confirma o conceito de inovação educativa desenvolvido no capítulo 8 deste trabalho, na seção 1. Durante a estada na EPE, foi possível observar que essa perspectiva de trabalho é muito forte na maioria das atividades desenvolvidas na escola. No aspecto da alternatividade, a escola propõe realizar coisas diferentes, ou seja, a escola incentiva que todos apresentem propostas diferenciadas que contribuam com a construção do conhecimento. Esses dois aspectos se integram e definem o processo pedagógico da EPE.

Com isto, a próxima seção aborda mais especificamente alguns aspectos importantes presentes nos processos de aprendizagem proposto na EPE.

5.1.7 Aprendizagem na EPE

Ao observar os processos de aprendizagem, foi possível perceber que a escola faz uma distinção muito clara entre o que é informação e o que é conhecimento. A informação corresponde aos conteúdos presentes em bases de dados, livros, artigos, etc., e os alunos têm acesso muito facilitado a uma diversidade de materiais contendo muita informação. Na proposta pedagógica da EPE transmitir informações disciplinares aos alunos não é o mais importante. A EPE parte do princípio de que a ação e a compreensão humana são orientadas pelo conhecimento.

O trabalho pedagógico desenvolvido na EPE se fundamenta no reconhecimento do protagonismo dos alunos e dos professores na construção do seu próprio conhecimento. Os professores não trabalham informando os conteúdos disciplinares aos alunos. Ao invés disso, a proposta pedagógica adota, em aula, uma dinâmica que sempre envolve perguntas contextualizadas. Essas perguntas podem ser feitas pelos alunos ou pelos professores e devem causar interesse e despertar a curiosidade no grupo de trabalho. As dinâmicas de trabalho utilizadas para responder a essas perguntas como a pesquisa, a experimentação, a construção de artefatos, o diálogo, a vivência de situações particulares, etc., proporcionam experiências pessoais únicas para cada sujeito envolvido nesse processo, seja professor ou aluno. As histórias, os relatos, os sentimentos e as experiências que resultam desse processo se constituem na aprendizagem ou no conhecimento construído individualmente.

Deste ponto de vista, a informação não é o ponto central, ou seja, o conteúdo disciplinar organizado e sistematizado nos livros didáticos perdem a sua importância porque geralmente apontam soluções absolutas. No caso do campo da Matemática, por exemplo, a busca das raízes reais de uma determinada equação de segundo grau gera três possibilidades absolutas, quais sejam: ou a equação possui duas raízes, ou a equação possui uma raiz dupla ou a equação não possui raízes. Este tipo de conteúdo, como exemplo, está sistematizado nos livros didáticos e na internet, e os alunos de escolas tradicionais realizam muitos exercícios para decorar o algoritmo que permite encontrar as raízes da equação. Na EPE, isto não ocorre porque este processo não passa de transmissão de informação, ou seja, informação também pode significar aquilo o professor informa ao aluno sobre como proceder.

Na EPE o professor aprende tanto quanto o seu aluno, ou seja, ambos devem construir o seu próprio conhecimento. Aqui, alguém pode imaginar que eles devem sempre chegar aos mesmos resultados disciplinares sistematizados, como no ensino tradicional. Mas não, o processo de aprendizagem na EPE é diferente. Ao trabalhar um determinado problema, o resultado é uma aprendizagem individualizada que tem muito mais proximidade com o que

entendemos como experiência de vida do que, simplesmente, memorizar algum tipo de conteúdo.

Ainda assim, o desenvolvimento do pensamento científico é de fundamental importância nos processos de aprendizagem da EPE. Para isto, na proposta didática da EPE é muito importante que o aluno desenvolva a capacidade de realizar perguntas, de se surpreender e se emocionar com o conhecimento. Para que ocorra a construção do pensamento científico, conforme Segura (2009), é fundamental que o aluno desenvolva a habilidade de estabelecer relações entre coisas aparentemente distintas, tenha confiança em si mesmo e no grupo de colegas e professores e tenha a capacidade de dialogar para comunicar e debater sobre seu trabalho.

Na EPE, o desenvolvimento do pensamento científico, e da aprendizagem em geral, ocorre como resultado das interações entre os sujeitos e entre esses sujeitos e os ambientes ricos de possibilidades científicas. Então, a EPE se preocupa muito em proporcionar atividades em ambientes e contextos que contribuam para a formação do pensamento científico nos seus alunos. A preocupação diária dos educadores da escola é construir condições ideais para que os alunos desenvolvam a sua criatividade, a sua curiosidade e a sua confiança, pois todos na EPE acreditam que essa é a base fundamental para a aprendizagem no ambiente escolar.

Nesta perspectiva, os educadores da EPE procuram introduzir nas suas aulas métodos que evitem a repetição e a memorização dos conteúdos. Os professores priorizam métodos como aprender fazendo, aprendizagem por descobrimento, aprendizagem por prova e erro, etc., e evitam se colocar na posição de quem sabe mais que o aluno. Neste processo, os professores buscam enriquecer as perguntas e as atividades dos alunos. Isto significa proporcionar um ambiente onde o aluno e o professor sejam protagonistas da construção do conhecimento.

Outro aspecto fundamental para a aprendizagem é o não condicionamento dos alunos em receber notas, ou seja, trocar prêmios por condutas desejáveis. Na EPE não existem notas nem avaliações por provas ou coisa similar. O que se valoriza é a alegria e a satisfação em aprender o que se deseja aprender. Nenhum aluno é forçado a estudar aquilo que não deseja. Os diversos ambientes de aprendizagem da EPE são ricos de possibilidades e os alunos se envolvem nos projetos. Ninguém fica sem fazer nada, pois não é da sua natureza. Sabendo disso, a EPE proporciona propostas de atividades e ambientes que despertam a curiosidade e a criatividade natural de cada aluno. Na EPE, os alunos encontram um ambiente que lhes proporciona compreender a sua própria realidade e eles valorizam muito isso.

Em uma de minhas caminhadas de observação e reflexão pelos ambientes da EPE fui abordado por um pequeno grupo de alunos, com idades entre 15 e 16 anos, que já haviam frequentado outras escolas. Esse breve diálogo está apresentado no Apêndice 3.

Por esta conversa informal, foi possível concluir que estes alunos apresentam uma concepção de mundo bem definida e que este conhecimento foi construído nas suas vivências na EPE. Para eles, é muito importante a liberdade com responsabilidade e autonomia. Exercer a sua liberdade sem abusar dos próprios direitos. Eles afirmaram que aprenderam a trabalhar coletivamente, a desenvolver especialidades que gostam. Também aprenderam que pode existir um mundo menos competitivo e com mais valorização humana. Essas aprendizagens ocorrem em ambientes variados e ricos em criatividade e pensamento.

Nos processos pedagógicos da EPE, o principal fator é a própria aprendizagem. Não a aprendizagem tomada como resultados mensuráveis por notas, mas a aprendizagem que aparece na forma de atitudes e da demonstração, por parte dos alunos, que construíram conhecimentos. Nesta perspectiva, a função do professor é o enriquecimento dos ambientes onde interagem os alunos. Assim, a EPE defende que é impossível mensurar a aprendizagem. Segura (2009, p. 13) afirma que só “podemos saber que os alunos estão aprendendo pela alegria e entusiasmo que assumem nas atividades quando são desafiados”.

Outro aspecto considerado importante para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos é que estes participem do planejamento das atividades. Quando isto ocorre, o aluno se sente autor de um projeto e, por isso, valoriza o seu desenvolvimento. Para isto, na medida em que surgem os coletivos de estudo de determinado projeto, se torna imperativo a necessidade de comunicação e trabalho coletivo.

É esse ambiente coletivo e de interatividade no planejamento das atividades, que contribui para que cada participante desenvolva a sua compreensão de mundo por meio de uma atividade escolar. Um mundo que pode ser mais colaborativo e menos competitivo. Isto se aprende na EPE, mas não pode ser quantificado, nem é possível atribuir uma nota a esse conhecimento.

A próxima seção apresenta as observações realizadas nas aulas de Matemática de três professores. Estes professores autorizaram a utilização de seus nomes verdadeiros, neste relatório e em todas as publicações posteriores referentes a esta pesquisa, conforme consta nos termos de consentimento no anexo 2.

5.2 Relato das observações das aulas de Matemática

Esta seção descreve as observações realizadas nas aulas de Matemática da EPE. Observaram-se as aulas de três níveis distintos: um grupo do nível 3 com alunos de 7 anos de idade, outro grupo do nível 8 com alunos entre 11 e 12 anos de idade e mais um grupo do nível 12, com idade de 16 anos.

A primeira subseção apresenta o relato da observação das aulas da professora Paola, que trabalha com alunos de 7 anos de idade.

5.2.1 Observação do grupo de nível 3 – professora Paola

O grupo do nível 3 foi acompanhado durante uma semana de trabalhos com a Matemática. Esse grupo era composto de quinze alunos.

No início da observação dessa turma, a professora relatou que há alguns dias antes, os alunos demonstraram muito interesse por espadas e solicitaram estudar esse assunto. Então, a professora elaborou um plano de trabalho procurando as possíveis relações desse assunto com a Matemática e outras áreas do conhecimento, principalmente a geometria, números e medidas que se relacionaram com atitude investigativa, habilidades manuais, trabalho em grupo e desenho. O trabalho com os alunos, segundo a professora, iniciou com pesquisa na internet e na biblioteca sobre as espadas, seus tipos e modelos, a época de surgimento e a relação desses modelos com diferentes culturas, a composição metálica das espadas e seus tamanhos. Na sequência do trabalho, os alunos foram desafiados a construir suas próprias espadas em madeira. Neste momento iniciei a observação da turma.

A atividade de construção das espadas teve por objetivo desenvolver as possíveis relações Matemáticas presentes nesse processo. Para isso, a professora solicitou aos alunos que desenhassem a sua espada preferida. Após a professora forneceu aos alunos uma fita métrica e pediu que cada um estabelecesse o tamanho real da sua futura espada de madeira. Porém, a professora conduzia os trabalhos sempre questionando e os alunos retribuía com mais questionamentos, num processo dialógico muito interessante.

Ao entregar a fita métrica para os alunos, a professora lhes perguntou se sabiam para que servia aquela fita. Todos responderam que servia para medir. Então, alguns alunos observaram que suas fitas não continham o número zero e logo questionaram a professora se deveriam começar suas medições pelo número 1. A atividade foi parada para resolver essa questão. Rapidamente os alunos chegaram à conclusão de que se tratava apenas de um defeito da fita métrica e que suas medições deveriam começar sempre do número zero, pois em todas

as fitas existia um espaço de tamanho igual a 1 centímetro antes da marcação do número 1. Logo, ali deveria ser o número zero.

Feito os desenhos das espadas e estabelecidos os respectivos tamanhos, todos se deslocaram até a marcenaria para escolher a sua madeira preferida para a construção das espadas. Logo após a escolha da madeira, que foi cortada pelo marceneiro da EPE no tamanho que cada aluno definiu, todos voltaram para a sala de aula para reproduzir na madeira o desenho da espada que foi feito no papel. Era o projeto tomando forma real. Então todos desenharam suas espadas na madeira e a professora começou a realizar o corte no formato da espada desenhada individualmente. A professora utilizou uma serra de mão para realizar o corte da madeira.

Observando a atividade de construção da espada, percebi um grande interesse dos alunos no trabalho. A professora Paola afirmava que esse grande interesse ocorreu porque a atividade foi desenvolvida a partir das ideias dos alunos. A professora assume o papel de mediadora entre os alunos e o conhecimento que emerge da ideia proposta. A professora sempre dava muita atenção a todas as falas de seus alunos estando muito atenta aos seus anseios.

Tudo que acontecia nas aulas era sempre negociado e qualquer questão que surge era debatida pelo grupo. O ambiente era muito democrático e os alunos dispunham de todo material necessário para o desenvolvimento de suas ideias. A aula não se restringia ao ambiente da sala de aula, ou seja, as atividades propostas pelos alunos e pela professora podiam ocorrer em qualquer ambiente da escola.

O conhecimento envolvido na construção da espada não estava dissociado nas atividades desenvolvidas. Ou seja, a atividade envolvia geometria, medidas, projeto, arte, trabalhos manuais e pesquisa, porém, nenhum conhecimento foi trabalhado de maneira isolada, mas integrando o todo que é a construção da atividade. Era como se cada conhecimento estivesse misturado com as emoções de cada integrante do grupo. Não era possível separar os conhecimentos e saberes envolvidos, ou seja, não era possível isolar a Matemática do todo que era a espada. Fica evidente que a Matemática emergiu durante as atividades como um instrumento que auxiliou na compreensão do todo. A espada remetia a conhecimento científico, emoções várias, história, ancestralidade, esforço físico e muito diálogo. O conhecimento e a aprendizagem estavam presentes em todas as atividades e movimentos realizados nessa aula. Era muito mais do que uma aula, era uma interação humana muito intensa.

Na EPE, nesse nível de idade, 7 anos, nem todas as atividades partem das perguntas dos alunos. Segundo a professora, se utiliza muito uma didática exploratória, ou seja, aos alunos interessa mais explorar objetos e fenômenos e as perguntas emergem durante a exploração. Essa

didática de exploração e descoberta interessa muito aos alunos do nível 3, pois eles são muito curiosos e toda proposta que desafia a sua curiosidade é recebida com muito entusiasmo pela turma.

Na continuação da observação, no dia seguinte, a professora propôs que os alunos conhecessem e explorassem as potencialidades criativas de umas barras coloridas, muito parecidas com material dourado, chamadas de *regletas de cuicenaire*⁷, como mostra a figura 1, a seguir. As crianças repartiram as peças entre si e começaram a manuseá-las.



Figura 1: “Regletas de cuicenaire”

Nesta aula, a professora desafiou os alunos a criarem objetos e situações para, com isto, desenvolver o raciocínio, buscando regularidades nas suas criações. A atividade se mostrou muito interessante porque as crianças não conheciam esse material, mas demonstravam naturalidade ao criar com essas peças. Eles percebiam a diversidade das cores, construíam sequências e exploravam naturalmente as diversas possibilidades de combinação do material. Colocando as peças dispostas de maneira crescente ou decrescente podia-se pressupor que a sua imaginação se desenvolvia de maneira intensa. Eles construíam escadas, estabeleciam contagens, escalas musicais, casas, pontes e um grupo brincou de comprar e vender as *regletas de cuicenaire*. Durante a atividade, a professora incentivava outras construções e nesse processo, segundo a professora, se desenvolve a criatividade e o raciocínio lógico nos alunos. A professora sempre valorizava todas as criações dos alunos.

No último dia de observação desse grupo, a professora apresentou um origami para a turma, que fez uma festa (muitos gritos) demonstrando seu entusiasmo com a atividade que viria. A professora mostrou uma pequena peça de origami e lhes perguntou o que parecia. Todos opinaram com muito entusiasmo. A atividade do dia foi a construção do modelo apresentado pela professora.

⁷ Mais informações em <https://sites.google.com/site/materialdidacticoparampcl/home/regleta-cuisenaire>

A atividade não era fácil, envolvia um certo grau de dificuldade que exigiu da professora muita paciência. No primeiro momento a professora auxiliou os alunos na construção do origami e depois solicitou que cada um realizasse a construção sozinho. Ao concluir a construção do modelo proposto pela professora, alguns alunos demonstraram sua criatividade e começaram a alterar o modelo inicialmente proposto, o que foi incentivado pela professora.

A partir da construção de outros modelos, a professora começou a perguntar sobre as figuras geométricas que apareciam nos origamis. De pronto, muitos alunos identificaram triângulos, quadrados e retângulos e começaram a colorir as figuras. A professora explicou que essa atividade teve a função de desenvolver a criatividade, o raciocínio lógico e despertar o gosto por figuras geométricas. Ela afirmou que o gosto pela Matemática se desenvolve nas séries iniciais por meio de atividades lúdicas como jogos, brincadeiras e muito estímulo ao raciocínio lógico e a criatividade. No final da atividade os alunos colaram o origami no caderno e lhe atribuíram um nome.

Nesse nível de trabalho, o nível 3, os alunos estão em pleno processo de alfabetização, tanto matemático quanto de outros conhecimentos. O processo de alfabetização é desenvolvido com muita naturalidade nas atividades de aula, pois vem acompanhado do desenvolvimento do raciocínio lógico e da criatividade.

A professora acompanhava o desenvolvimento dos seus alunos de maneira muito rigorosa. Esse acompanhamento era realizado no momento em que os alunos colocavam no caderno as suas produções do dia. No caderno de aula, os alunos escreviam os nomes das atividades, realizavam contas, escreviam textos, faziam desenhos e colavam algumas de suas produções em papel. Alguns alunos ainda apresentavam algumas dificuldades como escrever números e letras de maneira incorreta e não realizar algumas operações aritméticas básicas. Observando isso, a professora preparava atividades adequadas para o desenvolvimento dos alunos. O processo era permeado por atividades que buscavam o desenvolvimento pleno de toda a turma.

No final da semana de observações, pedi para que a professora falasse livremente sobre seu trabalho na EPE. Essa conversa foi traduzida pelo autor e está transcrita no apêndice 4 e é analisada no capítulo 8.

Na próxima subseção apresento a observação realizada na turma de nível 8, com a professora Diana.

5.2.2 Observação do grupo de nível 8 – professora Diana

Ao chegar na aula, a turma rapidamente se organiza em grupos. Isso pareceu algo natural. Logo no início das atividades do dia, a professora propôs para a turma um trabalho com frações como uma razão. Ela iniciou conversando com a turma para recordar os conceitos estudados até então. O conceito estudado havia sido fração equivalente.

A atividade do dia consistia de uma folha, que foi distribuída pela professora, com algumas questões sobre figuras geométricas e proporções. Na realização dessa tarefa a professora estabeleceu um tempo para os alunos terminarem. Logo após a professora foi até a lousa e começou a correção da atividade. Ficou claro que o objetivo da atividade era que os alunos chegassem a uma resposta correta para os exercícios propostos.

Até aqui tudo bem, se não estivéssemos na EPE. Fiquei surpreso pelo aspecto muito conhecido desse tipo de aula. Parecia uma abordagem tradicional de aula de Matemática. Porém, fiquei mais surpreso ainda com o interesse demonstrado pelos alunos. Todos fizeram a tarefa com o maior empenho, inclusive estabelecendo um diálogo intenso sobre as possibilidades de resolução do exercício. Os alunos realizaram a atividade proposta pela professora, utilizando régua para a construção de figuras de diferentes tamanhos, trabalhando a proporção entre elas.

No momento da observação, a professora Diana trabalhava apenas há três semanas na escola evidenciando certa falta de experiência na abordagem pedagógica proposta pela EPE. Quando a professora Diana me concedeu uma entrevista livre, transcrita no Apêndice 5, ela reconheceu a sua inexperiência e afirmou que estava se esforçando nesse sentido, participando das formações oferecidas pela escola para professores iniciantes.

A dinâmica da atividade não foi estabelecida pela professora, mas pelos alunos. Eles se reuniram em grupos mistos e começaram a trabalhar. Neste processo, caminhavam pela sala para interagir com outros colegas e com a professora e estabeleciam diálogos intensos, desenvolvendo, na prática, uma construção coletiva dos resultados do exercício. Foi possível observar que surgiram soluções diferentes para o trabalho e, sem a intervenção da professora, os alunos comparavam suas soluções e estabeleciam um consenso. Após a realização do exercício a professora fez a correção na lousa.

No final da aula, a professora distribuiu revistas para os alunos encontrarem figuras diversas e construírem em seus cadernos as mesmas figuras em uma proporção de um terço da figura original.

O fato de que os alunos demonstraram muito interesse pela atividade e auto-organização na sua execução me chamou muito a atenção. Com isto, foi possível concluir que, mesmo que

uma atividade que parece ter um aspecto pedagógico tradicional, pode representar uma novidade para os alunos e talvez por isso o trabalho tenha dado certo. Pareceu-me, neste caso, que não importava se a didática foi tradicional ou inovadora. O importante foi que todos estavam de acordo com a proposta.

Na sequência da observação, no dia seguinte, a professora distribuiu outra folha e propôs o trabalho com a área de quadrados. Ela explicou o conceito de área, perímetro e algumas propriedades do quadrado utilizando a lousa. Rapidamente e de maneira espontânea sem que a professora pedisse, os alunos se reuniram em grupos e começaram o trabalho com o mesmo interesse do dia anterior.

Para facilitar a realização dos exercícios de construção de quadrados, cálculo de áreas e perímetros, a professora distribuiu uma placa, onde os alunos podiam prender elásticos e construir quadrados de vários tamanhos. A Figura 2 apresenta essas placas.

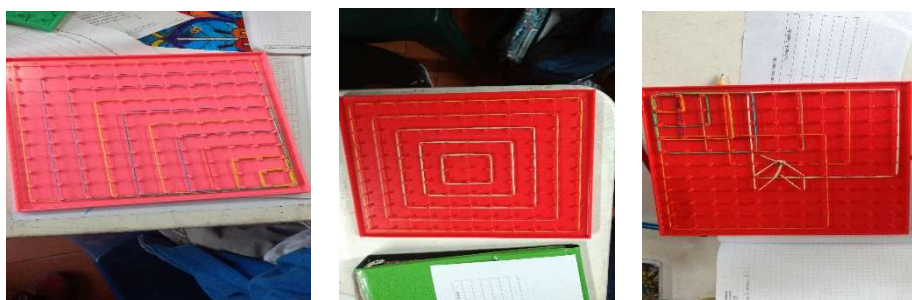


Figura 2: Placas para construção de quadrados e cálculo de áreas e perímetros

Em determinado momento, entraram na sala quatro alunos mais velhos que queriam realizar uma enquete. Essa enquete fazia parte do projeto “Economia Azul” que tratava de melhorar os espaços escolares. Então eles fizeram as seguintes perguntas aos colegas da turma: *Qual o espaço que você não gosta dentro da escola? Porque? Qual a sua sugestão para melhorar esse espaço?* Os alunos responderam e discutiram algumas soluções para os problemas durante alguns minutos. Depois a aula voltou ao seu curso normal.

A atividade de construção do quadrado com os alunos transcorreu sem problemas e os alunos continuaram interessados no trabalho. Alguns grupos, ao realizarem a tarefa, exerceram a sua criatividade e estabeleceram uma espécie de jogo onde cada um tentava construir um, ou vários, quadrados de maneira mais criativa que seu colega. E logo discutiam as possibilidades de solução, calculando a área e o perímetro de seus quadrados. No final da aula, a professora realizou uma socialização dos resultados obtidos.

Trabalhar num ambiente alternativo e inovador não me pareceu uma coisa fácil. A formação da professora Diana foi muito parecida com a formação de todos nós, professores licenciados em Matemática. Não somos preparados para um trabalho diferente da transmissão

de informações. Porém, os alunos da EPE vivem o ambiente complexo e transdisciplinar da escola desde que estudam ali. Isso desenvolveu nos alunos uma postura que tende a transformar cada atividade em um trabalho rico em possibilidades de construção de conhecimento. Essa é uma característica muito importante do ambiente escolar da EPE.

A experiência de observação das aulas da professora Diana permitiu entender que a inovação é uma construção coletiva e constante em todos os níveis escolares, mas também que é muito importante que se comece desde quando os alunos são menores. Isso fortalece a capacidade de os alunos assumirem uma postura durante toda a sua vida escolar que privilegie o trabalho em ambientes inovadores e alternativos. Ou seja, que se acostumem desde pequenos a utilizar a sua criatividade e a realizar questionamentos. Esse fato nos leva a pensar que um processo inovador deva ser desenvolvido, nas escolas, desde os anos iniciais para que seja duradouro.

No final da semana de observações pedi que a professora Diana falasse livremente sobre o seu trabalho na EPE. A transcrição está no apêndice 5.

A próxima subseção apresenta a observação das aulas do professor German com alunos do nível 12. Esse nível é equivalente ao 3º ano do ensino médio brasileiro.

5.2.3 Observação do grupo de nível 12 – professor German

Ao chegar na sala de aula, o professor German explicou para a turma que deveriam terminar as atividades pendentes da semana anterior e, logo após começar a leitura de um texto que ele distribuiu para os alunos. Esse texto tratava do capítulo 14 do livro “*Locos por las Matemáticas*”⁸ do autor Ian Stewart. Esse capítulo aborda a conjectura do fole.

A conjectura do fole trata dos poliedros flexíveis (figura 2), ou seja, aqueles em que suas faces são rígidas e as suas arestas se flexionam como se fossem dobradiças. A conjectura do fole propõe que um poliedro flexível tem sempre volume constante, mesmo quando é flexionado. Essa conjectura foi provada por Robert Connelly no ano de 1997, matemático norte americano, nascido em 1947. O nome da conjectura vem do fato de que se abirmos um pequeno furo em uma das faces de um poliedro flexível, ele nem expelirá nem sugará ar ao ser flexionado, ou seja, o seu volume se mantém constante apesar do seu movimento. Porém, esse fenômeno só é válido para poliedros não convexos, pois no ano de 1813, Augustin-Louis

⁸ STEWART, Ian. **Locos por las matemáticas**. Barcelona: PLANETA, 2016. 256p.

Cauchy (1789-1857), matemático francês, já havia demonstrado que todo poliedro convexo não pode ser flexível.

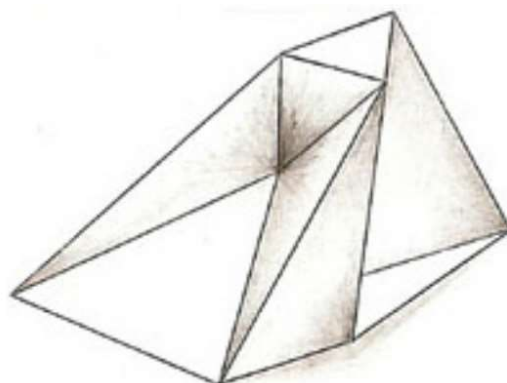


Figura 3: Poliedro flexível

Alguns alunos decidiram realizar o trabalho em outro ambiente e saíram da sala de aula. Outros alunos permaneceram em sala realizando a leitura do texto e escutando música.

Durante o desenvolvimento do trabalho uma aluna, Laura, de 16 anos, veio conversar comigo para conhecer o meu trabalho. Laura estuda na EPE há 4 anos e logo afirmou que não gosta de Matemática. Então perguntei o porquê disso e sua resposta me surpreendeu. A aluna demonstrava uma insatisfação com a abordagem pedagógica da EPE. Ela afirmava que o seu maior interesse era a preparação para os exames de admissão nas universidades e afirmava que a EPE não proporciona essa preparação. Mas, quando pedi que ela comparasse a EPE com a escola de onde ela era oriunda, a sua resposta nos pareceu um tanto confusa porque ela também não gostava muito da quantidade de exercícios matemáticos exigidos na outra escola. A transcrição, da fala de Laura, traduzida pelo autor, está no apêndice 6.

Diante disso, perguntei ao professor German como ele trabalha a questão da preparação para os exames de admissão à universidade. German me respondeu que essa é uma abordagem mais formal da Matemática e que ele pode fazer isso sem nenhum problema. Porém, isso só ocorre se o aluno demonstrar interesse e aproveitar esse tipo de trabalho. Talvez, a aluna Laura ainda não tenha compreendido bem essa questão. Parece que nem todos os alunos oriundos de outras escolas se adaptam facilmente a maneira de trabalhar da EPE.

Em função disso, German me falou sobre a abordagem dada pela EPE sobre o ensino de Matemática para alunos nesse nível. Essa conversa é analisada no capítulo 8, no qual são apresentados os resultados obtidos na Análise Textual Discursiva das entrevistas livres e semiestruturadas com os professores de Matemática da escola. A transcrição da entrevista está no apêndice 7.

Na continuação da observação, no dia seguinte, os alunos se reuniram em grupos e continuaram realizando a atividade proposta no dia anterior. Eles decidiram construir o poliedro flexível e, para isso, calcularam os lados da figura planificada.

Os alunos realizaram a atividade no seu próprio ritmo, o que foi respeitado pelo professor German. Mas o ritmo lento não significava que os alunos não estavam trabalhando. Eles demonstraram muito interesse na atividade e, a todo momento, chamavam o professor para discutir algum aspecto do trabalho.

Chamou muito a minha atenção o fato de que, sem que o professor determinasse como deveria ser realizada a atividade, os alunos desenvolveram cálculos de ângulos e de tamanho de lados dos triângulos da figura. Foi possível observar que eles articulavam elementos algébricos, aritméticos e geométricos num processo em que introduziam e testavam variáveis buscando regularidades e significados. Ficou evidente que o processo foi conduzido mais pela criatividade e imaginação do que por um procedimento predeterminado. Porém, sempre que surgia alguma dúvida, os alunos recorriam ao auxílio de livros didáticos de Matemática. A Matemática formal era utilizada na medida da necessidade.

Outro elemento interessante dessa atividade foi que a criatividade dos alunos pareceu depender do que eles já sabiam. Cada passo do trabalho dependia da compreensão de algumas informações. Por isso, seguidamente eles elaboravam conjecturas e pesquisavam informações que pudessem confirmar ou refutar suas ideias. O novo conhecimento surgia desse processo e partia do que os alunos já sabiam, ou seja, o novo conhecimento sempre se apoiava no conhecimento que já se possuía.

Este trabalho não nos pareceu uma atividade lúdica ou divertida. Na EPE, nem todas as atividades tem uma característica de ludicidade ou de divertimento. Muitas atividades são de cunho intelectual e científica e os alunos, mesmo assim, demonstram muito interesse no trabalho.

O método de trabalho em Matemática nesse nível escolar é fundamentado na resolução de problemas e desafios propostos pelo professor ou pelos alunos. A resolução destes problemas ocorre por tentativa e erro, num processo de desenvolvimento do raciocínio lógico. Os conceitos matemáticos formais são utilizados na medida da necessidade.

O professor German afirma que o mais importante para a escola é o desenvolvimento do pensamento e das atitudes. A EPE não quer que seus alunos se transformem em matemáticos, quer que eles pensem em Matemática, Literatura, Ciências, etc., ou seja, que seus alunos desenvolvam a sua capacidade de pensar. Para isso, segundo German, o aluno deve ser protagonista de sua própria aprendizagem, num processo contínuo de desenvolvimento de sua

autonomia e criatividade. O professor cumpre a função de estimular seus alunos para o desenvolvimento de seu pensamento.

E como se desenvolve esse pensamento nessa turma? Segundo o professor German, os alunos desenvolvem o seu pensamento cometendo erros ao tentar resolver problemas. O erro é compreendido, no processo pedagógico da EPE, e do professor German, como um elemento muito importante no processo de aprendizagem. Para o professor, a vantagem desse processo é que durante o trabalho de tentar resolver um problema emergem outros conhecimentos que fazem parte da aprendizagem dos alunos.

Quando o aluno constrói conhecimentos no processo de resolução de problemas, segundo o professor German, o aluno domina o seu entorno e desenvolve o seu pensamento. Nas aulas dessa turma, o professor não apontava os caminhos que o aluno deveria seguir para resolver o problema que estava sendo trabalhado, o professor apenas propõe o problema e o aluno trabalha na construção de um caminho para a sua resolução a partir de tentativas e erros.

Na EPE existe uma separação entre a Matemática formal, com seus conceitos, fórmulas, objetos e técnicas, ou seja, um corpo estático de conhecimento, e o desenvolvimento do que é denominado por eles de pensamento lógico matemático. A Matemática formal é considerada uma ferramenta que é utilizada apenas quando se necessita para a resolução de alguma formalidade de um problema. O pensamento lógico matemático é considerado a capacidade de dotar de significados os problemas, com a articulação de soluções que não são previstas ou determinadas anteriormente. Neste aspecto, a Matemática é compreendida como a possibilidade de estabelecer conexões e progressos entre os diferentes tipos de conhecimentos matemáticos, como o intuitivo, o conceitual, de cálculo, etc.

Então, na EPE existem duas concepções sobre a natureza do conhecimento matemático que se complementam, a Matemática formal e o que é denominado por eles de pensamento lógico matemático, considerado mais importante. Essa é uma constatação muito importante para os resultados dessa pesquisa, pois essa separação entre o conhecimento matemático formal, axiomático, e o pensamento lógico matemático é subjacente ao trabalho pedagógico da EPE. Isso me pareceu um fenômeno natural nos processos internos da EPE, sem que eles aprofundem muito o estudo da questão. No capítulo 6, no qual se realizou mais profundamente a análise e interpretação dos dados de pesquisa, dedicou-se uma seção para a compreensão dessa relação da EPE com o conhecimento matemático.

O próximo capítulo aborda a teoria que emerge naturalmente das leituras realizadas e da experiência de pesquisa na EPE. Trata-se da Teoria da Complexidade e da Transdisciplinaridade.

6 COMPLEXIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE NA EPE

A partir da imersão no ambiente escolar da EPE durante dois meses, foi possível vivenciar todos os seus processos. De segunda a sexta-feira, nesses dois meses, foi possível viver a EPE. Essa experiência ocorreu em muitos locais, dentro e fora da escola. Isto tudo me conduziu a entender processos que eu conhecia apenas em teoria, ou seja, eu havia lido sobre inovação, sobre a Teoria da Complexidade e sobre Transdisciplinaridade, mas nunca havia presenciado processos com essas características. Na EPE tudo isso é vivido diariamente. Então, na minha compreensão de todo esse processo, essas teorias emergem muito naturalmente do ambiente pedagógico da escola.

Entre estas teorias, a complexidade pareceu muito presente no ambiente educativo da escola e na concepção sobre a natureza do conhecimento construído nos processos pedagógicos. Já a transdisciplinaridade pareceu mais presente nas atividades escolares, principalmente as relacionadas com a Matemática. Claramente, não é tão simples separar a complexidade dos ambientes e contextos escolares da transdisciplinaridade das atividades. Mas, com segurança, é possível afirmar que a complexidade e a transdisciplinaridade representam os caminhos pedagógicos da EPE.

Este capítulo apresenta um estudo sobre a relação entre os processos pedagógicos e o ambiente educativo da EPE com a Teoria da Complexidade de Morin (2011) e a Teoria da Transdisciplinaridade de Nicolescu (1999). Embora concebidas separadamente, a Teoria da Complexidade por Edgar Morin e a Teoria da Transdisciplinaridade por Bassarab Nicolescu, as duas teorias apresentam articulações.

Nas reflexões sobre os dados de pesquisa e sobre as características do trabalho pedagógico desenvolvido na EPE essa relação emergiu muito naturalmente já que a prática pedagógica da EPE possui características que nos conduzem nesse caminho. E que características são essas? Estas características foram definidas por García (2000) que afirma que a aula complexa se ampara em conceitos, tais como, sistema, organização, interação e informação, que funcionam como princípios articuladores entre as diferentes áreas do conhecimento. Estes princípios estão presentes no ambiente e nas aulas da EPE.

Outros aspectos que caracterizam a aula complexa, apontados por García (2000), também estão muito presentes nos processos da EPE. São eles: a superação do dogmatismo e o uso de receitas simplificadoras, o vínculo entre natureza, cultura e história, a utilização de diferentes metodologias e a construção de pontes entre conhecimentos aparentemente disjuntos. Todas essas características fundamentam as práticas e o ambiente de trabalho da EPE.

Então, a Teoria da Complexidade e a Transdisciplinaridade se constituem no marco

teórico que sustenta todo o processo de interpretação e análise desse trabalho. O capítulo 4, na seção 3.1, apresentou mais detalhadamente como ocorreu o processo de apropriação da teoria que fundamenta os caminhos seguidos neste percurso de pesquisa.

Conforme Petraglia (2011) é imperativo a necessidade de que a educação seja pensada como um processo complexo capaz de produzir mudanças, tanto sociais quanto na capacidade da escola de construir conhecimentos para essas mudanças. Segundo essa autora, em geral, a escola ainda é conteudista e disciplinar apresentando um conhecimento fragmentado. O conhecimento desenvolvido na maioria das escolas, segundo Petraglia (2011), busca a especialização e a simplificação do pensamento e esse fato inibe a compreensão de um mundo que é complexo por natureza.

O currículo escolar é mínimo e fragmentado. Na maioria das vezes, deixa a desejar tanto quantitativa como qualitativamente. Não oferece, através de suas disciplinas, a visão do todo, do curso e do conhecimento uno, nem favorece a comunicação e o diálogo entre os saberes; dito de outra forma, as disciplinas com seus programas e conteúdos não se integram ou complementam, dificultando a perspectiva de conjunto, que favorece a aprendizagem (PETRAGLIA, 2011, p.79).

O modelo pedagógico praticado pela maioria das escolas busca a especialização disciplinar com a conseqüente simplificação dos conceitos científicos.

Na escola primária nos ensinam a isolar os objetos (de seu meio ambiente), a separar as disciplinas (em vez de reconhecer suas correlações), a dissociar os problemas, em vez de reunir e integrar. Obrigam-nos a reduzir o complexo ao simples, isto é, a separar o que está ligado; a decompor, e não a recompor; e a eliminar tudo que causa desordens ou contradições em nosso entendimento. Em tais condições, as mentes jovens perdem suas aptidões naturais para contextualizar os saberes e integrá-los em seus conjuntos (MORIN, 2003, p.15).

Segundo Bonil *et al* (2004), a escola tradicional possui algumas características que se constituem em obstáculos para que os seus alunos compreendam o mundo como uma construção humana e possam intervir neste mundo. Essas características estão definidas pela “racionalidade, a seriedade, a neutralidade, o estudo, a objetividade, a regularidade, que se entendem como algo divergente da criatividade, da imaginação, da emoção, do sentimento, da intuição, da desordem e da liberdade” (p. 26) (tradução nossa), que são características de um ambiente escolar que trabalha na perspectiva da complexidade.

Na perspectiva de trabalho em um ambiente complexo, como é a EPE, a construção do conhecimento é indissociável da imaginação, da criatividade e das emoções. O trabalho em um ambiente complexo cria uma tensão criativa e emocional a partir da elaboração de questionamentos significativos e da sua apresentação aos companheiros de trabalho. Essa tensão está presente no exercício da imaginação e da defesa de uma maneira própria de cada indivíduo ao compreender um problema. Quando, por meio do diálogo e da pesquisa, os alunos

constroem um conhecimento que possivelmente modifica os entendimentos iniciais a respeito do problema, essa tensão se transforma em satisfação coletiva pela evolução das questões iniciais. Esse processo segue com mais questionamentos e mais emoções, num modo recursivo e dialógico de construção de mais conhecimento.

Outra característica de um processo escolar fundamentado na complexidade, conforme Bonil *et al* (2004), é a ação frente aos desafios da construção do conhecimento escolar. Nesta perspectiva, o conhecimento escolar se configura como uma ação transformadora do mundo e não como acúmulo de informação. A EPE, que trabalha na perspectiva das ATA's, concebe o ensinar e o aprender como uma ação que capacita os seus alunos a construir suas maneiras de sentir, de pensar, de dialogar e de compreender o mundo em que vivem, assumindo o conhecimento construído na escola como referência para a vida em sociedade.

Bonil *et al* (2004) afirmam que um ambiente escolar fundamentado na complexidade apresenta, incorporado ao seu processo pedagógico, três aspectos fundamentais: a perspectiva sistêmica, a perspectiva dialógica e a perspectiva hologramática. No processo pedagógico da EPE estão presentes esses aspectos de maneira subjacente às suas práticas, ou seja, a EPE trabalha sob a perspectiva da complexidade, conforme consta no seu projeto educativo institucional (PEI-EPE, 2010), mas não sustenta uma argumentação a respeito dessas três perspectivas que são características fundamentais da complexidade.

Na perspectiva sistêmica, a atividade escolar situa os fenômenos e objetos estudados em uma dinâmica em que a diversidade de causas e efeitos possíveis de um determinado problema são mediadas pela indeterminação do caminho a ser seguido, pela temporalidade e historicidade presentes no processo pedagógico. Concorda-se com Bonil *et al* (2004, p. 24), quando afirma que “situar os fenômenos do mundo a partir da complexidade significa vê-los como espaços de confluência de múltiplas causas e múltiplos efeitos que se relacionam entre si em uma ampla trama de redes multidimensionais” (tradução nossa). Essa característica está presente nas ATA's, que é uma maneira proposta para estudar os fenômenos na sua totalidade, ou seja, os fenômenos possuem causas e efeitos múltiplos que se relacionam com várias teorias que interagem e auxiliam na compreensão do problema investigado.

A perspectiva dialógica implica compreender que a construção do conhecimento necessita de um diálogo constante cuja função é de regular todo o processo. O processo dialógico, para Bonil *et al* (2004), representa o entendimento da escola de que, para formar um aluno consciente da sua participação na sociedade, requer um diálogo constante entre os modelos científicos e outros conhecimentos construídos no processo de aprendizagem para que o aluno possa aperfeiçoar a sua compreensão dos fenômenos complexos do mundo. A

perspectiva dialógica sustenta as relações pedagógicas na tríade: aluno, professor e atividade. Essa tríade constrói relações entre os modelos científicos e outros conhecimentos presentes no processo.

A perspectiva hologramática compreende o estudo de fenômenos e objetos num constante diálogo entre os seus aspectos de macro e de micro conhecimento. Significa aceitar que todo sistema é composto de partes, e que essas partes são influenciadas pelo todo. Ou seja, significa que todo fenômeno deve ser analisado nas suas diversas escalas, sem perder de vista suas conexões, a incerteza e o dinamismo dessas relações.

Com isto, a Educação inovadora construída na EPE, no sentido atribuído por García (2000), possui as características de um processo complexo que, de maneira subjacente ao processo, conduz os sujeitos envolvidos ao desenvolvimento do pensamento, desde concepções mais simples a um nível mais complexo de compreensão, num processo de síntese do conhecimento. Assim, pode-se afirmar que o processo de inovação pedagógica da EPE ocorre fundamentado, mesmo que de maneira implícita, na perspectiva da Teoria da Complexidade, diferentemente dos processos pedagógicos da maioria das escolas, que se apoiam na perspectiva de uma prática pedagógica que trabalha as disciplinas separadamente, valorizando o conteúdo disciplinar especializado a ser transmitido aos alunos.

Segundo Morin (2003), todo conhecimento se caracteriza por ser uma tradução da compreensão humana, representada por meio da reconstrução dos signos, sinais e símbolos que expressam ideias. A organização dessas ideias privilegia a separação em classes e tipos de conhecimentos ao invés de privilegiar a união e a ligação contextualizada desses conhecimentos. A atual organização da Educação isola e separa os conhecimentos do seu contexto e privilegia a análise das partes separadas do todo. Com isto, passa a ser uma necessidade cognitiva recolocar os conhecimentos em seus contextos originais. Segundo Morin (2003, p. 24) “a partir daí o desenvolvimento da aptidão para contextualizar e globalizar os saberes torna-se um imperativo da educação”. Por conseguinte, o desenvolvimento dessa aptidão passa a ser uma função primordial da escola.

Para Morin (2003) é necessário situar todo conhecimento com o seu ambiente científico, social, cultural, político, econômico, ou seja, situar o conhecimento no seu contexto é uma função da Educação. Porém, entende-se que esse tipo de Educação que leva à contextualização só pode ser praticada em uma escola diferenciada já que a escola tradicional promove o conhecimento especializado. Nesse processo, a Educação escolar que contextualiza os conhecimentos constrói nos sujeitos, conforme Morin (2003, p. 24), “um pensamento ecologizante”, no sentido de que todo conhecimento tende a ser colocado no seu ambiente

natural. Dessa forma, um conhecimento pode explicar de uma maneira diferente um fenômeno ao qual ele seja parte integrante. Se analisado de maneira isolada, o conhecimento pode não explicar o fenômeno adequadamente.

Na EPE, o conhecimento é construído de maneira contextualizada e a partir de projetos ou problemas que interessam aos alunos e professores. Essa perspectiva proporciona ao aluno a oportunidade de observar e pensar os problemas do mundo que o cerca. Dessa maneira, o conhecimento produzido pelos alunos tende a desenvolver a capacidade crítica dos sujeitos que reconhecem estes problemas sendo pertencentes a sua realidade e ao ambiente em que vivem.

O paradigma da complexidade, segundo Barberousse (2008), provocou um repensar nos fundamentos da racionalidade científica contemporânea. Segundo essa autora, as ideias de Edgar Morin repercutem no campo educacional na medida em que sua teoria propõe uma nova compreensão para os conceitos de conhecimento e aprendizagem ao questionar seus fundamentos epistemológicos. Edgar Morin “também propôs a necessidade de reformar o pensamento e, ao mesmo tempo, reformar as instituições de ensino, a fim de promover a educação de acordo com as necessidades da sociedade contemporânea” (tradução nossa) (BARBEROUSSE, 2008, p. 96).

A Teoria da Complexidade propõe uma nova maneira de pensar os problemas contemporâneos. Ela se opõe ao princípio da dicotomia e da fragmentação do conhecimento generalizada e reproduzida, segundo Santos (2008, p. 71), pela “organização social e educacional, que tem também configurado o modo de ser e pensar dos sujeitos”. Neste sentido, a teoria aponta para a necessidade da interligação dos saberes que estão separados em pacotes de especializações disciplinares, ou seja, propõe a superação da dicotomização do conhecimento por meio do estímulo de uma maneira de pensar em que os diferentes conhecimentos e saberes possam ser articulados.

Nesse cenário emerge a necessidade de formação de uma consciência coletiva de que o mundo por nós habitado é cada vez mais plural e complexo. A ciência e a educação não devem fragmentar o conhecimento, pois assim prejudicam os saberes embasados nos valores humanos, éticos, de colaboração e convivência social que deveriam acompanhar todo o processo de construção desse conhecimento. A preocupação precisa estar voltada para a integração dos valores humanos na gestão do conhecimento e nas práticas formativas. Por isso, faz-se necessária a construção de um olhar transdisciplinar e da ecologia dos saberes para que os valores humanos de liberdade, solidariedade, convivência, harmonia e equilíbrio com a natureza sejam eixos na formação do cidadão planetário (SUANNO, 2009, p.8335).

Segundo Suanno (2009), a teoria proposta por Edgar Morin tem como principal fundamento a negação da simplificação do pensamento e propõe o diálogo com as diferenças e com as diversidades na busca de uma postura transdisciplinar em que o pensamento assume uma perspectiva mais ampla e sistêmica. Para Morin (2003, p.115), a transdisciplinaridade se

constitui “de esquemas cognitivos que podem atravessar as disciplinas”. É a busca de uma nova compreensão sobre a realidade. Desta maneira, a transdisciplinaridade permite que se possa estabelecer sistemas de conceitos abrangentes e comuns as diversas áreas do conhecimento, como ciência, filosofia, arte e religião, por exemplo.

Na EPE, também se estudam os conceitos disciplinares, porém, somente na medida em que elas se tornam importantes para a abordagem de um determinado problema. Percebeu-se, durante as observações realizadas no ambiente educativo da EPE, que todos os problemas abordados, principalmente nos projetos da Economia Azul, são de natureza transdisciplinar, ou seja, não é possível separar as disciplinas presentes nos problemas, elas só fazem sentido quando são utilizadas no contexto em que estão inseridas. Assim, na EPE, uma disciplina como a Matemática só faz sentido e é compreendida plenamente quando é contextualizada e integrada a uma determinada situação-problema.

De fato, é possível afirmar que a transdisciplinaridade não nega a disciplinaridade, mas reconhece sua importância. A transdisciplinaridade também se constitui em uma postura em que, segundo Flores e Oliveira (2017, p. 11), “os indivíduos, enquanto conhecedores de suas áreas realizem o movimento de transitarem por outras áreas com o intuito de enriquecer-se, ampliando a compreensão de natureza e sua relação pessoal com o mundo”.

Na EPE, a postura transdisciplinar presente naturalmente nos processos pedagógicos propicia que o sujeito ultrapasse constantemente os limites estabelecidos pelos conhecimentos disciplinares e pelas suas certezas, implicando em um diálogo constante com outros modos de compreender o mundo, em um processo interativo que permite modificar as suas próprias concepções. Deste processo emergem novos modos de aprender, de interagir com o contexto e com a natureza sem hierarquizar o conhecimento. A postura transdisciplinar na EPE é aberta e respeita todo tipo de conhecimento, sejam míticos, científicos ou religiosos.

O essencial na transdisciplinaridade reside na postura de reconhecimento de que não há espaço nem tempo culturais privilegiados que permitam julgar e hierarquizar como mais corretos – ou mais certos ou mais verdadeiros – os diversos complexos de explicações e de convivência com a realidade. A transdisciplinaridade repousa sobre uma atitude aberta, de respeito mútuo e mesmo de humildade em relação a mitos, religiões e sistemas de explicações e de conhecimentos, rejeitando qualquer tipo de arrogância e prepotência (D’AMBROSIO, 1997, p. 80).

A contribuição teórica de Edgar Morin para a educação com a sistematização de sua teoria indica um caminho que transcende os limites e possibilidades da educação transmissiva, comum nas escolas nos dias atuais. Neste sentido, a interdisciplinaridade, segundo Morin (2003) é a colaboração e comunicação entre as diferentes disciplinas, porém conservando-se as suas particularidades e especificidades. Com isto, percebeu-se que, na prática transdisciplinar

dos processos pedagógicos da EPE, não existe espaço para conceitos limitados e definitivos, nem para pensamentos simplificadores. O que existe é a busca pelas relações que influenciam a construção de um determinado conhecimento.

Na transdisciplinaridade há a superação e o desmoronamento de toda e qualquer fronteira que inibe ou reprime, reduzindo e fragmentando o saber e isolando o conhecimento em territórios delimitados. (...) A transdisciplinaridade é fruto do paradigma da complexidade, fundamentada por uma epistemologia da complexidade, também estando presente em seu seio as interligações de sujeito-objeto-ambiente (PETRAGLIA, 2011, P.83).

Desta maneira, emerge da experiência de pesquisa na EPE uma perspectiva muito interessante sobre a transdisciplinaridade na abordagem matemática dos problemas e fenômenos estudados. Percebe-se que a EPE utiliza a ideia, implícita nos processos, de que a Matemática em si, bem como qualquer outro conhecimento, não faz parte a priori dos fenômenos estudados. Os fenômenos existem independentemente dos conhecimentos humanos. Cada disciplina articulada com outras disciplinas, estas associadas às emoções, crenças e criatividade dos alunos e professores, são utilizadas para tornar o fenômeno mais compreensível e conseqüentemente construir mais conhecimento.

Na EPE, a Matemática, bem como todas as outras disciplinas escolares, são compreendidas como conhecimentos construídos pelos seres humanos para explicar e para conhecer um determinado fenômeno ou objeto de estudo, não estando presente nele. Assim, a Matemática é compreendida na EPE como uma ferramenta útil para explicar e tornar mais compreensível um determinado fenômeno ou objeto em estudo. Com isto, o sentido de transdisciplinaridade que ocorre na utilização da Matemática na EPE está vinculado à integração criativa dessa ciência com outros conhecimentos para explicação de um fenômeno estudado. Quanto mais conhecimentos forem utilizados de maneira integrada num determinado estudo, melhor compreendido fica o fenômeno.

Segundo Morin (2011), sem a influência de conhecimento humano, qualquer fenômeno apresenta naturalmente relações complexas com o meio em que está inserido. Quando um sujeito tenta compreender determinado fenômeno, ele aumenta a teia de relações presentes neste fenômeno. Suas crenças, sentimentos e emoções passam a fazer parte do contexto de estudo. Ou seja, a complexidade inerente ao fenômeno sofre influência do uso transdisciplinar do conhecimento do sujeito que investiga.

Nesse sentido, a transdisciplinaridade, segundo Morin (2011) é uma postura fundamental para o desenvolvimento do pensamento complexo que transita na diversidade da não fragmentação de conhecimentos e, complexidade, na perspectiva daquilo que é tecido em conjunto, ou seja, conjunto de acontecimentos, ações, interações, concepções, construções e

imprevistos que constituem as atividades educacionais inovadoras.

O que é complexidade? A um primeiro olhar, a complexidade é um tecido (*complexus*: o que é tecido junto) de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. Num segundo momento, a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem nosso mundo fenomênico (MORIN, 2011, p. 13).

O trabalho pedagógico inovador desenvolvido na EPE começa com condições iniciais definidas previamente, da mesma forma que no ensino tradicional. Porém, o caminho seguido por um processo pedagógico inovador não é pré-determinado pelo docente, nem mesmo os conhecimentos que serão construídos durante o processo podem ser previstos por ele. Conforme Santos (2008), experiências educativas inovadoras que partem de um início comum podem ter evoluções distintas. São processos que se autorregulam de acordo com o nível de interação dos sistemas que compõem o processo, sendo esta, segundo o mesmo autor, uma característica da transdisciplinaridade presente neste tipo de contexto de trabalho. Assim, o processo educativo inovador da EPE tem a característica de não seguir uma ordem pré-determinada, mas sofre influências inesperadas no decorrer do desenvolvimento de suas atividades.

O processo de ensino e de aprendizagem da EPE não se desenvolve de maneira fragmentada, pois se constitui num sistema formado por múltiplos sentidos e significados. E no período que esse processo se desenvolve, ele pode sofrer transformações inesperadas, principalmente porque as atividades são conduzidas por todos, sempre de forma autônoma na sua maneira de compreender os problemas. Com isto, a inovação em Educação praticada na EPE é expressão de uma relação complexa e transdisciplinar entre o conhecimento e a pessoa, e isto contribui para a formação de um cidadão autônomo, consciente de suas potencialidades e capaz de interferir na sua própria realidade. Conforme Ribeiro (2011, p. 48), “a exigência da complexidade é por uma reforma de pensamento”. Isto produz a reflexão necessária para questionar o contexto em uma perspectiva de pensamento complexo.

A orientação da busca da transição do pensamento simples para o pensamento complexo, presente no processo de aprendizagem da EPE, é consequência das concepções, crenças e conhecimentos prévios que formam os diversos referenciais individuais envolvidos no processo de construção dessa transição. Isso significa, segundo Segura (2015), considerar como referenciais individuais todo o conhecimento prévio, crenças e concepções de todos os sujeitos envolvidos e que podem influenciar na evolução do processo inovador proposto. Essa transição do pensamento simples para o complexo que ocorre no ambiente escolar da EPE é um exemplo genuíno do processo de construção do conhecimento num ambiente inovador de Educação, ou segundo García (2000, p. 44) “o conhecimento como processo de produção de

complexidade” (tradução nossa).

Desta maneira, a inovação educativa praticada na EPE pode ser considerada um processo complexo e transdisciplinar que promove a construção do conhecimento no ambiente escolar por meio da evolução da compreensão de fenômenos e conceitos contextualizados, sendo a inovação educativa, uma postura pedagógica que transita na diversidade da não fragmentação de conhecimentos. Ou seja, no ambiente pedagógico inovador da EPE, a construção do conhecimento é um processo que produz complexidade em uma perspectiva de síntese e integração de saberes.

Porém, a teorização construída a partir dessa vivência não passa da exteriorização da compreensão de um pesquisador, a qual é sempre limitada, temporal, parcial e impregnada de crenças e concepções. Sim, a EPE é muito mais do que está escrito nestas páginas. A EPE não está reduzida aos meus escritos. Se assim fosse, ela não seria um ambiente complexo e transdisciplinar, tampouco inovador. Certamente, outras teorias podem contribuir para tentar expressar a realidade do ambiente educativo desta escola, mas é fundamental que outros pesquisadores contribuam com a sua compreensão do fenômeno.

A partir da compreensão das características da complexidade e transdisciplinaridade presentes no ambiente e nos processos pedagógicos da EPE aborda-se, no próximo capítulo, a Matemática e a inovação em Educação Matemática a partir dessa vivência na EPE e dos dados de pesquisa.

7 INTERPRETANDO VIVÊNCIAS: A MATEMÁTICA E A INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NA EPE

Este capítulo apresenta a primeira parte da análise e interpretação dos dados de pesquisa e da vivência nos ambientes escolares da EPE. Esta análise foi realizada segundo o Método do Caminho, conforme Morin, Ciurana e Mota (2003). O capítulo aborda as concepções sobre a Matemática na EPE, a inovação em Educação praticada na EPE e os aspectos importantes da inovação em Educação Matemática desenvolvida na EPE.

A primeira seção deste capítulo aborda a Matemática e o processo denominado pelos professores da EPE de “*hacer matemáticas*” como sendo o desenvolvimento do pensamento lógico matemático nos alunos. Buscou-se compreender esse fenômeno, entender o que significa conhecer Matemática na EPE e analisar a concepção sobre a natureza do conhecimento matemático praticada na escola.

A segunda seção aborda as características do processo inovador desenvolvido na EPE para o trabalho pedagógico em todas as áreas da escola, ou seja, esta seção analisa os principais aspectos da inovação em Educação praticada na escola. A terceira seção apresenta a análise sobre as principais características da inovação em Educação Matemática e o seu processo de manutenção.

7.1 A Matemática na EPE

Quando se considera a relação estabelecida pelo conhecimento nas escolas percebe-se que, nos processos pedagógicos, se busca construir uma interação entre o estudante, o professor e o conteúdo disciplinar. Na EPE, segundo Segura e Malagón (2007), essa interação ocorre entre o estudante, o professor e as atividades a serem realizadas. Essas atividades são consideradas como um sistema aberto no sentido de um intercâmbio entre o conhecimento, as emoções e as possibilidades do entorno. No caso das aulas de Matemática, essa relação entre emoções e o entorno não é concebida como um método ou uma didática, mas como um “fazer matemática” ou uma forma de matematizar os problemas e analisar as consequências do desenvolvimento desses problemas.

Neste processo, a EPE não desenvolve as atividades em função dos conteúdos matemáticos, mas utiliza esses conteúdos na medida em que eles sejam úteis para o desenvolvimento das atividades. Não se espera que os estudantes memorizem algum conceito matemático ou algum procedimento algébrico, mas que se utilizem desses conceitos e procedimentos na medida em que eles sejam importantes como ferramentas para a resolução de algum problema. Neste contexto, essas ferramentas matemáticas são utilizadas somente se o

estudante consegue se apropriar do seu significado. Por isso, o estudo teórico da Matemática também é importante nas aulas da EPE e o estudante desenvolve esses estudos como parte de um processo mais amplo, como em um projeto, por exemplo, na medida em que sejam necessários.

Na resolução de problemas matemáticos, os estudantes inventam variáveis e estabelecem correlações entre grandezas. Este processo apresenta uma dinâmica muito variada, porém, existe uma pré-disposição para o trabalho. Pode-se afirmar que existe uma postura ou uma atitude positiva dos alunos para a realização das atividades. Os alunos parecem partir de uma convicção de que sempre é possível encontrar regularidades, ou seja, os alunos apresentam uma confiança em si e no grupo de trabalho de que sempre é possível construir conhecimento matemático nas suas atividades. O aluno confia que vai aprender Matemática nas suas atividades. Todo esse processo é denominado na EPE como “desenvolvimento do pensamento matemático”.

No trabalho cotidiano com Matemática, afirmam Segura e Malagón (2007), as relações e modelos matemáticos encontrados pelos alunos nas suas atividades são inesperados para eles. Sabendo disso, o professor atua como um mediador entre o aluno e o conhecimento e deve sempre estar disposto ao diálogo, ou seja, com disposição para escutar o aluno, valorizar suas propostas, fazer perguntas e participar da pesquisa.

Neste processo de construção dialógica do conhecimento matemático, as formas de pensamento para a elaboração e desenvolvimento das atividades matemáticas são importantes, sendo um dos principais aspectos do trabalho. Também de igual importância é o trabalho coletivo em um contexto de criatividade, invenção e pesquisa. Os alunos parecem conviver bem com o erro matemático, pois têm confiança em si e no grupo de trabalho que constrói as possibilidades e soluções possíveis de maneira colaborativa. O aluno sabe que para todo problema existem variadas formas de solução e que elas só aparecem se todos compartilharem seus resultados.

O que se percebeu foi que, com esse objetivo, a escola proporciona que as aprendizagens sejam distintas entre os alunos. Cada aluno aprende coisas diferentes de maneira diferente. A escola se preocupa em criar ambientes de investigação ricos de possibilidades e afirma que os alunos aprendem a Matemática por diversos processos como por ensaio e erro, aprender fazendo, aprender inventando ou por descobrimento. De qualquer maneira, o aluno é o protagonista de sua própria aprendizagem.

Como na EPE a perspectiva de trabalho com a Matemática não está centrada em metas a serem atingidas, percebeu-se que no processo de aprendizagem o problema proposto para

investigação é menos importante do que o ambiente constituído para a sua abordagem. Conforme relatado pelos professores entrevistados, os estudantes não recebem uma nota pelo seu trabalho, mas ficam muito satisfeitos e orgulhosos se conseguem desenvolver uma nova estratégia de abordagem ou uma solução para um problema. Os estudantes apresentam gosto pela Matemática porque ela desenvolve um sentido de realização e de protagonismo. Como afirmam Segura e Malagón (2007), no trabalho com a Matemática, os alunos desenvolvem, além da capacidade de trabalhar em grupos, a capacidade de elaborar normas de conduta, desenvolvem liderança e auto-organização.

Conforme Segura e Malagón (2007) para que uma atividade Matemática tenha significado para os alunos e para os professores, ela deve se basear em pesquisa e resolução de problemas. Para abordar e resolver esses problemas matemáticos, os alunos aprendem procedimentos, ou seja, os problemas permitem que os alunos realizem buscas, façam conjecturas, desenvolvam argumentos e, posteriormente, validem seus resultados por meio de diálogo. Ao observar as aulas dos professores de Matemática, principalmente da professora Paola, percebeu-se que os problemas matemáticos trabalhados em aula desencadeiam maneiras diferentes de pensar e de aprender os conteúdos. Um problema pode estar relacionado a uma área específica da Matemática, mas sempre permite uma diversidade de formas de pensar a sua solução.

Os problemas matemáticos propostos nas atividades podem, inclusive, não ter solução. O professor German afirma que o aspecto mais importante é o desenvolvimento, pelos alunos, de explicações e argumentos que demonstram a compreensão do processo de trabalho. Uma característica muito importante dos problemas matemáticos trabalhados na escola é que eles sejam desafiadores e integrados a outras áreas do conhecimento. Esse aspecto estimula a construção de conjecturas, hipóteses, diálogo e muito trabalho em grupo.

Nas aulas de Matemática foi possível observar que o carácter desafiador dos problemas mantém os alunos em permanente busca de possíveis soluções. É possível ver alunos procurando os professores de Matemática até fora do horário das aulas para apresentarem possíveis soluções ou desdobramentos dos problemas que eles estão investigando. Fiquei impressionado com esse aspecto, pois os alunos parecem estar permanentemente envolvidos nos desafios matemáticos apresentados em aula. Com isto, toda a estrutura da escola se constitui em contexto para o desenvolvimento e construção do conhecimento matemático.

Segura e Malagón (2007) afirmam que é importante que os problemas sejam fonte de diferentes reflexões e desencadeiem diversas formas de pensamento e raciocínio matemático.

Ao abordar diferentes problemas matemáticos, os alunos desenvolvem reflexões geométricas, aritméticas ou recursivas.

Nas salas de aula da EPE, os alunos trabalham em mesas que comportam grupos de cinco ou seis alunos, podendo ter um pouco mais. Apesar da aprendizagem ser individual, inerente a cada aluno, a maneira de aprender Matemática ocorre coletivamente. Por meio de diálogo, argumentação, experimentação e muita pesquisa, os alunos constroem conhecimento e desenvolvem o seu pensamento matemático.

Com estas características, nos parece claro que mais importante que a aprendizagem dos algoritmos e dos conceitos matemáticos, está o desenvolvimento do pensamento matemático. Isso é afirmação recorrente na fala dos professores e no discurso institucional. Mas o que significa o desenvolvimento do pensamento matemático na EPE?

Claramente, o desenvolvimento do pensamento ou do raciocínio lógico matemático nas aulas da EPE está intimamente ligado ao desenvolvimento das percepções dos alunos. Em outras palavras, é com o desenvolvimento de suas crenças e concepções que ocorre como resultado das suas interações com o contexto, principalmente escolar. Essa relação do contexto com as percepções dos alunos se constitui num sistema complexo no qual existem relações lógicas que conectam os elementos de múltiplas formas.

Na prática das aulas de Matemática da EPE, quando surge um problema de interesse dos alunos, eles estabelecem hipóteses para a solução da questão. Estas hipóteses são apresentadas na forma de metáforas e os alunos supõem uma possível solução para o problema proposto com base nas suas crenças e concepções. Essa proposta de solução surge, geralmente, como um modelo. Na sequência do trabalho são realizadas pesquisas ou experimentações para comprovar ou aperfeiçoar o modelo metafórico proposto.

Conforme Gonzalez e Haselager (2002), essa é a característica do raciocínio abduutivo que, segundo esses autores, é o raciocínio típico das descobertas científicas. Este tipo de raciocínio consiste em estudar problemas já existentes e inventar uma hipótese para a sua explicação. É um processo de pensamento que elabora hipóteses explicativas. No raciocínio dedutivo parte-se de uma generalização para explicar um caso particular, ou seja, parte-se do todo para explicar a parte. No raciocínio indutivo são utilizados casos particulares para encontrar uma lei de generalização, ou seja, a parte explica o todo. No raciocínio abduutivo se faz uma sugestão, uma hipótese explicativa, uma metáfora, que pode ser correta, incorreta ou parcialmente correta podendo ser aperfeiçoada pela pesquisa e pelo diálogo. No raciocínio abduutivo a criatividade é fundamental para a construção de metáforas explicativas.

(...) o papel do raciocínio abduutivo no pensamento criativo está diretamente relacionado à geração, mudança e expansão de um domínio de crenças entendidas como uma forma de hábito. Tal expansão ocorre quando mentes criativas se confrontam com problemas — a mente, em sua tendência de operar com formas de crenças bem estabelecidas, vivencia a percepção de anomalias e problemas insolúveis no domínio das crenças disponíveis. Surpresas e dúvidas iniciam o processo abduutivo de geração e seleção das possíveis hipóteses que poderiam solucionar os problemas em questão. Assim, como um tipo de heurística, a abdução constitui um guia para a expansão de crenças (GONZALEZ; HASELAGER, 2002, p. 26).

Nas aulas de Matemática da EPE foi possível observar claramente que o pensamento abduutivo representa o início do processo pedagógico. Mas o seu desenvolvimento apresenta outras características importantes. Essas características emergem e se fundamentam, mesmo que subjacentes ao processo de desenvolvimento do pensamento matemático do aluno, no princípio dialógico, no princípio da recursão organizacional e no princípio hologramático. Essas características, já discutidas na seção 4.1 (p.69) complementam o pensamento abduutivo, conferindo ao processo os princípios da complexidade e da transdisciplinaridade.

No princípio dialógico existem forças contrárias que se complementam. Essas forças são antagônicas, concorrentes, mas se complementam e constituem a realidade dos problemas estudados, que são complexos e transdisciplinares. O princípio dialógico, presente nas aulas de Matemática da EPE, permite assumir e manter, ao mesmo tempo, noções contraditórias no estudo de uma problemática. Com isto, percebeu-se que, no trabalho investigativo dos alunos, o diálogo faz parte do processo e possibilita a apreensão e compreensão da realidade e dos diferentes modos de se encontrar as explicações para os problemas estudados.

Para Lucena, Saraiva e Almeida (2016), o princípio dialógico, ou seja, o diálogo, desenvolve a capacidade de reflexão e se fundamenta em uma maneira de pensar não dogmática, mas com uma interpretação da diversidade da realidade que permite a compreensão e a construção do conhecimento num processo “contínuo, infinito e crítico” (p. 181).

A dialógica trata da articulação de ideias antagônicas e não antagônicas, que podem ou não ser complementares na busca da religação de diferentes saberes. É possível, diante deste processo, fazer uma leitura das partes e das relações com o todo do conhecimento em busca da compreensão significativa da complexidade do mundo (...) A valorização das várias maneiras de pensar o mundo, a multiplicidade de interações, a interpretação dos processos contraditórios, a possibilidade de pensar a realidade de maneira diversificada que, embora antagônicas, são complementares, têm no diálogo o seu operador teórico fundamental. Assim, o diálogo não pode ser concluso, acabado, determinante e definitivo, pois ele representa o embate das múltiplas vozes que se manifestam e, do mesmo modo, as múltiplas consciências e mundos que se articulam (LUCENA; SARAIVA; ALMEIDA, 2016, p. 181).

Segundo Morin (2011, p. 74), “um processo recursivo é um processo em que os produtos e os efeitos são ao mesmo tempo causas e produtores do que produz”. Neste sentido, os problemas propostos nas atividades de Matemática da EPE geram, no pensamento dos alunos,

hipóteses, metáforas explicativas. Porém, essas metáforas – que determinam o pensamento abduutivo – geram uma relação muito intensa com o entorno, por meio de pesquisa, investigação, experimentação e vivências permanentes. A cada momento desse processo é possível que se inicie outro processo de interação com o entorno, se convertendo num ponto de partida para outra interação. Desta forma, essas relações com o entorno fazem que tanto o aluno quanto o próprio entorno se modifiquem num processo recursivo de interação.

Nas aulas de Matemática da EPE foi possível observar que esse processo recursivo tem grande importância nas atividades que envolvem invenção de regularidades, utilização de algoritmos para encontrar padrões, construção de fractais, etc. O processo recursivo presente no desenvolvimento do pensamento Matemático dos alunos da EPE fortalece a capacidade criativa e a capacidade dos alunos em fazer matemática.

No desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos da EPE, também está presente o princípio hologramático. Neste princípio não só a parte está no todo, mas o todo também está presente nas partes. Essa lógica, segundo Morin (2011), imobiliza o pensamento linear, pois vai “além do reducionismo, que só vê as partes, e do holismo, que só vê o todo” (p. 75). Assim, nas atividades de Matemática da EPE, os alunos desenvolvem metáforas, ou hipóteses iniciais para explicarem os problemas. Nessas metáforas apresentam características decorrentes da imaginação de cada um, as quais se constituem em partes que contém características do todo, que é o problema. O todo, representado pelo problema proposto está impregnado das metáforas de cada aluno, isto é, pelas concepções e entendimentos desses alunos. Então o todo contém as partes, que contém o todo. Esse sistema evolui para novas concepções num processo recursivo e dialógico permanente.

Pelo exposto até aqui, duas questões emergem sobre a Matemática na EPE que devem ser abordadas para a conclusão dessa seção: (i) qual a concepção sobre a natureza do conhecimento matemático da EPE? e (ii) o que significa conhecer Matemática na EPE?

Sobre a natureza do conhecimento matemático presente na proposta pedagógica da EPE, pode-se afirmar que ela apresenta características de uma compreensão com influências da filosofia Aristotélica, como estudado na seção 2.2 deste trabalho. Nesta perspectiva filosófica, a Matemática é um instrumento que é utilizado para interpretar e descrever o mundo, seus fenômenos e objetos. Segundo Machado (2013), a Matemática é fruto da criação humana e surge da interação do pesquisador com os problemas do mundo. Seu instrumental teórico e abstrato é utilizado pelos alunos da EPE nessa perspectiva, a de explicar fenômenos e construir hipóteses para a solução de problemas.

Porém, a Matemática na EPE também apresenta as características do quase-empiricismo de Lakatos. Quando se analisou essas características na seção 2.2, percebeu-se que, para Lakatos, o conhecimento matemático é construído a partir da interação social humana. Lakatos defendeu que o conhecimento matemático é falível e deve ser levado à público para sofrer críticas e refutações. Na EPE, o que é levado a público para discussão não é a Matemática propriamente dita, mas o conhecimento construído com a utilização do instrumental teórico da Matemática, sempre na medida da necessidade.

Em relação à segunda questão, percebe-se que conhecer Matemática na EPE significa construir significado para novas situações num processo de articulação de conhecimentos que permitam construir resultados para os problemas propostos. Significa que o aluno utiliza de diversos tipos de conhecimentos matemáticos, formais ou não, (como o intuitivo, de cálculo, conceitual, concreto, etc.) para abordar os problemas estudados. Portanto, de forma coerente com o que propõe Ciscar (1990), conhecer Matemática significa a possibilidade de estabelecer conexões entre as ferramentas teóricas da Matemática e os fenômenos e objetos nas quais elas se aplicam, dando mais ênfase no processo de utilização desses instrumentos do que no resultado final.

Na EPE, o conhecimento matemático não é estático, mas dinâmico. Os alunos constroem o seu significado a partir de sua bagagem cognitiva, sua vivência e sua história. Esse processo se desenvolve a partir de uma interação social intensa com o contexto escolar e a partir de situações-problema que são de interesse dos alunos. Então, fica evidente que, subjacente a todo este processo, existe um estudante que constrói conhecimento a partir da elaboração de significados e é protagonista de sua própria aprendizagem.

Concluindo, a Matemática na EPE é uma ferramenta, um instrumento útil para a resolução de problemas variados. O conhecimento matemático é construído de maneira livre e prazerosa, nos mais diversos ambientes da escola. Os alunos demonstram que gostam de trabalhar com essa ciência e fazem isso de maneira muito tranquila, sem as pressões que vemos nas outras escolas.

A próxima seção aborda as principais características do processo de inovação em Educação praticada na EPE.

7.2 A inovação na EPE

A EPE define e assume princípios inovadores muito próprios e fundamentais para o funcionamento da proposta pedagógica da escola. A escola parte da ideia de que inovação educativa não deveria ser algo surpreendente, mas comum nas escolas. Para a EPE, as

instituições educativas deveriam estar num processo contínuo de mudança, acompanhando as transformações da sociedade. A EPE busca permanentemente acompanhar as transformações do mundo e do contexto em que está inserida. A escola considera que conhecer as mudanças da sociedade e do mundo é fundamental para o desenvolvimento e a manutenção de um processo pedagógico inovador. A partir dessa perspectiva se desenvolve a proposta inovadora da EPE.

A perspectiva inovadora da EPE se inicia com um posicionamento acerca dos processos de aprendizagem. Na escola, o aluno aprende a aprender durante a convivência em grupo, com os colegas e seus professores. Os processos fundamentados na repetição e na memorização não fazem parte das abordagens pedagógicas da EPE. Para a EPE os alunos não são passivos, mas protagonistas de sua própria aprendizagem. Nesta proposta de aprender a aprender, os educadores da escola desenvolvem métodos de trabalho como aprender por prova e erro, aprender fazendo, aprender por descobrimento, etc.

Sobre os processos inovadores que ocorrem nas escolas, Macias (2008) afirma que inovar é fazer algo sempre de uma maneira diferente. Porém, a EPE defende uma ideia diferente e mais complexa.

Queremos que a escola caminhe com os olhos enxergando o futuro ou, pelo menos, o presente, com seus problemas e possibilidades, não como o que existe hoje que caminha com os olhos no passado, nas grandes contribuições dos cientistas e pensadores de séculos passados (...). Queremos uma escola comprometida com a transformação social, não com a ideia fixa de reproduzir a sociedade em que estamos vivendo. Queremos uma escola que mantenha e revitalize as relações coletivas convertendo o que fazer num sonho de todos, não como acontece nas aulas em que as aprendizagens e processos se individualizam. É conveniente saber que não só os indivíduos aprendem, mas também os coletivos e os grupos humanos. Queremos que nos fazeres escolares se aprendam formas de conviver harmonicamente mediante dinâmicas espontâneas de convivência e não como consequência do ensino. Neste sentido se aprende a democracia se, se vive em entornos democráticos e se aprende a ser solidário ou altruísta se, se vive em solidariedade ou no altruísmo (tradução nossa) (SEGURA, 2015, p. 03)

Para manter essa perspectiva, a escola adota posturas que estruturam o desenvolvimento das atividades e das relações com o conhecimento construído em aula. Essas posturas são, por um lado, o compromisso com o conhecimento pertinente, a permanente recuperação do valor do conhecimento, a diversidade de saberes, o respeito pela diversidade, rejeitando seguir um currículo rigidamente estruturado e, por outro, a ênfase no desenvolvimento do orgulho e da confiança, em vez de avaliar mensurando as aprendizagens. A rejeição ao currículo, conforme PEI-EPE (2010), implica em rejeitar a predeterminação dos conteúdos que os alunos devem aprender. Nas aulas, os alunos se articulam em torno de projetos que façam sentido para eles. Os conteúdos são utilizados na medida da necessidade do desenvolvimento do projeto contextualizado. Dessa maneira, as aulas na EPE se constituem em um sistema aberto a partir

de um projeto que tem um início planejado e aceito por todos, mas cujo desenvolvimento e conclusão não se pode prever.

Por uma parte, a partir de considerações teóricas, nós repensamos e rejeitamos tanto a arbitrariedade da homogeneização como a existência do currículo e das práticas de avaliação. Em segundo termo, ao invés de centrarmos os objetivos nos conteúdos buscamos que aquilo que é feito tenha sentido para quem faz (estudantes e professores) e, ao mesmo tempo, que existam elementos chave na convivência sobre a base do trabalho em coletivos e a busca de segurança e orgulho nos estudantes. Finalmente, elaboramos um modelo pedagógico em cujo centro estão as atividades (não os conteúdos), os múltiplos conhecimentos contextuais e as práticas de reconhecimento. E, tudo isto, imerso na convicção de que a escola tem como uma de suas metas contribuir mais para a transformação da sociedade do que para perpetuá-la (tradução nossa) (SEGURA, 2015, p. 11).

A segunda postura, o compromisso com o conhecimento pertinente, significa que a escola busca sempre ser comprometida com o conhecimento que é produzido no país. Por exemplo, o conhecimento sobre a economia, sobre as políticas públicas e sobre as relações nacionais e internacionais do país. Este compromisso se manifesta em diferentes níveis de abordagem, desde as relações estabelecidas com o entorno da escola, passando pelos municípios vizinhos, até as relações da Colômbia com o mundo. Isto significa que os estudantes da EPE se apropriam de conhecimentos que vão muito além dos disciplinares.

A EPE busca cotidianamente valorizar a construção do conhecimento. Isto significa que cada pessoa envolvida nas atividades escolares deve sentir satisfação em resolver um problema ou em participar de um projeto. Por isso, não se atribui notas numéricas às atividades, mas se valoriza o resultado individual e coletivo do trabalho. Não se trata de ser premiado ou punido pelo desempenho em uma atividade, mas de sentir prazer pelo conhecimento obtido no processo.

O compromisso com a diversidade de saberes demonstra que a EPE acredita que existem muitos outros saberes e conhecimentos que são igualmente importantes, não somente o conhecimento científico. As aulas da EPE são permeadas por especialistas não acadêmicos, como familiares dos alunos, indígenas, camponeses e artesãos que enriquecem as atividades com saberes tradicionais, ou como se diz na EPE, saberes ancestrais. Essa valorização da diversidade de saberes é a porta de entrada para a real contextualização nas atividades dos alunos e para o desenvolvimento constante das relações da escola com o seu entorno.

O respeito pela diversidade é a afirmação da proposta da escola em desenvolver nos alunos a capacidade de pensar de maneira diferente, inclusive sobre aspectos como a felicidade e a realização individual. Na EPE, não existe um modelo de pensamento para ser feliz. Não é necessário que todos cumpram os mesmos requisitos para obter sucesso na escola. Na EPE

convivem harmoniosamente todas as diferenças e cada um se desenvolve no seu próprio tempo, de acordo com sua capacidade.

A rejeição pela mensuração das aprendizagens dos alunos por meio de avaliações regulares requer mecanismos de reconhecimento e estímulo ao resultado das tarefas realizadas. Desta forma, todos são incentivados a se envolverem nos projetos e, mesmo que uma conquista seja individual, todos se sentem orgulhosos pelo resultado. Esse processo de valorização ocorre principalmente na divulgação dos resultados em eventos internos e externos a escola e em publicações que demonstram as atividades construídas pelos alunos.

Tudo isso se relaciona com a construção do orgulho e da confiança dos alunos em construir conhecimento. Para isso, os professores assumem uma postura de identificar, valorizar, destacar, e reconhecer as conquistas dos estudantes, as dificuldades por eles enfrentadas no processo e o desenvolvimento da sua imaginação e criatividade. Esta postura ajuda a desenvolver um sujeito confiante em si próprio e no grupo a que pertence, formando um cidadão capaz de enfrentar os desafios da vida em sociedade.

Com estas posturas bem definidas, é possível afirmar que o ambiente educativo da EPE se torna naturalmente um ambiente inovador. Durante as observações realizadas, foi possível compreender que a comunidade escolar é consciente das diferenças entre a EPE e outros ambientes escolares colombianos. Neste sentido, um professor recém-chegado ao quadro de colaboradores da escola percebe que está imerso num ambiente onde o seu aprendizado é constante. Todos na EPE consideram que os ambientes da escola são lugares de construção da aprendizagem e que todas as pessoas que convivem nesses ambientes estão em constante formação. Isto inclui os visitantes, os familiares de alunos, os motoristas das vans que transportam alunos, a equipe administrativa da escola, enfim, todos interagem e aprendem num ambiente rico em possibilidades de interação e construção de conhecimento.

O ambiente educativo que todos vivenciam na EPE é considerado pela escola, segundo Segura (2015), como o aspecto mais importante para que a inovação possa ocorrer. No ambiente escolar da EPE são fundamentais as interações, as diferentes formas de trabalhar, o compartilhamento dos espaços físicos, o esporte, etc.

Foi possível observar que nas atividades diárias, não existem pontos de partida muito definidos ou muito detalhados. O que existe são questões de ordem geral que podem despertar a curiosidade dos alunos. Mas essas questões não são fixas no dia a dia das atividades. As propostas desencadeiam uma rede de conversações que tem como consequência o desenvolvimento de iniciativas, novas propostas, comentários, aproximações e hipóteses que enriquecem o trabalho, uma vez que essa dinâmica agrega sentido à atividade que se realiza.

Esses diálogos não são conduzidos por alguém, ou pelo professor, mas todos exploram conjuntamente as possibilidades e fazem contribuições ao tema em questão.

Esse processo de diálogo, que está no cerne da inovação feita na EPE, possui uma espécie de lógica própria. Frequentemente os professores ficam surpresos com os rumos que tomam as discussões e o desenvolvimento das atividades. Pode-se afirmar, com muita certeza, que toda atividade ou projeto desenvolvido nas aulas tem um forte caráter dinâmico e complexo. É neste aspecto que reside a manutenção de um processo educativo inovador. Na multiplicidade e diversidade de concepções, crenças, histórias pessoais, emoções e pensamentos que participam do diálogo que conduz uma atividade ou projeto de pesquisa.

A inovação em Educação praticada na EPE confirma o que defendem os autores e teóricos estudados⁹ nesta pesquisa, ou seja, a inovação utiliza a novidade no sentido de maneiras novas de se fazer ou utilizar algo. Ela é um processo que busca melhorias constantes e é pensado e construído por todos os sujeitos envolvidos. A inovação na EPE tem um caráter fundamentalmente coletivo de construção do conhecimento escolar e, para isso, requer contextos que estimulem a aprendizagem. Dessa relação resulta, fundamentalmente, a produção de conhecimento, não o conhecimento científico produzido pelos cientistas, mas o conhecimento escolar, entendido, segundo García (1998, p. 97) “como o conhecimento proposto e elaborado na escola” que surge como um conhecimento diferente do conhecimento científico, cotidiano, entre outros, e que apresenta características próprias do ambiente escolar.

Por fim, entende-se, a partir da vivência no ambiente escolar da EPE, que inovação educativa é um processo que propõe a construção de conhecimentos interligados, conectados, que coexistem na realidade dos sujeitos envolvidos no processo educativo e que constituem o todo que compõe essa mesma realidade.

A próxima seção aborda o processo de inovação em Educação Matemática desenvolvido na EPE e sua manutenção.

7.3 O processo de inovação em Educação Matemática na EPE e sua manutenção

Como visto anteriormente, as atividades matemáticas desenvolvidas em diferentes graus de complexidade na EPE, não estão relacionadas tanto com as técnicas e fórmulas matemáticas, mas sim com o desenvolvimento do raciocínio lógico, a capacidade de resolução de problemas, a comunicação e a criatividade. As propostas pedagógicas desenvolvidas na EPE têm um

⁹ Ver capítulo 3.

sentido de totalidade, ou seja, a partir do contexto são trabalhados os aspectos matemáticos que estão relacionados com a totalidade do problema abordado, isto implica uma ação educativa baseada em uma perspectiva complexa.

A abordagem desenvolvida pela EPE nos remete a compreender que a aprendizagem de conceitos matemáticos é o resultado da interação entre os estudantes, entre os estudantes e seus professores e entre eles e a realidade onde estão inseridos. A essa realidade a EPE denomina de entorno¹⁰. Essa interação, desenvolve o pensamento lógico matemático e, nesse processo, se obtém uma aprendizagem integral.

De acordo com a fala dos professores entrevistados e, também, segundo nossa percepção nos ambientes da escola, o aspecto mais importante é o processo de aprendizagem e o desenvolvimento do pensamento. Essas características permitem que o aluno tenha uma melhor compreensão do mundo e entenda a função da Matemática na sua realidade. Para isso, os alunos vivem um processo formativo que diferencia claramente a transmissão de informações da construção de conhecimento, valorizando o processo mais que o resultado, trabalhando no coletivo, valorizando o erro e ganhando segurança e confiança.

As propostas de trabalho com Matemática na EPE emergem, não necessariamente de um planejamento didático, mas da sensibilidade dos professores em perceber as características e os interesses dos seus alunos. Desta maneira, os professores utilizam um conjunto de circunstâncias e ambientes que favorecem a curiosidade e o interesse de seus alunos pela Matemática. São exemplos disso o uso da arte, dos jogos de estratégia, de objetos ou equipamentos, de fatos históricos, problemas sociais ou mesmo fenômenos e problemas observados no cotidiano dos alunos.

A EPE pesquisa alternativas inovadoras para o ensino de Matemática desde a sua fundação. Com isto, conforme o PEI-EPE (2010), a EPE desenvolveu a perspectiva pedagógica já mencionada, denominada de “*hacer matemáticas*”. Essa perspectiva busca cotidianamente atingir os seguintes objetivos: (i) desenvolver nos alunos diferentes formas de pensamento matemático, como por exemplo o aditivo, o multiplicativo, o probabilístico e o proporcional; (ii) utilizar a capacidade de invenção dos alunos para buscar padrões e modelos matemáticos nos problemas estudados; e (iii) construir ambientes de trabalho que estimulem no estudante o gosto pela Matemática.

¹⁰ A palavra “entorno” é utilizada na EPE em referência ao contexto onde o sujeito está inserido. Na escola representa todo o ambiente educativo.

Conforme Segura e Malagón (2007), a proposta inovadora desenvolvida no ensino de Matemática na EPE propõe o trabalho com problemas que interessam aos alunos, que trabalham em grupo na busca coletiva de soluções com conseqüente aprendizagem. Com isto, foi possível observar que o processo de trabalho com a Matemática na EPE tem também uma forte característica dialógica, pois na EPE se entende que a troca de experiências entre todos os sujeitos envolvidos se constitui em uma fonte de conhecimento.

Esse processo dialógico ocorre em qualquer ambiente da escola. Uma aula de Matemática pode ocorrer no bosque, no restaurante, no pátio, à beira do riacho, embaixo de uma árvore, ou onde o grupo se sinta melhor. Nestas experiências, para sustentar uma afirmação, os alunos argumentam, fazem testes experimentais, realizam experimentos mentais e apresentam raciocínios lógicos. Esse aspecto do trabalho desenvolve o pensamento científico nos alunos e é considerado muito importante pela escola para o processo de aprendizagem.

Foi possível compreender que, para inovar diariamente no ensino de Matemática, os professores não seguem um caminho pré-determinado. O que existem são princípios norteadores da relação entre os professores, os alunos e o conhecimento. Esses princípios se fundamentam no diálogo, na valorização do interesse dos alunos, no trabalho em equipe e na pesquisa como principal maneira para a construção do conhecimento matemático.

Neste contexto, percebeu-se que o professor não simplesmente ensina conteúdo matemático. Foi possível compreender que a Matemática é utilizada na EPE como uma ferramenta útil para a compreensão e solução de problemas. Esses problemas podem surgir de uma pergunta, do aluno ou do professor, ou por meio de uma proposta desafiadora que desperte o interesse do grupo. E esses problemas podem ser de qualquer natureza, inclusive matemática. A pesquisa e a experimentação representam os caminhos seguidos pelos alunos para a construção de uma proposta coletiva de solução dos problemas estudados.

Dessa forma, ficou claro que a continuidade do processo inovador no ensino de Matemática está intimamente ligada à diversidade de concepções e de propostas construídas coletivamente. Na EPE, todos podem propor projetos, pesquisas, experiências, etc. A investigação de problemas nas aulas de Matemática é o eixo condutor de todas as atividades e de todas as posturas envolvidas. Em função disto, cada integrante de um grupo de trabalho tem uma percepção muito particular do problema proposto. Logo, cada sujeito propõe maneiras diferenciadas de investigar uma solução criando com isto, caminhos diferentes a serem seguidos.

Assim, constatou-se que o planejamento de uma atividade com Matemática é apenas o marco inicial do processo. Em função da diversidade de pessoas e das possibilidades do entorno,

torna-se impossível seguir o mesmo caminho para o trabalho com determinado tipo de problema. A percepção da realidade e a compreensão do mundo são diferentes em cada pessoa. O processo de aprendizagem em Matemática na EPE se mantém inovador em função da complexidade do ambiente e da transdisciplinaridade da abordagem dos problemas.

Com isto, foi possível concluir que a construção inovadora permanente de conhecimentos matemáticos na EPE é um processo complexo e transdisciplinar permeado por sentimentos, emoções, história, saberes ancestrais, conhecimento científico, contexto, diálogo, vida. Tudo isso misturado num ambiente fértil em possibilidades pedagógicas. São essas características que definem o processo educativo inovador em Educação Matemática na EPE como um processo permanente e muito próprio da escola. É um processo dinâmico, complexo e conduzido por todas as pessoas envolvidas, não somente pelos professores.

Até esse momento do trabalho apresentamos argumentos que se originaram do processo de análise e interpretação do fenômeno pesquisado seguindo os princípios do Método do Caminho de Morin, Ciurana e Motta (2003). O próximo capítulo apresenta a análise das entrevistas com os professores de Matemática que, muito gentilmente se dispuseram a participar dessa pesquisa. O processo de análise, neste caso, foi fundamentado na perspectiva da Análise Textual Discursiva, segundo Moraes e Galiazzi (2011).

8 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES

Durante as minhas observações nas aulas de Matemática dos professores da EPE tive a oportunidade de realizar entrevistas de dois tipos, uma livre e outra e semiestruturada, com cada um dos professores de Matemática. Nessas entrevistas os professores falaram sobre as suas percepções do seu trabalho na EPE. As entrevistas tiveram a intenção de perceber a compreensão dos professores de Matemática a respeito do tema desta pesquisa. O material resultante desse processo está transcrito nos Apêndices.

Ao iniciar a entrevista, pedi para os entrevistados responderem de maneira mais livre possível. Para cada questão perguntada transcrevi a resposta dos três professores para ficar evidente as possíveis diferenças e pontos de convergência de suas falas. Essas entrevistas foram transcritas e se encontram no Apêndice 8. Muito gentilmente todos responderam. Para a entrevista semiestruturada, as questões foram as mesmas elaboradas como as questões específicas de pesquisa deste trabalho, apresentadas na seção 1.2.

O processo de análise dessas entrevistas foi fundamentado na perspectiva do método da Análise Textual Discursiva de Moraes e Galiazzi (2011). Desse processo emergiram três categorias gerais que abrangem todo o processo. A primeira categoria aborda o método de trabalho desenvolvido pelos professores de Matemática da EPE. A segunda categoria trata do desenvolvimento do pensamento e a construção do conhecimento e a terceira categoria aborda a inovação permanente e a formação do professor inovador.

É importante ressaltar que, das falas dos professores emergem concepções construídas até o momento da realização dessas entrevistas. Isto significa que suas falas representaram o momento vivido por esses profissionais e, certamente, pode mudar com o passar do tempo. Esse fato se justifica porque a EPE está em constante mudança, e seus profissionais também. Isso representa uma característica fundamental do processo de inovação permanente da escola. Dessa maneira, essa pesquisa reflete um recorte temporal de um universo complexo e transdisciplinar que é a EPE.

As citações diretas referentes às falas dos professores estão apresentadas em itálico ao longo do texto.

8.1 Categoria 1 – Métodos de trabalho

Da análise das entrevistas emerge a primeira categoria, que foi nomeada de Métodos de Trabalho. A análise revelou que os professores de Matemática utilizam métodos de trabalho próprios, ou seja, são livres para atuarem, porém, seus métodos possuem similaridades em suas

concepções. Ao realizarem um planejamento para as atividades com os alunos, os professores consideram alguns pontos muito importantes.

Primeiramente, foi possível compreender que o processo de planejamento é permeado por um conflito, ou seja, nas palavras do professor German, o conflito reside em “*primeiro, o que um professor supõe que deveria saber um estudante, segundo o que o estudante quer aprender em um determinado momento e terceiro, o que vai acontecendo*”. Neste sentido, ficou evidente que não existem fórmulas ou modelos de aula definidos previamente. O que existe são rotas, caminhos incertos que se descortinam na medida em que são percorridos.

Para García (2000, p. 48), essa é uma “atitude aberta, relativizadora e antirreducionista, que permite a existência de incertezas” que contribuem para a superação do dogmatismo presente nos modelos de aulas transmissivas. De outra maneira, Morin, Ciurana e Motta (2003) afirmam que esse conflito entre as certezas e as incertezas, como os presentes no processo pedagógico das aulas de Matemática da EPE, são geradoras de uma tensão cognitiva que contribui para a construção de conhecimento num ambiente complexo.

Outro aspecto considerado importante pelos professores e que evidenciou que a aula de Matemática na EPE se constitui em um processo aberto e flexível é o fato de que, antes de planejar uma atividade é necessário que o professor conheça seus alunos e seus gostos. A partir disso, o professor pode executar um planejamento e modifica-lo de acordo com o andamento dos acontecimentos. Além disso, pode adaptar o processo pedagógico às necessidades de seus alunos num determinado momento.

Quando eu estou começando a trabalhar primeiro procuro pensar quem são eles. Quem são as crianças, do que gostam, o que querem. E então começo a observar o que querem e o que tenho que trabalhar ao redor deles, o que tenho que potencializar, que dificuldades percebo neles e então começo a observar e pensar. Então, é primeiro pensar neles. Para poder planejar tenho que pensar neles. E ao executar o planejado vou me permitindo mudar de acordo com o que vai acontecendo (PAOLA, 2017, Apêndice 8).

Foi possível compreender, a partir das observações realizadas nas aulas de Matemática e da análise das entrevistas, que o trabalho pedagógico com Matemática se desenvolve a partir de perguntas, que podem ser realizadas pelos alunos ou pelos professores. E é a partir dessas perguntas, que as atividades surgem naturalmente. O professor German afirma que as atividades “*surgem de maneira espontânea. E essa espontaneidade é que permite, digamos, que não haja uma rigidez para fazer as atividades num tempo e num espaço determinado. As atividades se vão conduzindo a si mesmas.*” Neste sentido, a professora Paola, ao confirmar que uma atividade se inicia por uma pergunta, enfatiza que “*a ATA se inicia por uma pergunta, mas nunca se sabe aonde isso vai dar. As perguntas se sucedem e vão conduzindo a atividade*”. E

a professora Diana contribui afirmando que *“se vai construindo tudo a partir dos diálogos, de que pergunta fazem as crianças”*.

Nesse processo, ficou evidente que os questionamentos e os problemas propostos pelos alunos iniciam o processo de construção do conhecimento. Segundo Gonzalez e Haselager (2002), questionamentos geram hipóteses, ou metáforas, que tentam explicar os fenômenos e, conseqüentemente, a autonomia e a criatividade são estimuladas nos alunos contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio lógico. O professor German afirma *“que os problemas que eles (os alunos) propõem são bem-vindos porque partem deles e o mais importante é que parta deles, e não que parta de mim”*. Para os professores, este processo é gerador de autonomia nos alunos e, ainda segundo German, *“É a partir da autonomia que se podem fazer coisas. Se não há autonomia, se não há curiosidade, não há nada”*.

Outro entendimento possível, a partir da análise das entrevistas dos professores, é que o método de trabalho utilizado nas aulas de Matemática da EPE apresenta uma concepção construtivista de ensino. A professora Diana entende que a proposta metodológica dos professores não representa algo totalmente novo, mas segundo ela, no ambiente de aula da EPE é possível utilizar os recursos disponíveis como uma novidade. Ela afirma que *“então sempre vai ser construtivo. Aqui eu posso refletir e perceber que hoje os estudantes não aprenderam e tenho que mudar, tenho que modelar, tenho que fazer uma pergunta diferente para retomar”*. Segundo Harres *et al* (2018, p. 11), esta perspectiva construtivista de “aprendizagem é entendida como capacidade de construir uma representação pessoal sobre o objeto a ser conhecido”.

O trabalho em grupos de alunos é uma característica importante do método de trabalho com Matemática. Nos grupos, os alunos estabelecem um processo dialógico que permite a coexistência de ideias antagônicas num mesmo espaço. Para Gonzalez e Haselager (2002) essas ideias se complementam e contribuem para a construção das soluções dos problemas investigados. A professora Diana reforça essa ideia afirmando que *“os alunos trabalham de maneira muito dinâmica e em grupos. Se não conseguem resolver no seu grupo eles vão até outro para discutir uma maneira de resolver. Essa parte é muito produtiva”*.

A abordagem do estudo da Matemática é realizada por meio de projetos que podem ser pequenos projetos investigativos originados nas perguntas que os alunos fazem em sala de aula ou podem ser projetos maiores realizados por alunos e professores de toda a escola, como na Economia Azul. Esses projetos são realizados essencialmente por meio de pesquisa e experimentação. Esses dois aspectos permeiam todo o trabalho pedagógico da escola. Dentro desses projetos, a Matemática está diretamente relacionada com os fenômenos investigados no

sentido de que ela se torna uma ferramenta utilizada na compreensão e explicação desses fenômenos.

Os projetos que se fazem aqui buscam que os alunos encontrem seu rumo, sua paixão, sua forma de pensar, porém temos que conectar as matérias e isto é um objetivo grande na escola. Ou seja, não só como eu penso o conhecimento, o estudante, mas como penso todos os fatores que afetam o conhecimento em geral. Neste processo eu estou como que num exercício em todas as turmas que atuo. Aqui os alunos gostam da Matemática porque ela está ligada ao seu entorno e a sua vida (DIANA, 2017, Apêndice 5).

Com isto, foi possível compreender que a pesquisa se constitui no principal método de trabalho com a Matemática. Esse processo tem início quando existe interesse por parte dos alunos em resolver algum problema. Esse problema pode ter sido proposto pelo professor e, inclusive, não ter solução. Nesta perspectiva de trabalho encontrar uma solução adequada para um problema não é importante, mas aprender durante o processo desenvolvido pela turma é mais importante.

Então, o professor encontra um problema que lhe parece interessante e queira resolver com seus estudantes. Muitas vezes esse problema nem sequer o professor o resolve. Então, aqui, o importante é a investigação desse problema para ver o que pode encontrar. Não necessariamente tem que haver uma resposta fixa. Não necessariamente tem que haver um processo fixo. Mas, a ideia é ver como, entre todos, se pode resolver o problema como se fosse um grupo de investigação. Um grupo de investigação a nível escolar (GERMAN, 2017, Apêndice 8).

Uma característica muito forte, presente no método inovador de trabalho da EPE, é que cada professor iniciante, ao tentar se adaptar ao novo ambiente de trabalho que é permeado pela pesquisa, se torna um professor pesquisador. Como diz o professor German “e aqui (na EPE) o que viemos a aprender é a investigar”. E ele mesmo responde sobre que tipo de pesquisa o professor aprende a realizar na escola: “Investigar como? Investigar como pensam os alunos, investigar que soluções encontraram nesse problema, investigar como as crianças interagem para poder construir um conhecimento”.

Segundo o professor German, ao assumir a postura de pesquisador, o professor compreende o método de trabalho inovador desenvolvido pela escola. O importante da postura de pesquisador de um professor de Matemática da EPE é compreender como os alunos desenvolvem o pensamento lógico.

Aqui nos envolvemos dentro da Matemática escolar através dos processos de pensamento com os alunos. E pode ser que saibamos muita Matemática formal, sim? Porém, queremos saber como os alunos desenvolvem o pensamento. Essa é a chave (GERMAN, 2017, Apêndice 8).

Assim, na EPE, os alunos realizam pesquisa para resolver problemas de seu interesse e a Matemática é utilizada como um instrumento útil para a compreensão dos fenômenos associados a esse problema. Por outro lado, os professores realizam outro tipo de pesquisa, ou

seja, procuram investigar os processos de aprendizagem e de desenvolvimento do pensamento dos alunos. Nesta perspectiva, existe aprendizagem em todos os níveis.

Quanto aos aspectos avaliativos do método de trabalho assumido pelos professores, foi possível observar que existem convergências. A professora Paola afirma que o método para avaliação consiste na observação das potencialidades e no processo de desenvolvimento dos alunos. Neste processo, o aluno é observado de maneira integral, ou seja, a observação não consiste em apenas uma disciplina, mas todos os professores contribuem para a construção de um parecer sobre seus alunos. Para a professora Paola, “a avaliação é mais isso, observar o processo” e, para o professor German, “é uma construção de todos os professores de um só indivíduo”, o aluno.

Se considera que o ser humano é algo muito mais complexo que uma só área. Então se faz a leitura do indivíduo a partir de tudo que ele faz e do que fazem todos os professores, que cada professor pode descrever. Então, isto é uma avaliação descritiva, não numérica. O número é muito frio (GERMAN, 2017, Apêndice 8).

Para Suanno (2009, p. 8341), cuidar das potencialidades dos alunos, considerando suas atitudes, possibilidades e desenvolvimento integral, ou seja, “empregar a heteroavaliação com a intervenção de todos aqueles que participam do processo educativo” se constitui numa postura pedagógica transdisciplinar dos professores.

Em resumo, no trabalho pedagógico com a Matemática, segundo os professores entrevistados, é muito forte o método das aulas investigativas. Nessa perspectiva, o professor oferece problemas que possam despertar o interesse de seus alunos, mas os alunos também apresentam muitas questões que desejam estudar. Todos realizam pesquisa, inclusive o professor, ou seja, o professor se posiciona no grupo como alguém que tem um pouco mais de experiência em pesquisa escolar, mas é um integrante do grupo que também deseja aprender. No trabalho com a Matemática não é importante que todos encontrem uma resposta única para um determinado problema, ou seja, é mais importante o processo de investigação e de construção coletiva do que as respostas corretas. Segundo o professor German, se aprende mais durante a investigação do que com o resultado dela.

Então, na EPE, o trabalho é planejado em função do interesse dos alunos e o professor oferece atividades e problemas que possam despertar esse interesse. Esse aspecto apresenta uma forte relação com o processo de construção do conhecimento defendido por Morin (2011). O conhecimento é complexo e sua construção depende do interesse dos sujeitos envolvidos no processo, ou seja, o caminho é definido ao caminhar. As atividades têm início, mas não se pode prever onde elas acabam.

8.2 Categoria 2 – Desenvolvimento do pensamento e a construção do conhecimento

Esta categoria relaciona as convergências das falas dos entrevistados sobre o processo de desenvolvimento do pensamento no aluno e a construção do conhecimento feita por ele. As falas convergem no sentido de que os professores consideram dois aspectos muito importantes. O primeiro aspecto do processo de construção do conhecimento é a utilização de ferramentas para a compreensão de fenômenos da realidade. Na fala de German fica muito evidente a sua concepção de Matemática como ferramenta para a compreensão de ideias.

O propósito é que eu lhes proponha as ideias, ou seja, no caso da trigonometria, curso que eles estão agora, e a ideia é observar um pouco que relação existe entre o triângulo e as formas abstratas da Matemática formal. Então, qual é minha tarefa, digamos? Buscar atividades que tenham a ver com triângulos, em atividades concretas da vida real. Como a Matemática está relacionada com a vida real a partir desses triângulos, a partir dessas formas e observar como esses elementos formais nos podem ajudar. Eles não têm que aprender memorizando, mas sim, como podem nos ajudar essas formas, digamos, formais, para poder compreender essas formas concretas. Essa é a ideia, não é a fórmula, tampouco (GERMAN, 2017, Apêndice 7).

O segundo aspecto é o desenvolvimento do pensamento no aluno. Para isso foi possível compreender que, para os professores é mais importante construir um pensamento do que memorizar conteúdo matemático. A interação dialógica entre os alunos e entre eles e o contexto em que estão inseridos é considerado pelos professores como fator fundamental para o desenvolvimento do pensamento, principalmente pelos desafios encontrados pelos alunos neste contexto. Os problemas enfrentados pelos alunos no processo de pesquisa aperfeiçoam a sua capacidade de argumentação que, conseqüentemente, colaboram para o desenvolvimento de sua criatividade. Conforme afirma German, “*aí se trata de que os alunos argumentem, de que eles construam um discurso a partir do que estão tratando de fazer*”.

No processo investigativo das aulas de Matemática, ficou evidente na fala dos professores que eles valorizam o erro, ou seja, o processo de tentativa e erro para se chegar a uma compreensão do problema e de suas possíveis soluções. German afirma que o erro é fundamental para que o conhecimento seja construído, pois é um processo histórico presente nas grandes descobertas científicas da humanidade, logo deve estar presente no processo de construção do conhecimento escolar.

Desenvolver o pensamento é desenvolver a atitude. Não queremos que os alunos sejam matemáticos, queremos que pensem. Que pensem em Matemáticas, em literatura, em ciências naturais, que desenvolvam um pensamento como tal. E como se desenvolve o pensamento? Cometendo erros. O erro é um elemento importante que aponta o caminho. Exemplo: como se desenvolveu a ciência ou o conhecimento da humanidade? Cometendo erros. Ou como o ser humano descobriu o fogo? Não sei como, porém, teve que haver um caminho onde ele teve que fazer provas, ensaio, erro, ensaio, erro, e descobriu o fogo. Dominou o seu entorno, ou de outra forma, desenvolveu seu pensamento. Aqui não se diz: você tem que fazer primeiro isso, depois aquilo, etc... (GERMAN, 2017, Apêndice 7).

Ficou claro que essa valorização do erro no processo pedagógico confirma a concepção construtivista dos professores no processo de ensino e aprendizagem de Matemática na EPE. Para Fiorentini (1995, p. 21), o erro que o aluno comete no trabalho, na concepção construtivista é compreendido “como uma manifestação positiva de grande valor pedagógico”. Para os entrevistados, o erro é uma oportunidade de diálogo, experimentação e retomada do processo de investigação. Quando o aluno percebe o erro, ele busca o diálogo para compreender o que ocorreu para, logo após, retomar o processo de gerar hipóteses e metáforas para continuar a procura por uma solução para o problema investigado. Dessa maneira, os alunos se tornam os protagonistas da sua própria aprendizagem. Ao professor cabe a função de orientador sobre o caminho a ser seguido.

Assim, ficou evidente que o desenvolvimento do pensamento na EPE significa tornar mais complexo o processo de pensar dos alunos. Ou seja, a construção individual de conhecimento é fruto da complexificação do pensamento dos alunos. Segundo Ribeiro (2011, p. 44), a complexificação do pensamento “amplia o saber e nos conduz a um maior entendimento sobre os nossos problemas essenciais, contextualizando-os, interligando-os, contribuindo na nossa capacidade de enfrentar a incerteza”.

Os professores entendem que, diante dos problemas estudados, o mais importante não é se chegar a uma solução correta, mas desenvolver atitudes de pensamento para que os alunos sejam pessoas críticas e conscientes diante dos problemas da vida.

Como resolvemos um problema dentro do âmbito da Matemática? E fazê-los entender que o importante não é tanto chegar à solução, mas construir atitudes. Saber que as crianças são capazes de entender o problema por si mesmos. Que são capazes de escutar ao outro, isto também faz parte da vida. Que sejam capazes de falar com o outro, isto faz parte da vida. Que sejam capazes de compreender o que está bem e o que está mal, isto faz parte da vida. Então veja, não é tanto o conceito formal Matemático, mas a atitude de que nós estamos interessados que as crianças sejam capazes de serem críticos diante da vida, críticos da sociedade, críticos do que está ao seu redor como com as matemáticas, com a literatura, com cada um dos campos de conhecimento que temos aqui na escola (GERMAN, 2017, Apêndice 8).

Quanto à natureza do conhecimento matemático e sobre o que significa conhecer matemática, os professores apresentaram ideias bem definidas. Os professores apresentam a concepção de que uma Matemática, enquanto um corpo estático de conhecimento com axiomas, teoremas, fórmulas e cálculos, é uma ferramenta que deve ser estudada e utilizada na medida da sua necessidade. O seu objetivo maior é propor ideias aos alunos em problemas contextualizados, com a Matemática se relacionando com a vida real. Por outro lado, subjacente ao seu discurso, aparece também a concepção sobre o que significa conhecer matemática. Nessa concepção, conhecer matemática é atribuir significado aos problemas articulando ideias na busca de soluções estabelecendo conexões entre os diferentes tipos de conhecimentos.

Então, observou-se que as atividades nas aulas de Matemática são planejadas e desenvolvidas em função do interesse dos alunos. Na EPE não existe sequência, nem conteúdos matemáticos preestabelecidos, não importando o nível de formulação dos conceitos matemáticos atingido pelos alunos. O que importa é o desenvolvimento do raciocínio e do pensamento lógico.

As perguntas iniciam e conduzem o processo de construção do conhecimento e o trabalho é realizado em grupos. A socialização dos resultados é permeada por um diálogo reconstrutivo de onde podem emergir novas questões a serem pesquisadas. Não só a Matemática, mas diversos conhecimentos permeiam todo o processo, desde a pergunta inicial até o desenvolvimento das pesquisas.

8.3 Categoria 3 – Inovação permanente e a formação do professor inovador

A formação de professores na EPE é permanente e realizada em diversos espaços proporcionados pela escola. Foi possível observar que cada professor é responsável pela sua formação nesses ambientes. A professora Diana afirma que *“aqui na EPE estamos em constante formação, nós nunca vamos acabar de aprender”*.

Uma característica importante que foi possível compreender a partir das falas dos professores é que a formação, além de ser permanente, nunca é prévia. Ou seja, não existe uma formação que prevê acontecimentos, mas a formação tem a intenção de modificar as concepções dos professores que ainda apresentam dificuldades de adaptação aos métodos de trabalho da EPE, além de construir propostas inovadoras para a coletividade.

Este processo me ajuda muito a aprender a metodologia da escola e a me desligar das concepções que trago da minha formação universitária. Aos poucos vou me desligando e vendo que aqui é construtivo, ou seja, aqui eu não tenho meu plano de ensino para o ano, aqui isto não é possível. Aqui tens que viver para poder ser. (...). Aprendi que se houvesse formação prévia, capacitação prévia, não haveria EPE. Se houvesse currículo, não haveria EPE. Não se pode capacitar um professor se aqui tudo se vive, se constrói. Aqui aprendi um lema: viver a EPE para ser EPE. Aqui os processos mudam (DIANA, 2017, Apêndice 5).

Para Harres *et al* (2018, p. 09), *“a reflexão e a análise do professor sobre a própria prática é condicionante para possíveis mudanças”*. Esses autores ressaltam que a reflexão coletiva dos professores apresenta o potencial de modificar concepções e práticas. Neste processo, os professores da EPE constroem novas possibilidades de trabalho e isto contribui decisivamente para a manutenção de um processo inovador.

Para todos os professores entrevistados é fundamental a disposição para aprender constantemente. Isto significa que o diálogo com os colegas, com os alunos e com a produção acadêmica da área é muito importante para a formação permanente de professores e para a

manutenção da inovação. Um professor que não se abre para os diferentes tipos de diálogo, segundo a professora Paola, não consegue inovar.

Para a professora Paola, o professor que trabalha em um ambiente inovador deve procurar diferentes caminhos metodológicos, mesmo que o caminho escolhido em determinada ocasião seja bom, sempre deve mudar. Segundo ela, o professor não deve repetir os métodos de trabalho, mas sempre buscar novas abordagens para que os alunos construam conhecimentos matemáticos que sejam úteis para a sua compreensão da realidade em que vivem. Essa busca constante por novos métodos faz parte do processo de formação permanente dos professores.

A inovação, creio eu, tem que ver com que os meninos entendam melhor e aproveitem melhor o pensamento Matemático. Eu acho que alguém vai inovar a partir da sua vivência na EPE porque a EPE tem muitas coisas que dizem os estudos, de uma nova onda. (...). Eu acredito que a EPE tem um conhecimento reconstrutivo, reconstruir a partir de atividades os conceitos matemáticos e, a partir dos projetos, que são os que levam à tona conhecimentos matemáticos que lhes vão ajudar a entender a sua realidade (PAOLA, 2017, Apêndice 8).

Neste contexto, ficou evidente que as práticas dos docentes são de natureza diferenciada e individual. Porém, no processo de formação permanente, os professores buscam a reflexão coletiva a respeito de suas práticas. Como consequência desse fato, os educadores promovem constantemente mudanças nos seus métodos de trabalho. Percebeu-se, então, que a formação permanente de professores é fator determinante para a manutenção do processo de inovação na EPE.

Para que este processo funcione, os professores entendem que é importante que os alunos se envolvam em todas as atividades. Isto incentiva a autonomia e o potencial criativo dos alunos. A pesquisa de Harres *et al* (2018) também constatou essa característica no processo inovador da EPE.

Como princípio mais estruturante dessa prática, destaca-se o entendimento do grupo de professores sobre a importância dos alunos estarem envolvidos com as atividades de aprendizagem. Segundo os entrevistados, a forma de conduzir as situações de ensino busca promover a autonomia do estudante, desafiando-o a criar e inovar. Consideram, ainda, que a percepção sobre seu próprio crescimento e a responsabilidade e o compromisso de socializar com os colegas suas conclusões são essenciais para a formação integral do aluno (HARRES, *et al*, 2018, p. 12).

Essencialmente, a partir das respostas dos professores entrevistados percebe-se que a inovação permanente ocorre em função: (i) da diversidade de compreensão dos sujeitos quando se deparam com determinados problemas, (ii) do ambiente da escola que é rico em possibilidades e, (iii) da postura investigativa das aulas. Diante dessas características, se torna difícil realizar as atividades sempre da mesma maneira, pode-se propor os mesmos problemas aos alunos, mas eles seguirão sempre diferentes caminhos para compreender e resolver estes problemas.

Porém, percebe-se que a pesquisa se constitui num aspecto muito importante para a formação permanente de professores e para a manutenção da inovação no ambiente pedagógico da EPE. Os professores, de maneira geral, estão sempre interessados em entender como ocorrem os processos de desenvolvimento do pensamento nos alunos e como eles interagem para construir conhecimento. A partir dessa postura investigativa dos professores é que se desenvolve a motivação para a pesquisa nos alunos.

E, finalmente, a inovação é permanente porque cada sujeito envolvido no processo apresenta uma compreensão diferente de cada problema proposto. Outra característica que contribui para a inovação permanente é o ambiente escolar que é rico em possibilidades criativas. Tudo isso, somado ao perfil de pesquisa e colaboração dos professores e dos alunos, garante que o conhecimento seja construído de modo inovador.

O próximo capítulo apresenta a tese defendida neste trabalho e propõe seis princípios norteadores que fundamentam e contribuem para a sustentação teórica das ideias propostas neste trabalho.

9 PROPOSTA PARA INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

No capítulo 2 deste trabalho estudou-se a história do ensino de Matemática no Brasil e as influências epistemológicas no seu ensino. Em função disto, quando se pensa nos métodos utilizados pelos professores de Matemática ao longo da história de seu ensino em nosso país percebe-se que, na maioria dos casos, a Matemática era – e ainda é – ensinada como uma verdade absoluta, com ênfase nos processos reducionistas de pensamento. Dito de outra forma, o ensino de Matemática privilegia os aspectos dedutivos ou indutivos de construção do pensamento. Mesmo quando os educadores utilizam as modernas tendências para o ensino de Matemática, ainda se percebe um forte caráter de transmissão de informações aos alunos.

Após conhecer e vivenciar o processo de inovação em Educação Matemática na EPE e analisar como esse processo se mantém ao longo do tempo, defende-se a ideia de que o ensino de Matemática deve cumprir a função de desenvolvimento do pensamento do aluno e, com isto, contribuir para a formação de um cidadão crítico. A partir dessa ideia sustenta-se a tese de que, para que isso seja possível, o ensino de Matemática deve ocorrer de maneira integrada a um ambiente amplo, complexo e transdisciplinar de pesquisa e resolução de problemas, no qual esta ciência assume a função de ferramenta útil para explicar fenômenos e objetos do mundo. Assim, defende-se que esta é a principal característica da inovação permanente em Educação Matemática.

Com base nestas ideias, este capítulo apresenta os princípios que fundamentam esta proposta de tese e o ensino de Matemática nessa perspectiva. Não se propõe um modelo universal de ensino de Matemática, porque isso seria uma generalização simplificadora. Mas, apoiados na experiência desenvolvida no ambiente pedagógico da EPE e no que foi estudado teoricamente, propõe-se alguns princípios norteadores gerais que podem ser adaptados às diferentes realidades das escolas brasileiras.

A tese aqui defendida considera a transformação dos ambientes escolares tradicionalmente fechados, em ambientes abertos. Como ambientes fechados considera-se aqueles centrados na tríade estudante, professor e conteúdos matemáticos. Como sistema aberto considera-se e propõe-se a perspectiva, como na EPE, da integração do estudante, do professor e da atividade investigativa, permeada pela construção do conhecimento contextualizado num intercâmbio constante com as emoções, com a historicidade e as informações das pessoas e do contexto. Isto significa que o contexto escolar, com suas diferentes características, passa a ter uma importância fundamental na construção do conhecimento matemático dos alunos. Outra característica fundamental da proposta é a construção do pensamento matemático, que deixa de ser um processo dedutivo, ou indutivo, para se tornar um processo de construção do pensamento

abduativo, permeado pela complexidade e transdisciplinaridade, em uma perspectiva de inovação permanente.

Desta maneira, a ideia defendida aqui como tese amplia o significado de transdisciplinaridade no ensino de Matemática. Em outras palavras, a ideia defendida é de que a Matemática – ou qualquer outro conhecimento humano – não está presente nos fenômenos e objetos estudados pelos alunos. A Matemática, assim como as outras ciências, é um conhecimento desenvolvido pelos seres humanos para explicar ou para compreender melhor um determinado fenômeno, não estando presente nele. O fenômeno ou objeto de estudo existe por si só, e sua existência não depende da Matemática, ou de qualquer outro conhecimento humano. Neste sentido, defende-se a ideia de que a Matemática é uma ferramenta útil para explicar e tornar mais compreensível um determinado fenômeno ou objeto em estudo.

Nesta perspectiva, a Matemática sozinha não explica um determinado fenômeno, ou seja, a Matemática, quando integrada a outros conhecimentos humanos – e a essa ideia incluem-se os sentimentos, emoções, a criatividade e as crenças humanas – contribui para uma melhor compreensão de determinado problema investigado. Com isto, quanto mais conhecimentos forem utilizados de maneira integrada, melhor compreendido fica o fenômeno. Essa é a ideia de transdisciplinaridade defendida nesta pesquisa.

A complexidade está presente nas relações do fenômeno com o contexto em que ele ocorre, sem a influência de nenhum conhecimento humano. Quando um sujeito tenta compreender determinado fenômeno ele amplia a complexidade do fenômeno porque suas crenças, seus sentimentos e sua criatividade passam a fazer parte do contexto de estudo. Ou seja, a complexidade se enriquece pela influência do uso transdisciplinar do conhecimento do sujeito que investiga.

Para uma melhor compreensão do que se propõe, essa proposta foi organizada em seis seções. A primeira seção aborda o princípio do ambiente escolar assumidamente complexo. A segunda seção aborda o princípio metodológico. O princípio epistemológico do conhecimento matemático é abordado na terceira seção. A quarta seção aborda o princípio do desenvolvimento do pensamento, na quinta seção aborda-se o princípio da inovação permanente e, na sexta seção aborda-se a formação permanente de professores.

9.1 Princípio do ambiente complexo e transdisciplinar

O primeiro princípio proposto para a inovação no ensino de Matemática é denominado de princípio do ambiente complexo e transdisciplinar. Entende-se que toda a escola é, por natureza, um ambiente complexo. Porém, percebe-se a necessidade de que todos os sujeitos

envolvidos nos processos escolares aceitem esse aspecto, ou seja, a maioria dos profissionais e alunos das escolas brasileiras não concebem o ambiente escolar como um lugar próprio para a construção e o desenvolvimento do pensamento complexo. Esse fato fica claro, principalmente no ensino de Matemática, quando o educador privilegia os aspectos reducionistas inerentes ao desenvolvimento dos conteúdos dessa disciplina.

Geralmente, nas aulas de Matemática, se enfatiza a dedução de conceitos e a memorização de conteúdos e algoritmos. Então, entende-se que o primeiro passo para a construção de uma escola inovadora envolve a aceitação de que a escola se constitui de um ambiente complexo. A partir dessa aceitação, torna-se possível iniciar um processo de adequação desse ambiente e das relações pessoais com a intenção de desenvolver um novo ambiente mais propício para a construção de conhecimento matemático, em uma perspectiva que promova a valorização de um sujeito que realmente conheça e possa intervir no mundo em que vive.

Propõe-se então, que o ambiente escolar promova um vínculo entre a natureza, a cultura e a história para que se crie condições de que o conhecimento seja situado na realidade onde a escola está imersa. Esse conhecimento passa a ser mais significativo na medida em que é contextualizado e isso desenvolve nos alunos uma consciência crítica a respeito do seu ambiente social.

Para formar um aluno consciente de sua função na sociedade, a escola precisa cultivar um ambiente de diálogo. Esse ambiente de diálogo implica em embate constante entre os modelos científicos e o conhecimento construído pelos alunos no processo de aprendizagem. O trabalho em grupo, a socialização e as discussões constantes a respeito dos resultados alcançados coletivamente fortalecem a perspectiva dialógica do ambiente escolar. O processo dialógico, segundo Bonil *et al* (2004) tem a potencialidade de criar uma tensão cognitiva, criativa e emocional que se transforma em satisfação pessoal ao se resolver uma situação problema e discuti-la com o grupo de trabalho. Desta maneira, o aluno tem a oportunidade de aperfeiçoar a sua compreensão dos fenômenos que regem o mundo e a vida em sociedade.

Outra característica fundamental para o princípio proposto nesta seção é que o ambiente educativo seja rico de possibilidades de indagação, pesquisa, experimentação e vivência. Isto significa que o ambiente escolar deve proporcionar a possibilidade da realização de projetos em diferentes áreas do conhecimento, diferentes da dinâmica rotineira da sala de aula. Para isto, a escola deve oferecer condições para a execução desses projetos, como possuir farto material didático na sua biblioteca, oferecer acesso a diferentes tecnologias, a laboratórios e a ambientes naturais. Como nem sempre as escolas dispõem desses recursos, elas podem estabelecer

parcerias com outras instituições, empresas ou até mesmo com a comunidade do entorno. O importante é que a disposição para a realização de pesquisas seja uma busca constante entre todos os envolvidos no processo pedagógico.

Essa relação com a comunidade, empresas e outras instituições tem o potencial de fazer com que eles se sintam participantes do processo escolar. Neste caso, essas relações com o entorno escolar e seu contexto gera um processo social recursivo de interação, que interessa a todos. Todos se sentem participantes de um projeto maior que modifica e valoriza a sociedade. Esse projeto é a própria escola. Por isso, a escola deve abrir-se para a participação da comunidade nos seus projetos, propondo que os diferentes setores da sociedade contribuam para a construção de um ambiente escolar cada vez melhor.

A complexidade proposta neste princípio está presente na teia de relações entre um determinado fenômeno e o ambiente onde ele está inserido. As relações complexas presentes num determinado fenômeno, conforme Morin, Ciurana e Motta (2003) ampliam-se a partir da interação do pesquisador com seu objeto de investigação. Isto significa dizer que, ao observar um determinado fenômeno, um pesquisador utiliza todos os seus conhecimentos integrados, suas crenças e emoções para construir um entendimento muito próprio do fenômeno. Essa compreensão é muito individual porque está impregnada por toda a bagagem cognitiva do sujeito.

Com isto, na perspectiva de trabalho num ambiente complexo, os alunos, além de construir conhecimentos úteis para a sua vida, desenvolvem a capacidade de trabalho em grupos, a liderança e o sentido de auto-organização. Essas características contribuem para a formação de um cidadão consciente e crítico que tem a capacidade de modificar a sua própria realidade.

9.2 Princípio do conhecimento matemático

Este princípio defende a ideia de que, para que se possa abordar o ensino de Matemática em uma perspectiva inovadora, é necessário que se responda a duas questões primordiais: (i) qual a natureza do conhecimento matemático mais adequada para o ambiente inovador? e, (ii) o que significa conhecer Matemática em uma proposta inovadora de ensino?

Sobre a natureza do conhecimento matemático sugere-se que ela seja concebida como uma ferramenta e uma linguagem, que é utilizada para interpretar, descrever e compreender o mundo, seus fenômenos e objetos, como na EPE. Segundo Machado (2013), a Matemática é fruto da interação humana com os fenômenos e desafios presentes no seu contexto historicamente constituído, ou seja, o conhecimento matemático é construído a partir da

interação social humana. Seu instrumental teórico e abstrato tem o potencial de explicar fenômenos e construir hipóteses para a solução de problemas.

Com esta compreensão, propõe-se que conhecer a Matemática significa compreendê-la como uma disciplina intelectual de natureza dinâmica e, portanto, não acabada, a qual possibilita que os alunos construam o seu significado a cada dia, a partir de suas concepções prévias, num processo de interação com outras áreas do conhecimento, com as pessoas e os fenômenos presentes no contexto escolar, conforme as ideias de Ciscar (1990). Neste sentido, a construção do conhecimento matemático se transforma em uma busca constante por padrões e regularidades presentes nos problemas e fenômenos investigados, deixando de ser um processo constante de memorização ou mecanização de tarefas. Isto está relacionado, segundo Segura e Malagón (2007), com o desenvolvimento da capacidade de estabelecer relações entre variáveis, inventadas ou descobertas no processo investigativo, e identificar as transformações que se repetem nos fenômenos estudados. Assim, o processo de aprendizagem em Matemática se transforma em uma construção dos significados de seus conceitos.

Então, nesta proposta, conhecer matemática significa construir significado para novas situações, articulando conceitos que possibilitem a construção de soluções para os problemas investigados. Significa que o aluno deve ter à sua disposição e pode utilizar diversos tipos de conhecimentos matemáticos, formais ou não, como o teórico, intuitivo, de cálculo, concreto e o variacional, para abordar os problemas estudados.

Com isto, conhecer matemática também significa a possibilidade de se estabelecer conexões entre os fenômenos e objetos utilizando as ferramentas matemáticas necessárias para a compreensão destes. Todo esse processo se desenvolve a partir de uma interação intensa entre os alunos e os fenômenos presentes no contexto escolar e esta é a perspectiva transdisciplinar presente neste processo.

A perspectiva transdisciplinar proposta neste princípio reside, então, mais especificamente, em uma postura pedagógica de integração entre os diferentes conhecimentos humanos presentes nos trabalhos em grupos e na abordagem de pesquisa. Esses diferentes conhecimentos devem ser utilizados para a compreensão do fenômeno pesquisado, com o entendimento de que o fenômeno em si não possui conhecimento. O fenômeno possui características, ou propriedades, que podem ser compreendidas com a utilização integrada das diferentes áreas do conhecimento humano.

9.3 Princípio metodológico

Este princípio propõe a utilização da pesquisa e da resolução de problemas como

fundamento metodológico para todas as atividades desenvolvidas nos trabalhos com a Matemática. A partir dos resultados obtidos neste trabalho, entende-se que o trabalho com projetos, a modelagem matemática, a construção de experimentos e a abordagem histórica se constituem em caminhos para o desenvolvimento da pesquisa com a Matemática escolar.

O trabalho pedagógico fundamentado na pesquisa, além de valorizar os conhecimentos prévios dos alunos e professores, estimula os sujeitos participantes desse processo a construírem conhecimentos em uma perspectiva de diálogo de respeito mútuo, fortalecendo os valores formadores do ser humano e desenvolvendo a sua cidadania plena.

A pesquisa apresenta a capacidade de proporcionar a integração entre teorias científicas e a prática contextualizada na reconstrução e ressignificação de ideias. A pesquisa permite que os alunos proponham hipóteses, elaborem conjecturas, realizem experimentações empíricas ou teóricas e construam argumentos que são testados e validados no diálogo com o grupo.

Esse método também apresenta o potencial de estimular formas diferenciadas de pensamento e de abordagem de conteúdos matemáticos. Um problema pode se relacionar com diversas áreas do conhecimento, mas também pode estar centrado em uma temática própria da Matemática. A busca por padrões e regularidades, característica fundamental da Matemática para o trabalho nesta perspectiva, pode ocorrer de maneira muito criativa pela diversidade das formas de pensamento dos sujeitos participantes. O desafio e a criatividade são as bases da pesquisa escolar.

Com isto, as atividades escolares permeadas pela pesquisa situam os fenômenos e objetos matemáticos em uma perspectiva dinâmica. Essa perspectiva significa que a abordagem de um problema, a partir da diversidade de causas e efeitos desse problema, faz com que a pesquisa de suas possibilidades de solução apresente uma diversidade de caminhos a serem seguidos, influenciados pela temporalidade e pela historicidade presentes no processo e na formação pessoal de cada integrante do grupo de trabalho.

Porém, o princípio metodológico da pesquisa só se sustenta se o professor assumir uma postura de investigação e reflexão crítica na sua prática diária. Neste sentido, o papel do professor não é apenas o de coordenador das atividades, mas de mediador entre o conhecimento e os alunos e, também, de pesquisador. Cumprindo esse papel, o professor investiga condições para que a aprendizagem aconteça efetivamente, propondo e criando meios para que os alunos reconstruam e ressignifiquem os conceitos científicos já existentes, contextualizando-os em sua realidade.

Desta forma, os alunos e os professores se envolvem diretamente em uma ação afirmativa e inovadora de educação, questionando a realidade, argumentando sobre fatos e

fenômenos, reconstruindo significados e propondo ações alternativas aos problemas encontrados. Na perspectiva do trabalho por meio da pesquisa e experimentação, a aprendizagem de conceitos matemáticos passa a ser o resultado da interação entre os estudantes, seus professores e entre eles e a realidade onde estão inseridos.

Com estas características estabelecidas torna-se injustificável a mensuração do conhecimento construído pelos alunos por meio de avaliações como provas ou outros instrumentos do gênero. A avaliação quantitativa – ou numérica – não expressa o processo de aprendizagem vivenciado pelo aluno. O ambiente escolar precisa incentivar o sentido de realização pessoal e o protagonismo do aluno na construção de conhecimentos. É mais importante que o aluno desenvolva confiança em si mesmo e na sua capacidade de raciocínio com o sentimento de orgulho e satisfação em participar de um grupo que constrói conhecimento.

9.4 Princípio do desenvolvimento do pensamento criativo

Este princípio propõe que o pensamento criativo seja a base para o desenvolvimento do pensamento complexo nos alunos. Conforme Gonzalez e Haselager (2002, p. 22), o pensamento abduutivo “se constitui num modo de inferência sobre o qual se estrutura o raciocínio criativo”. Este processo se inicia com a percepção, por parte dos alunos, de problemas ou fenômenos que eles não conhecem a solução. Isto instiga a dúvida e a surpresa que iniciam a elaboração de metáforas ou hipóteses explicativas, as quais são confirmadas ou refutadas por meio de investigação. Nesta perspectiva, a compreensão de problemas e fenômenos se aperfeiçoa, num processo de complexificação do pensamento.

Segundo Gonzalez e Haselager (2002), a mente humana se assemelha a um sistema dinâmico que possui a função de elaborar hábitos que, quando consolidados, se constituem num sistema de crenças. Desta maneira, essas crenças só são substituídas por novas crenças pelo impacto causado por dúvidas que abalem os hábitos anteriores. Essas dúvidas surgem quando o sujeito se depara com fenômenos ou experiências novas que não tenham explicação adequada no seu conjunto de crenças ou se contraponham às suas expectativas.

A surpresa causada pela percepção de problemas ou fenômenos que não tenham explicação imediata no sistema de crenças de um indivíduo, segundo Gonzalez e Haselager (2002), se constitui no início do processo de raciocínio abduutivo. Essas surpresas, que abalam o sistema de crenças e expectativas dos sujeitos, causam dúvidas que apresentam o potencial de estimular a vontade de explicar o problema ou fenômeno em questão. Com isto, emergem as metáforas ou hipóteses explicativas para a solução da questão, residindo aí o potencial

criativo dos alunos.

Após o processo de investigação do problema, o sujeito, segundo Gonzalez e Haselager (2002), elabora em sua mente um novo sistema de crenças que tende a ser mais complexo que o anterior, pois agora são conhecidas um número maior de variáveis que ajudam a conhecer melhor o fenômeno ou problema investigado.

Com isto, propõe-se que o estímulo e desenvolvimento do raciocínio criativo nas aulas de Matemática se constitua na base fundamental para o trabalho pedagógico apoiado em pesquisa. A pesquisa escolar não pode se desenvolver de maneira mecânica, ou seja, por meio de métodos de trabalho pré-determinados. Preferencialmente, a pesquisa deve desenvolver-se num ambiente pleno em criatividade, adotando como princípio norteador do trabalho a sugestão de Morin, Ciurana e Motta (2003), o “método do caminho”.

Nesta perspectiva, todo o processo pedagógico de trabalho com a Matemática se inicia a partir de perguntas. Essas perguntas emergem de situações inusitadas ou curiosas que sejam do interesse dos alunos. Naturalmente, os questionamentos são acompanhados de hipóteses ou metáforas para a sua solução. E, a partir dessas hipóteses, se estabelece o caminho da pesquisa e do desenvolvimento do pensamento complexo dos alunos. Isto ocorre porque, se a pesquisa for conduzida num ambiente rico em possibilidades, se torna impossível que os sujeitos participantes desse processo não modifiquem o seu sistema de crenças e, conseqüentemente, o seu pensamento.

9.5 Princípio da inovação permanente

Este princípio defende a ideia de que as atividades que envolvam a Matemática sejam construídas a partir de questões de ordem geral, que despertem a curiosidade dos alunos. Essas propostas podem ser realizadas por professores ou por alunos e não devem ser fixas no trabalho cotidiano da escola, ou seja, não necessitam estarem presentes no currículo. As propostas de pesquisas e experimentações devem ter o potencial de desencadear uma rede de conversações entre os interessados no assunto e isso desencadeia o surgimento de iniciativas, de comentários, de metáforas e hipóteses explicativas que enriquecem o trabalho. Essa dinâmica agrega sentido às atividades propostas.

Neste contexto de diálogo e pesquisa, as atividades matemáticas devem ser desenvolvidas em diferentes graus de dificuldades, não estando relacionadas tanto com as técnicas e fórmulas matemáticas, mas sim com o desenvolvimento do raciocínio lógico, a capacidade de resolução de problemas, a comunicação e a criatividade. Os problemas a serem investigados devem apresentar um sentido de totalidade, ou seja, devem ser problemas

complexos que despertem a curiosidade e a interação dos alunos com o contexto escolar.

Os problemas abordados nas atividades com a Matemática, quando propostos pelos professores, nem sempre devem originar-se de um planejamento didático, mas da percepção destes professores sobre as características e interesses do seu grupo de alunos. Desta forma, os professores elaboram um conjunto de circunstâncias e ambientes que favorecem o interesse dos alunos. Constituem exemplo disso o uso de jogos de estratégia, o uso de tecnologias, a arte e a observação de fenômenos naturais ou do cotidiano dos alunos.

Essa proposta de trabalho num ambiente de inovação permanente busca desenvolver nos alunos diferentes formas de pensamento matemático, como por exemplo o aditivo, o multiplicativo, o probabilístico, o variacional e o proporcional, pretendendo utilizar a capacidade de invenção dos alunos para buscar padrões e modelos matemáticos nos problemas investigados. Com isto, compreende-se que a aprendizagem de conceitos matemáticos é o resultado da interação entre os estudantes, os professores e os fenômenos do mundo. Essa interação, desenvolve o pensamento matemático e permite que o aluno entenda a função da Matemática na sua realidade.

Na perspectiva do princípio da inovação permanente, a continuidade do processo inovador está vinculada à diversidade de concepções e de propostas construídas coletivamente. Assim, todos podem propor pesquisas, projetos e experiências várias. Em função disto, cada integrante de um grupo de trabalho tem uma percepção muito própria do problema proposto e, como consequência disso, cada sujeito tende a propor maneiras diferentes de investigar uma solução.

Concluindo, a inovação permanente apresentada como princípio, se constitui num processo que propõe a construção de conhecimentos interligados e conectados, que coexistem na realidade dos sujeitos e que constituem o todo que compõe essa mesma realidade. Esta é a principal característica da manutenção de um processo educativo inovador. Ou seja, a inovação se mantém diariamente porque se apoia na multiplicidade e diversidade de crenças, histórias pessoais, emoções e pensamentos que emergem do diálogo que conduz uma atividade ou projeto de pesquisa num ambiente escolar complexo e transdisciplinar.

9.6 Princípio da formação permanente de professores

O princípio da formação permanente complementa a proposta de tese desse trabalho. Esse princípio se constitui na base fundamental para que seja implementado na escola qualquer processo de inovação.

Naturalmente é possível que se pergunte como se faz? Como fazer isso na escola? Por onde começar? Afirma-se nesta proposta que o segredo está na formação permanente de professores, ou seja, são os próprios professores que devem responder esses questionamentos. O princípio da formação permanente de professores representa um espaço permanente de diálogo e reflexão sobre a inovação permanente. Para isso, a equipe de professores deve assumir a inovação como um princípio pedagógico a ser construído coletivamente.

A formação de professores consiste basicamente de muita reflexão coletiva do grupo de professores interessados, do estudo de experiências inovadoras que deram certo em outras escolas e de muita experimentação como parte importante da formação para voltar à reflexão. Na reflexão coletiva, segundo Harres *et al* (2018, p. 08), “os encontros entre professores a fim de refletir sobre a docência além do contato com soluções diferentes para a resolução de problemas comuns ensinam, ainda, a produção conjunta de práticas novas, inovadoras”. Esses autores complementam e indicam aspectos importantes da formação permanente de docentes para a construção de uma prática inovadora permanente.

Indica-se, ainda, que essas atividades de formação continuada sejam orientadas por aspectos como: (i) problematização do modelo tradicional de ensino; (ii) autoavaliação da prática docente; (iii) desenvolvimento de propostas alternativas de ensino, com acompanhamento dos resultados; (iv) diálogo entre pares e com os alunos; e (v) fortalecimento da pesquisa como atitude cotidiana (HARRES *et al*, 2018, p. 17).

A formação permanente de professores requer muita pesquisa e experimentação, ou seja, cada professor começa a construir, com seus alunos, atividades diferenciadas que sejam do interesse de todos, sempre a partir de pesquisa. Na sequência, os professores começam a construir atividades integradas com outras disciplinas. Tudo isso permeado por muita reflexão coletiva. A pesquisa, a experimentação e a reflexão coletiva são aspectos fundamentais para o processo de formação de professores inovadores.

A formação de professores também pode ocorrer a partir do estudo de outras experiências inovadoras que deram certo em outras escolas. Mas sempre lembrando que a inovação só poderá ser construída se todos os professores da escola estiverem engajados e, principalmente, acreditarem na educação inovadora. A partir do engajamento de todos é possível iniciar o processo de construção de uma escola inovadora.

Neste sentido é importante enfatizar que as ideias de novas práticas inovadoras a serem experimentadas não devem ser propostas apenas por professores, mas também pelos alunos. Quando os alunos contribuem para a construção de uma proposta tendem a se interessar por ela, visto que também são os seus autores. Esse é o caráter democrático do trabalho inovador, é uma construção coletiva.

Segundo Harres *et al* (2018) os coletivos de professores contribuem muito mais para a formação de docentes inovadores do que a formação dos cursos de licenciatura das universidades. “O desenvolvimento de um professor inovador requer continuidade, acompanhamento, reflexão, busca de informação e, sobretudo, diálogo com os colegas de modo a compartilhar experiências, problemas e estratégias implementadas” (p.15).

A formação permanente de professores inovadores significa um repensar constante sobre a própria prática docente. Significa reconhecer, conforme Freire (1996), a incompletude da formação docente. A profissão docente é uma atividade dinâmica que requer melhorias constantes para se adaptar a complexidade das diferentes realidades onde atua o professor. Mesmo para o professor que atua em uma única escola, se esta escola se propõe a desenvolver atividades inovadoras, as práticas pedagógicas devem se aperfeiçoar a cada dia, mudando e causando mudança no contexto escolar. Daí a necessidade de uma formação permanente.

A reflexão permanente, ao mesmo tempo em que contribui para o rompimento com práticas desenvolvidas de forma mecânica e irrefletida, provoca a busca de ações alternativas, favorecedoras de aprendizagem de conteúdos de todas as naturezas. Um aspecto relevante neste percurso é a necessidade de a reflexão realizar-se em grupo de docentes, sujeitos que partilham os mesmos interesses e desafios. É daí que surgem as práticas originais e inovadoras (HARRES *et al*, 2018, p. 16).

Dessa maneira, a formação docente permanente representa um esforço coletivo diário de reconfiguração pedagógica, que transforma as práticas docentes. Numa perspectiva de construção coletiva os educadores se tornam pesquisadores e estabelecem ações que visam o diálogo entre diferentes pontos de vista reinventando e qualificando permanentemente a atuação nos processos de aprendizagem de seus alunos.

O próximo capítulo apresenta as reflexões finais dessa caminhada de pesquisa.

10 REFLEXÕES FINAIS

Esta pesquisa desenvolvida no ambiente educacional da EPE buscou conhecer o processo de inovação pedagógica permanente no ensino de Matemática daquela escola. Com isto, o foco dessa pesquisa foi analisar o desenvolvimento e as características fundamentais de um processo de inovação em Educação Matemática, o qual tem-se mantido consistente ao longo do tempo e enfrentando os recorrentes desafios da educação. Nesta análise foram consideradas informações obtidas *in loco* sobre a escola. O que inclui o contexto escolar, as observações das aulas de Matemática e as entrevistas com seus professores de Matemática, com o Sr. Dino Segura e com alguns alunos, além de diversos materiais produzidos sobre e na EPE. Todos esses dados foram analisados e interpretados conjuntamente para apresentar uma proposta ao ensino de Matemática.

Com isto, buscou-se conhecer a prática pedagógica da EPE para compreender o processo de inovação nas suas aulas de Matemática, considerando os fatores que influenciam de forma decisiva a prática do professor que vive a inovação em seu trabalho diário. Com este conhecimento, apresentou-se, como tese deste trabalho, a ideia de que o ensino de Matemática deve ocorrer de maneira integrada a um ambiente amplo, complexo e transdisciplinar de pesquisa e resolução de problemas, no qual esta ciência assume a função de ferramenta útil para explicar fenômenos e objetos do mundo. Para sustentar a tese defendida, sistematizou-se, no capítulo 9, uma proposta com seis princípios norteadores para o ensino de Matemática em uma perspectiva inovadora.

A tese defendida neste trabalho emergiu do processo de pesquisa vivido na EPE. Esse processo de pesquisa foi sistematizado neste relatório em 10 capítulos. Com isto, no capítulo 2, foram discutidos aspectos históricos e epistemológicos que influenciam o ensino da Matemática em nosso país. Neste sentido, nos perguntamos se a Matemática sempre foi ensinada da mesma maneira em nosso país e, então, na primeira seção deste capítulo desenvolvemos um estudo sobre o ensino de Matemática no Brasil, a partir do trabalho de autores que investigam os aspectos históricos do ensino desta ciência.

A partir da primeira seção do capítulo 2, é possível compreender que a Matemática foi ensinada de forma fragmentada e reducionista, geralmente sem conexão com outras áreas do conhecimento. Esse fato tem levado os estudantes a construir uma visão distorcida da realidade e não contribui para que os alunos construam relações entre o conhecimento matemático aprendido na escola e a realidade em que eles estão inseridos.

A segunda seção do capítulo 2 abordou um estudo sobre os aspectos epistemológicos da Natureza do Conhecimento Matemático e de seu ensino, que influenciam a prática de

professores. Justificamos essa abordagem por concordarmos com Thompson (1997) que afirma que as concepções e crenças dos professores de Matemática influenciam decisivamente a sua prática em sala de aula. Com este estudo percebeu-se que a maioria dos professores entendem que o ensino de Matemática é uma área fechada, na qual tudo já estaria pronto, ou seja, a Matemática é vista como um conhecimento estável, imutável, verdadeiro, rigoroso e lógico, acessível a poucos. Essas concepções, indicam uma visão absolutista sobre a natureza do conhecimento matemático e de seu ensino. Os professores que apresentam uma concepção diferenciada dessas perspectivas, tendem a compreender a Matemática como uma linguagem e uma ferramenta útil para a resolução de problemas.

O capítulo 2 se constituiu em uma abordagem crítica do atual modelo de ensino de Matemática no Brasil. Essa abordagem foi o pano de fundo para a proposta apresentada neste trabalho como tese. Isto significa que os dados de pesquisa foram interpretados e analisados a partir dessa abordagem crítica.

Quanto à abordagem metodológica, esta pesquisa se constituiu num estudo de caso em uma perspectiva qualitativa. Porém, percebendo que o ambiente escolar da EPE é complexo e transdisciplinar – sendo, inclusive, essa perspectiva assumida institucionalmente conforme o seu projeto educativo institucional (PEI-EPE, 2010) – entendeu-se que não era possível levar na bagagem um método previamente definido para realizar a pesquisa, sob pena de se sucumbir à tentação de desenvolver um trabalho limitado num universo tão complexo e tão rico de possibilidades como o da EPE. Percebeu-se, então, que era necessária uma “impregnação” de EPE e uma vivência de seus processos. Dessa maneira, não parecia lógico tentar conduzir o processo, melhor ser conduzido por ele e deixar a pesquisa emergir da vivência diária na escola durante os dois meses em que ocorreu o trabalho. Com isto, o capítulo 4 abordou essa perspectiva de trabalho, de observação, interpretação e análise de dados, fundamentada no Método do Caminho, a partir dos estudos de Zambrano (1989), Morin (2005), Morin, Ciurana e Motta (2003) e de Moraes e Torre (2006).

O capítulo 5 apresentou os dados de pesquisa. Esses dados foram constituídos pelo contexto escolar da EPE, pelas observações das aulas de Matemática e pelas entrevistas realizadas. Essas informações foram apresentadas e comentadas neste capítulo, ou seja, os dados foram apresentados impregnados de interpretação e análise deste autor. Se constituiu num primeiro ensaio para a construção dos capítulos nos quais realizou-se mais profundamente a análise dos dados, os capítulos 7 e 8.

Esse capítulo, dos dados de pesquisa, juntamente com os capítulos 6 e 7, se relacionam e constituem o alicerce fundamental para a análise e interpretação dos dados obtidos nesta

pesquisa. Deste processo de interpretação emergiram princípios que consideramos mais relevantes para o nosso trabalho, que foram: (i) a relação do ambiente e das práticas pedagógicas da EPE com a Teoria da Complexidade e Transdisciplinaridade, (ii) a concepção sobre a natureza do conhecimento matemático construída na escola e sua relação com o desenvolvimento do pensamento dos alunos, (iii) o processo de inovação em Educação Matemática desenvolvido na EPE e, (iv) a manutenção de um processo inovador diário. Com isto, ficou claro que a inovação desenvolvida na EPE não se trata de uma aventura pedagógica local, mas de um trabalho muito bem fundamentado e estruturado teoricamente.

De todas essas relações estabelecidas nos capítulos anteriores apresenta-se, no capítulo 9, além da tese defendida, uma proposta para a inovação no ensino de Matemática. Essa proposta emerge da vivência no ambiente complexo e transdisciplinar da EPE e vêm fundamentada nas teorias e nos princípios que norteiam o processo inovador diário em Educação Matemática na escola. Esses princípios se alicerçam nos questionamentos feitos pelos alunos e pelos professores, na pesquisa e resolução de problemas, no constante desenvolvimento de pensamento complexo, em práticas pedagógicas transdisciplinares, na inovação constante, propostas didáticas diferenciadas e na formação permanente de seus professores.

Os seis princípios apresentados no capítulo 9 complementam a tese defendida nessa pesquisa. Eles se constituem nos fundamentos para o ensino de Matemática em um ambiente amplo, complexo e transdisciplinar, onde a Matemática é compreendida como uma ferramenta para a explicação e compreensão dos fenômenos e objetos do mundo. Defende-se que, com o trabalho escolar fundamentado nestes princípios, que a aprendizagem da Matemática passa a ter valor em si e se torna mais significativa para os estudantes.

Desta maneira, espera-se ter atingido os objetivos propostos respondendo à pergunta norteadora da pesquisa a partir da vivência no ambiente pedagógico da EPE e, assim, compreendendo o desenvolvimento e as características fundamentais do processo de inovação em Educação Matemática da EPE.

Conclui-se que este trabalho representa a ponta do iceberg. A pesquisa sobre a EPE precisa ser ampliada. Muitos aspectos ainda poderiam ser melhores investigados. Pesquisas futuras poderiam ampliar alguns aspectos encontrados nas relações pedagógicas da escola.

Como exemplo de assunto que poderia ter sido ampliado, está o desenvolvimento do pensamento dos alunos. Neste assunto, apenas levantou-se a ponta do véu. O assunto seguramente é mais amplo e complexo do que foi apresentado neste relatório. Outro tema muito intrigante é a mudança de concepções pelas quais passam os professores iniciantes na EPE. Este

é o caso da professora Diana que apresentava muitos questionamentos sobre o seu processo de adaptação ao novo ambiente de trabalho.

Enfim, na EPE, temas como a formação de professores, o uso de tecnologias, as relações pessoais no ambiente inovador, a aprendizagem em áreas distintas da Matemática, entre outros, são assuntos que merecem mais pesquisa. E não foram contemplados neste trabalho.

Mas o trabalho não acaba aqui. Apenas cumpre-se um ciclo. Segue-se em frente em busca de conhecimento. Com toda certeza o retorno à EPE é certo para a continuidade da investigação de seus processos e aperfeiçoamento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABAR, Celina Aparecida Almeida Pereira; Model of innovation: Process of integrating technology in Mathematics Education. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 18, n. 3, p. 723-734, 2016.
- AZCÁRATE, Pilar Goded. ¿Qué matemáticas necesitamos para comprender el mundo actual? **Investigación en la Escuela**, Sevilha, v. 1, n. 32, p. 77-85, 1997.
- BARBEROUSSE, Paulette. Fundamentos teóricos del pensamiento complejo de Edgar Morin. **Educare**, v. 12, n. 2, p. 95-113, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194114586009>>. Acesso em: mar, 2016.
- BARRANTES, Raúl. Las innovaciones educativas: escenarios y discursos de una década en Colombia. In: WILLES, Myrian Henao. CASTRO, Jorge Orlando (Orgs). **Estados del arte de la investigación en educación y pedagogía en Colombia**. Bogotá: SOCOLPE, 2001. p. 105-132. Disponível em: <<http://www.socolpe.org/data/public/libros/InvestigacionPedagogia/2-2Innovaciones-EstadodelArte.pdf>>. Acesso em: fev, 2016.
- BASTOS, Vilma Costa. **Classificação de periódicos no qualis Capes**. Tutoriais da Biblioteca do Instituto de Ciências da Saúde. Belém: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2011, 02p. Disponível em: <http://www.biblioteca.ics.ufpa.br/arquivos/QUALIS-rev_26_11.pdf>. Acesso em: mai. 2017.
- BLANCO, Rosa Guijarro. La escuela como centro de la innovación educativa. In: **Curso taller: investigación y sistematización de innovaciones educativas**. [S.I]: INNOVEMOS, 2006, 20p. Disponível em: <http://cedoc.infed.edu.ar/upload/La_escuela_como_centro_de_innovacion.pdf>. Acesso em: mar, 2016.
- BLANCO, Rosa Guijarro. MESSINA, Graciela. **Estado del arte sobre las innovaciones educativas en América Latina**. Santafé de Bogotá, CONVENIO ANDRÉS BELLO, 2000. 180 p. Disponível em: <<http://www.redinnovemos.org/content/view/744/11/lang,en/>>. Acesso em: fev, 2016.
- BONIL, J.; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M.; PUJOL, R. M. Ciencia escolar y complejidad. **Investigación en la Escuela**. Sevilha, n. 53, p. 21-29, 2004.
- BORGES, Daniele Simões. TAUCHEN, Gionara. Inovações no ensino universitário: possibilidades emergentes. **Educação**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 555-568, 2012. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reveducao/article/view/5052/3980>>. Acesso em fev, 2016.
- BORGES, Daniele Simões. TAUCHEN, Gionara. Docência inovadora na universidade: percursos e princípios organizadores. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 31, n. 2, p. 721-751, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/2175-795X.2013v31n2p721>>. Acesso em fev, 2016.
- BREDA, Adriana. **Melhorias no ensino de matemática na concepção de professores que realizam o mestrado PROFMAT no Rio Grande do Sul: uma análise dos trabalhos de**

conclusão de curso. 2016. 335f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/8858>>. Acesso em: maio, 2017.

CARDOSO, Ana Paula. Educação e inovação. **Millenium on Line**, Viseu, 2. ed., n. 6, 1997. Disponível em: <http://www.ipv.pt/millenium/pce6_apc.htm>. Acesso em: fev, 2016.

CARVALHO, Dione Lucchesi de. **A concepção de matemática do professor também se transforma.** 1989. 153f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000018074&fd=y>>. Acesso em: dez, 2016.

CISCAR, Salvador Llinares. El conocimiento y las creencias de los profesores de matemáticas y la innovación educativa. **Investigación en la Escuela**, Sevilha, n. 11, p. 61-69, 1990.

CURY, Helena Noronha. **As concepções de matemática dos professores e suas formas de considerar os erros dos alunos.** 1994. 275f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994. Disponível em: <<http://www.unifra.br/professores/13935/TeseHelena.pdf>>. Acesso em: dez, 2016.

CURY, Helena Noronha. Concepções e crenças dos professores de matemática: pesquisas realizadas e significados dos termos utilizados. **Bolema**, Rio Claro, v. 12, n. 13, p. 01-14, 1999. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10640/7027>>. Acesso em: dez, 2016.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Transdisciplinaridade.** São Paulo: PALAS ATHENA, 1997, 174p.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação matemática: da teoria à prática.** Campinas: PAPIRUS, 1996, 120p.

DEL VECCHIO Jr., Jacintho. **Metafísica e racionalidade científica: um ensaio sobre os Fundamentos da Matemática.** 2010. 248f. Tese (Doutorado em Filosofia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. 259p. Disponível em: <https://www.academia.edu/3643592/Metaf%C3%ADsica_e_racionalidade_cient%C3%ADfica_um_ensaio_sobre_os_fundamentos_da_matem%C3%A1tica>. Acesso em: dez, 2016.

DÍAZ, Vanessa; SALAZAR, Daniel; LARA, Tatiana; DÍAZ, Nicolasa; ALFONSO, Alexander; SALCEDO, Paula; GALINDO, Rosa Maria. **La escuela: un escenario para lograr compromiso con lo nuestro.** Bogotá: ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL, 2017, 08p.

DILLON, Deborah R. The wider social context of innovation in mathematics education. **Journal for Research in Mathematics Education. Monograph.** Reston, v. 6, p. 71-122, 1993. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/749934>>. Acesso em: jun, 2017.

ESCUELA PEDAGOGICA EXPERIMENTAL. **Proyecto educativo institucional (PEI-EPE)**. Bogotá, 2010. 78 p. Disponível em: <http://www.epe.edu.co/uploads/4/8/4/2/48423709/proyecto_educativo_institucional_epe.pdf>. Acesso em: jan. 2016.

FARIAS, Maria Dalva de Abreu. **A inovação pedagógica na aprendizagem de matemática em uma perspectiva etnográfica**. 2013. 194f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) – Instituto de Educação, Universidade da Madeira, Funchal, 2013. Disponível em: <<https://digituma.uma.pt/handle/10400.13/1084>>. Acesso em: maio, 2017.

FERREIRA, João Ricardo Pinho. **A tecnologia como fonte de inovação no ensino da matemática**. 2011. 151f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/6251/1/ulfpie040003_tm.pdf>. Acesso em: maio, 2017.

FINO, Carlos Nogueira. Inovação pedagógica: significado e campo (de investigação). In: COLÓQUIO CIE-UMA, 3., 2008, Funchal. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/Inovacao_Pedagogica_Significado_e_Campo.pdf>. Acesso em: fev, 2016

FINO, Carlos Nogueira. Investigação e inovação (em educação). In: COLÓQUIO CIE-UMA, 5., 2009a, Funchal. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/Investigacao_e_inovacao.pdf>. Acesso em: fev, 2016.

FINO, Carlos Nogueira. Inovação e invariante cultural. In: RODRIGUES, Liliana. BRAZÃO, Paulo (Orgs). **Políticas educativas: discursos e práticas**. Funchal: GRAFIMADEIRA, 2009b. p. 192-209. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/a3.pdf>>. Acesso em: fev, 2016.

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o estudo da matemática no Brasil. **Zetetiké**. Campinas, v. 3, n. 4, p. 01-38, 1995.

FLORES, José Francisco. OLIVEIRA, Luciano Denardin de. Transdisciplinaridade. In: GALLON, Mônica da Silva; DOPICO, Sabrina Isis Brugnarotto; ROCHA FILHO, João Bernardes da (Orgs). **Transdisciplinaridade no ensino de ciências**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2017. p. 10-22. Disponível em: <http://www.unisc.br/images/upload/com_editora_livro/e-book_transdisciplinaridade.pdf>. Acesso em: maio, 2017.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GALINDO, Rosa Maria; MALAGÓN, Janeth; MORENO, Gildardo. La formación de maestros en la escuela pedagógica experimental. In: GALINDO, Rosa Maria. GARCÍA, Mónica. SEGURA, Dino (Orgs). **Ponencias Corporación Escuela Pedagógica Experimental – Encuentro iberoamericano de colectivos que hacen investigación desde la escuela y comunidad**. México, 2017, p. 99-106. Disponível em: <http://www.epe.edu.co/uploads/4/8/4/2/48423709/corporaci%C3%B3n_epe_-

_ponencias_iberomexico_morelia_mexico_2017__1_.pdf>. Acesso em Ago, 2017.

GARCÍA, José Eduardo. A natureza do conhecimento escolar: transição do cotidiano para o científico ou do simples para o complexo? In: RODRIGO, María José. ARNAY, José. (Org). **Conhecimento cotidiano, escolar e científico: Representação e mudança – A construção do conhecimento escolar**. v. 1. São Paulo: Ática, 1998, p. 75-102.

GARCÍA, José Eduardo. Fundamentos para la construcción de un modelo sistémico del aula. In: PÓRLAN, Rafael Ariza. GARCÍA, José Eduardo. CAÑAL, Pedro de León. (Orgs). **Constructivismo y enseñanza de las ciencias**. Sevilla: DÍADA, 2000, p. 41-72.

GOMES, Maria Laura Magalhães. **História do ensino da matemática: uma introdução**. Belo Horizonte: CAED-UFMG, 2012, 70p.

GÓMEZ, Rosío del Pilar Alarcón. Mi práctica en la Escuela Pedagógica Experimental (EPE): una aventura por comenzar. **Biografía**, Bogotá, v. 6, n. 10, p. 68-75, 2013. Disponível em: <<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/1961/1903>>. Acesso em: mar, 2016.

GONZALEZ, Maria Eunice Quilici. HASELAGER, Ferdinand Gerardus. Raciocínio abduutivo, criatividade e auto-organização. **Cognitio**, São Paulo, n. 3, p. 22-31, 2002. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitiofilosofia/article/viewFile/13248/9763>>. Acesso em: fev, 2018.

GUIMARÃES, Henrique Manuel. Concepções, crenças e conhecimento – afinidades e distinções essenciais. **Quadrante**, Lisboa, v. 19, n. 02, p. 81-101, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/11019/1/ConcepCrenConhec_Quadrante_pp81-102.pdf>. Acesso em: mai, 2018.

HARRES, João Batista Siqueira; LIMA, Valdez Marina do Rosário; DELORD, Gabriela Carolina Cattani; SUSA, Clara Inés Chaparro; MARTINEZ, Rosa Inés Pedreros. Constituição e prática de professores inovadores: um estudo de caso. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, p. 01-21, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172018200107>>. Acesso em: mai, 2018.

LUCENA, Ana Maria S.; SARAIVA, Emerson S. Silva; ALMEIDA, Luís Sérgio C.; A dialógica como princípio transdisciplinar na pesquisa em educação. **Millenium**, n. 50. Viseu: INSTITUTO POLITÉCNICO DE VISEU, 2016, p. 179-196.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. São Paulo: CORTEZ, 2000. 272p.

LÜDKE, Menga. ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013, 112 p.

MACHADO, Nilson José. **Matemática e realidade: das concepções às ações docentes**. 8. ed. São Paulo: CORTEZ, 2013, 173p.

MACÍAS, Arturo Barraza. ¿Qué es una innovación educativa? In: Plan de formación de

Instituto para el Desarrollo y la Innovación Educativa (IDIE-OEI) (Org). **Desarrollo de innovaciones en la educación y atención de niños y niñas de 0 a 6 años**. 2008. 48p. Disponível em: <<http://www.oei.es/idie/modulo3.pdf>>. Acesso em: fev, 2016.

MESSINA, Graciela. Mudança e inovação educacional: notas para reflexão. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 114, p. 225-233, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n114/a10n114.pdf>>. Acesso em: mar, 2016.

MINAYO, Maria C. S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, Maria C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: VOZES, 2001. p.09-29.

MIORIM, Maria Ângela. **Introdução à história da educação matemática**. São Paulo: ATUAL, 1998, 121p.

MOLINA, Jorge Alberto. Lakatos como filósofo da matemática. **Epistême**, Porto Alegre, n. 13, p. 129-153, 2001. Disponível em: <https://b0bfb07e-a-62cb3a1a-sites.googlegroups.com/site/prntextos/historia-da-matematica/TC-FilosofiaMatem%C3%A1ticadeLakatos.pdf?attachauth=ANoY7cr5BYbAS84bAa9ukcico3pNaOJzke8fkMv1TDXJV0hU72Pbyg36b7spU1c1y3ii2bzo4AKrJiQU8F44hKe_dCvg83UfXxA7UP_4sDA3e0GIJnSS44wlO38M6agvxOMC71KX3iBAUDWAVTUGZvYaxEBs7uZGeAOW0JHCsVXYEAdRwz3m95UYwqa9rBiiVTk7ASbQcw8oUX1cvUmietKZjde2ZH_FzLAbabnD3hJgkqqUXKAXtjNyLA1pjOUwvGALXWVQJq1Jut4bOR-EnpaOybwvd52IzA%3D%3D&attredirects=0>. Acesso em: dez, 2016.

MORAES, Maria Cândida; TORRE, Saturnino. Pesquisando a partir do pensamento complexo - elementos para uma metodologia de desenvolvimento eco-sistêmico. **Educação**, v. 29, n. 1. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006, p. 145-172.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, Bauru: UNESP, 2003, p. 191-211.

MORAES, Roque. GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1. Bauru: UNESP, 2006, p. 117-128.

MORAES, Roque. GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. 2 ed. Ijuí: Unijuí, 2011.

MORALES, Cíntia; AMBRÓSIO, Maria Beatriz; MAGALHÃES, Otávio Luciano Camargo Sales de; PEDRASSOLI, REGINALDO. **Uma história da educação matemática no Brasil através dos livros didáticos de matemática dos anos finais do ensino fundamental**. 2003. 174 f. Monografia (Especialização em Metodologia do Ensino-Aprendizagem da Matemática no Processo Educativo) – Faculdade de Educação, Faculdade de Educação São Luis, Jaboticabal, 2003. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Monografia_Morales.pdf>. Acesso em: dez, 2016.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Tradução Eloá Jacobina. 8. ed. Rio de Janeiro: BERTRAND BRASIL, 2003.128p.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Tradução Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. - Ed. revista e modificada pelo autor - 82. ed. Rio de Janeiro: BERTRAND BRASIL, 2005. 350p.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução Eliane Lisboa. 4. Ed. Porto Alegre: SULINA, 2011. 120p.

MORIN, Edgar; CIURANA, Emilio-Roger; MOTTA, Raúl Domingo. **Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humana**. Tradução Sandra Trabucco Valenzuela. São Paulo: CORTEZ EDITORA, 2003. 105p.

NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. Tradução Lúcia Pereira de Souza. São Paulo: Trion, 1999. 125p.

OERS, Bert van. Challenges in the innovation of mathematics education for young children. **Educational Studies in Mathematics**, v. 84, n. 2, p. 267-272, 2013. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/43589786>>. Acesso: Jun, 2017.

PADERES, Adriana Marques; RODRIGUES, Regina de Brito, GIUSTI, Sonia Regina. Teoria da complexidade: percursos e desafios para a pesquisa em educação. **Revista de Educação**. v. 8, n. 8, p. 01-13, 2005. Disponível em: <<http://www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/educ/article/view/2205/2101>>. Acesso em: mar, 2017.

PARRA, verónica. OTERO, María Rita. FANARO, María de los Ángeles. Los Recorridos de Estudio e Investigación en la Escuela Secundaria: resultados de una implementación. **Bolema**, Rio Claro, v. 27, n. 47, p. 847-874, 2013.

PASSOS, Claudio Cesar Manso. **A transdisciplinaridade e o ensino da matemática neste contexto no ensino básico: uma inovação metodológica**. 2013. 290f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Coordenadoria de pós-graduação, Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/pgsskroton-teses/51945ab6c30377ee4f5c21fa62366af5.pdf>>. Acesso em: maio, 2017.

PAULI, Gunter. **La economía azul: 100 años, 100 innovaciones, 100 millones de empleos**. México: TUSQUETS EDITORES. 2011, 344p.

PETRAGLIA, Izabel. **Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber**. 13. ed. Petrópolis: VOZES, 2011, 126 p.

PIRES, Célia Maria Carolino. Implementação de inovações curriculares em matemática e embates com concepções, crenças e saberes de professores: breve retrospectiva histórica de um problema a ser enfrentado. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, n. 12, p. 5-26. 2007. Disponível em: <http://www.fisem.org/www/union/revistas/2007/12/Union_012_004.pdf>. Acesso em: fev, 2016.

POGGI, Margarita. **Innovaciones educativas y escuelas en contextos de pobreza**,

evidências para las políticas de algunas experiencias en América Latina. Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación IIPe-Unesco. Buenos Aires: UNESCO, 2011, 23p. Disponível em: <http://www.buenosaires.iipe.unesco.org/sites/default/files/Innovaciones%2520educativas%2520Poggi_0.pdf>. Acesso em: fev, 2016.

PONTE, João Pedro da; OLIVEIRA, Hélia; VARANDAS, José Manuel. O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. In: FIORENTINI, Dario (Ed.). **Formação de professores de Matemática: Explorando novos caminhos com outros olhares.** Campinas: MERCADO DAS LETRAS, 2003. p.159-192.

PONTE, João Pedro da; GUIMARÃES, Henrique Manuel; CANAVARRO, Paula; LEAL, Leonor Cunha; SILVA, Albano. O projeto DIC: investigações sobre a inovação curricular em matemática. **Revista de Educação**, Lisboa, v. 4, n. 2, p. 127-134, 1994. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/4223>>. Acesso em: jun, 2017.

PULIDO, Jairo Nelson. ROJAS, Héctor Jonathan. Las matemáticas en la vida y la vida de las matemáticas: Una perspectiva de trabajo de la Escuela Pedagógica Experimental. In: PRIMER COLOQUIO NACIONAL SOBRE PROBLEMAS Y TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 2014, Bogotá. **Anais eletrônicos.** Disponível em: <<http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/congreso/Coloquio/MemoriasColoquio/Documentos/CURRICULO/LAS%20MATEMATICAS%20EN%20LA%20VIDA%20Y%20LA%20VIDA%20DE%20LAS%20MATEMATICAS.docx>>. Acesso em: fev, 2016.

PULIDO, Jairo Nelson. **El ambiente educativo de las practicas matemáticas en una institución de innovación educativa:** sistematización de una experiencia. 2015. 149 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Faculdade de Ciências e Educação, Universidade Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2015. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwil2fzT7pzPAhUBj5AKHQE8BYUQFggjMAE&url=http%3A%2F%2Frepositorio.udistrital.edu.co%2Fbitstream%2F11349%2F2157%2F1%2FPulidoGomezJairoNelson.pdf&usq=AFQjCNHkAKELMkDFxXrFBeACaSZk39rpmQ&cad=rja>>. Acesso em: fev, 2016.

RIBEIRO, Dilson Ferreira. O motivo da resistência de professores de matemática às mudanças em relação à organização de conteúdos, recursos tecnológicos e métodos de avaliação. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, VII., 2013, Montevideo. **Anais eletrônicos.** Disponível em: <<http://www.cibem7.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/519.pdf>> Acesso em: Jan, 2018.

RIBEIRO, Flávia Nascimento. Edgar Morin, o pensamento complexo e a educação. **Pró-Discite: Caderno de Produção Acadêmica**, Vitória, v. 17, n. 2, p. 40-50, 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufes.br/PRODISCENTE/article/view/5804/4245>>. Acesso em: mar, 2016.

SANTOS, Akiko. Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. **Revista Brasileira de Educação - Anped**, v. 13, n. 37, p. 71-186, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v13n37/07.pdf>>. Acesso em: mar, 2016.

- SCOTT, Patrick. La educación matemática en Finlandia: Un camino seguro para otros países o una anomalía. **Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática**. Costa Rica, n. 12, p. 141-152, 2014. Disponível em: <<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/18861/19031>>. Acesso em: jun, 2017.
- SEGURA, Dino. Las Actividades Totalidad Abiertas: una propuesta para la comprensión de nuestra realidad en un mundo globalizado. In: CONGRESSO NACIONAL DE CIENCIAS, IX., 2007, Costa Rica. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponencias2007/DinoSegura.pdf>>. Acesso em: Ago, 2017.
- SEGURA, Dino. Las urgencias de la innovación. In: CONGRESSO NACIONAL DE CIENCIAS Y ESTUDIOS SOCIALES, 10., 2008, Costa Rica. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.cientec.or.cr/exploraciones/ponencias2008/DinoSegura.pdf>>. Acesso em: fev, 2016.
- SEGURA, Dino. **El pensamiento científico y la formación temprana**: una aproximación a las prácticas escolares en los primeiros años, vistas desde la ciencia y la tecnología. Bogotá: ESCUELA PEGAGÓGICA EXPERIMENTAL, 2009, 21p.
- SEGURA, Dino. **Escuela Pedagógica Experimental**: Una propuesta novedosa articulada con la conversación. Bogotá: ESCUELA PEGAGÓGICA EXPERIMENTAL, 2015. 27p.
- SEGURA, Dino. **La iniciativa Ata-Epe**: construyendo la tecnología de hoy desde la invención y la creatividad. Bogotá: CORPORACIÓN ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL, 2016, 52p.
- SEGURA, Dino. MALAGÓN, Yaneth. **Las matemáticas en la EPE**. Bogotá: ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL, 2007, 11p.
- SEGURA, Dino. GARCÍA, Mónica. **Hacia una escuela para la sociedad**: una perspectiva ambiental desde la Economía Azul. Bogotá: ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL, 2014, 07p.
- SILVA, Jairo José. **Filosofias da matemática**. São Paulo: UNESP, 2007, 240p.
- SILVEIRA, Denise Tolfo. CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel. SILVEIRA, Denise Tolfo (Orgs). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009, p. 31-42.
- STEPHEN, Michelle L. What are you worth? **Mathematics teaching in the middle school**, v. 15, n. 1, 2009. p. 16-23. Disponível em: <<http://www-jstor-org.ez94.periodicos.capes.gov.br/stable/pdf/41182947.pdf>>. Acesso em: mai, 2017.
- SUANNO, João Henrique. Inovação na educação: uma visão complexa, transdisciplinar e humanista. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 9. CONGRESSO SUL BRASILEIRO DE PSICOPEDAGOGIA, 3., 2009, Curitiba. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3483_1988.pdf>. Acesso em: fev, 2016.

THOMPSON, Alba Gonzáles. **Teachers' conceptions of mathematics and mathematics teaching**: three case studies. Georgia: UNIVERSITY OF GEORGIA, 1982, 638p. Disponível em: <<http://search.proquest.com/docview/303233549>>. Acesso em: dez, 2016.

THOMPSON, Alba Gonzáles. A relação entre concepções de matemática e de ensino de matemática de professores na prática pedagógica. **Zetetiké**. Campinas. v. 5, n. 8, p. 11– 44. 1997.

WARD, Lauren, FITZALLEN, Noleine; LYDEN, Sarah. Egg-streme: egg crashes. **The Australian Mathematics Teacher**. Adelaide, v. 72, n. 2, p. 10-15. 2016. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=EJ1106791>>. Acesso em: jun, 2017.

ZAMBRANO, María. **Notas de un método**. Madrid: MONDADORI, 1989, 144p.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Projetos EPE de Economia Azul 2017.

Nome dos projetos	Área temática	A que se propõe	Atividades desenvolvidas
<i>Espacios azules</i>	Ambiente escolar	Trabalha a melhoria de todos os espaços escolares, desde espaços abandonados até espaços muito utilizados. Sempre consulta a comunidade escolar para a tomada de ações.	Atuação nos ambientes da escola a partir de planejamento e elaboração de maquetes; Recuperação do depósito de rejeitos de carpintaria; Recuperação das arquibancadas da área esportiva.
<i>Interacciones con la luz</i>	Energias e transformação do movimento	Construção de várias montagens que possibilitem visualizar e explicar as interações da luz. Elaborar explicações que permitam compreender o seu funcionamento.	Desenho e montagem de espelhos; Sombras e pigmentos; Produção de luz; O invisível se faz visível; Construção e apresentação de protótipos.
<i>Matemáticas, juego y arte</i>	Matemática	Desenvolver a Matemática com mais sentido e significado para os alunos a partir de uma perspectiva holística na qual a arte, os jogos de estratégia e o fazer com as mãos sejam os ambientes de realização e desenvolvimento do pensamento matemático.	No projeto se constroem figuras e objetos sólidos, como origami, se trabalham desafios lógicos e jogos de estratégia.
<i>¿Qué es ser un aviador?</i>	Ciência e tecnologia por meio de voos aeronáuticos	Questionar os fatores físicos, psicológicos, antropológicos, artísticos e arquitetônicos sobre os primeiros artefatos construídos para o ser humano voar. Também fomenta espaços de participação a partir da ciência e da tecnologia onde os alunos constroem experimentos para saber a diferença entre o voo das aves e de um avião.	Leitura de mitos e de lendas sobre o voo no mundo; A aviação colombiana; Reconhecimento de cidades para onde podemos viajar de avião. Atividades a partir dos questionamentos dos alunos: As galinhas voam? Como funcionam as turbinas de um avião? O que faz um paraquedas voar? Quais foram os artefatos construídos por Leonardo Da Vinci que voaram?
<i>Cosmonautas “Cosmología”</i>	Origem e desenvolvimento do universo	Construir um coletivo de opinião a respeito da origem e desenvolvimento do universo a partir de algumas concepções abordadas por meio de atividades em aula.	Conversas com diferentes profissionais e pessoas relacionadas a cada um dos assuntos de interesse dos alunos; Conversas sobre as condições biológicas que se desenvolveram em torno da origem do universo; Um assunto que gera muito debate entre os alunos é a temperatura do universo e a relação que mantém com as

			cores dos satélites e outros corpos celestes. Para abordar essas questões, são propostas uma série de laboratórios e experiências físicas.
Especialización en danza	Dança e tradições das planícies orientais: Floromiro y el diablo	Fomentar o folclore colombiano na cidadania; Conhecer a importância da dança na história da Colômbia e na sociedade; Estimular que os jovens valorizem a cultura com o resgate e a preservação do patrimônio cultural intangível; Desenvolver o sistema psicomotriz dos alunos.	Reconhecimento de linhas de dança (clássica, contemporânea, moderna, urbana, popular e folclórica); Estudo de gêneros de dança; Estudo de artistas reconhecidos historicamente; Pesquisa sobre artistas na família; Aplicação dos conhecimentos de dança em montagens artísticas.
Energías renovables: una alternativa sostenible	Energias renováveis	Conhecer os diferentes tipos de energias renováveis, compreendendo os fundamentos de seu funcionamento, princípios físicos que são regidos, aplicação na vida cotidiana e sua eficiência. Também estudar os benefícios e efeitos que essas energias podem gerar na sociedade, na política, na economia, na educação e na ecologia.	Discussões sobre as problemáticas do país e como as energias renováveis podem ser aplicadas; Construção de geradores eólicos e hidro eólicos para compreender o seu funcionamento e sua eficiência; Trabalho com fotocélula para compreender a energia solar e seu funcionamento; Trabalho num experimento para obter energia solar de plantas; Construção de um forno solar.
Cuidadores del tejido de la vida	Trabalho coletivo que permita a conexão de cada ser humano com a Mãe Terra como um tecido que busca reconhecer de onde viemos.	Reconfigurar um espaço de trabalho coletivo (estudantes, especialistas da comunidade e professores) que permita imaginar, propor e desenvolver atividades interessantes com a participação e liderança dos estudantes; Gerar um diálogo de saberes com as comunidades indígenas e camponesas que contribua na reconstrução da relação do ser humano com a natureza; Reconhecer o ser humano como parte de um tecido milenar que se constituiu como povo colombiano; Realizar uma etnografia de vários objetos construídos pelos estudantes que recorrem a memória das comunidades indígenas e camponesas.	Visita ao povo indígena Los Muíscas; Visita ao museu do Ouro; Construção de réplicas de objetos de ouro; Construção de um Olho de Deus e um coletor de sonhos; Preparação de cremes de calêndula, urtiga e menta; Reconhecimento das plantas existentes na EPE e preparação de chás; Construção de um blog contendo os conhecimentos construídos no projeto; Produção de uma bebida fermentada de origem indígena; Oficina de sementes e danças andinas; Encontro com “ <i>el Semillero de Interculturalidad</i> ” da Universidade Pedagógica Nacional.
El humano del Futuro	Biologia, meio ambiente e o ser humano do futuro.	Promover uma educação científica e cidadã nos estudantes que lhes permita abordar de forma crítica,	Estudo e problematização de teorias evolutivas, sobre a origem da vida na Terra e a

		<p>reflexiva e coerente, as diferentes formas de vida na Terra e no universo, a partir de uma perspectiva adaptativa;</p> <p>Construir espaços de aprendizagem que permitam a construção de hipóteses, alternativas e soluções diante de uma situação problemática que gera interesse e motivação nos alunos em conhecer.</p> <p>Construção de cenários acadêmicos e de coexistência que permitam explicar a forma como os alunos abordam e resolvem um problema da educação científica e cidadã promovida pela escola.</p>	<p>origem do universo através de consulta bibliográfica, discussão e debate sobre essas teorias;</p> <p>Estudo das estruturas fisiológicas e anatômicas dos órgãos e tecidos do corpo humano e como estes tiveram adaptações evolutivas;</p> <p>Estudo das possíveis causas que geraram certas mutações genéticas em seres humanos;</p> <p>Discussão e questionamento sobre porque certos elementos radioativos e alimentos transgênicos são uma das principais causas que geram câncer em seres humanos;</p> <p>Desenvolvimento de protótipos de órgãos que permitem explicar sua estrutura e função;</p> <p>Fóruns sobre possíveis formas de vida no universo;</p> <p>Práticas de laboratório que permitem uma aproximação das diferentes formas de vida na Terra (micro-organismos);</p> <p>Construção de esboços que imaginem o possível ser humano do futuro, levando em consideração os estudos astro biológicos, geofísicos, bioquímicos e biológicos que foram realizados nos últimos anos.</p>
<p><i>Derecho a la ciudad y ejercicio de la ciudadanía en escenarios de educación alternativa</i></p>	<p>Cidadania e transformação do espaço público</p>	<p>Aborda a temática do direito a cidade e o exercício da cidadania num contexto de escola alternativa. O projeto pretende formar para o direito a cidade no direito.</p> <p>O projeto trabalha em dois eixos principais:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O reconhecimento das transformações históricas e espaciais do meio urbano, e neste caso, da cidade de Bogotá durante o século XX; 2. As emergências do contexto urbano e a conformação dos movimentos sociais. 	<p>Estudo da configuração histórica e as transformações espaciais da cidade de Bogotá durante o século XX;</p> <p>Literatura como mediação em reconhecimento do meio urbano com o estudo dos “<i>Escritos Y yo que lo creía un farsante</i>” e “<i>Chapinero</i>” de Andrés Ospina.</p> <p>Identificação de problemáticas urbanas e exercício do direito a cidade. (Movimentos sociais e possibilidades de exercício da cidadania em Bogotá).</p>
<p><i>Recuperación del arboreto EPE y de la quebrada puente piedra: fuente de energía, cultura y vida</i></p>	<p>Reflorestamento e recuperação do arvoredo. Conservação e preservação da água.</p>	<p>Este projeto implica todo um exercício de caracterização, apropriação e leitura de contextos que deem lugar a abordagem daquelas situações problema e práticas de prevenção e conscientização no reconhecimento dos riscos e possíveis soluções que se podem desenvolver, tanto para as</p>	<p>Participação na conferência sobre o problema da exploração mineira na <i>Ciudad Bolívar</i>;</p> <p>Trabalho acompanhado pela <i>Fundación Reacción Ambiental</i>: jornada de viagem a reserva Thomas Van Der Hammen; Interpretação</p>

		necessidades da comunidade EPE como da comunidade adjacente a escola em relação ao uso, manejo, cuidado e controle florestal e hídrico.	ambiental no <i>Cerro de la Conejera</i> ; Observação de um riacho entre as montanhas denominado de <i>la Quebrada la Salitrosa</i> e passeio pelo parque distrital <i>Humedal la Conejera</i> . Trabalho guiado pela instituição <i>Conservación Internacional</i> : sessão oficina sobre o cuidado e a importância das árvores; Sessão oficina sobre o reconhecimento dos tipos de solo.
<i>Exploremos el bosque con lupa</i>	Composição e característica da biodiversidade presente no bosque da escola.	Gerar no estudante atitudes de sensibilização e apropriação do seu território; Propiciar a atividade científica e investigadora nas crianças a partir da formulação de perguntas e exploração dos interesses dos estudantes; Reconhecer a biodiversidade presente no bosque da escola a nível de composição; Reconhecer a funcionalidade e importância desta diversidade no meio ambiente para gerar nos estudantes não só um sentido de apropriação, mas também um sentido de respeito à natureza por suas propriedades intrínsecas de vida e por seu valor como recurso natural.	Caminhadas de exploração; Construção de mapas dos lugares visitados; Construção dos instrumentos necessários para a exploração do bosque; Observação dos diferentes seres vivos com seu respectivo registro; Diálogos e discussões entre os membros do grupo para possíveis explicações; Atividades de consulta sobre os interesses dos estudantes; Leituras curtas; Laboratórios ou experiências simples para observar com mais detalhe e profundidade as descobertas realizadas no bosque; Maquetes ou herbários que recolham o conhecimento adquirido pelos estudantes a respeito da composição da biodiversidade do bosque.
<i>Insecticidas naturales</i>	Processos de homeostase em seres vivos e impactos negativos dos produtos industriais sobre o ambiente.	Promover, com os estudantes, a construção de explicações frente a fenômenos cotidianos que ocorrem no seu entorno; Contribuir com elementos que permitam aos estudantes compreender os processos de homeostase nos seres vivos; Gerar posturas críticas e promover soluções ao impacto negativo que geram os inseticidas industriais no meio ambiente.	Identificação do interesse dos estudantes em relação a distintos fenômenos ou situações do cotidiano; Desenho explicativo a respeito da seguinte pergunta: Se a radiação nuclear não destrói as baratas, porque o inseticida Raid consegue mata-las? Vídeos assistidos pelos estudantes sobre insetos; Reconhecimento da morfologia dos insetos por meio de dissecações de Díctiopteros e Coleópteros; Construção de quadros comparativos entre a fisiologia humana e a dos insetos;

			<p>Construção da explicação das rotas fisiológicas que fazem os inseticidas industriais no corpo dos insetos;</p> <p>Debate a respeito das diferenças entre inseticidas industriais e a radiação nuclear;</p> <p>Pesquisa sobre os aspectos gerais dos inseticidas: história, usos, componentes e função dos componentes;</p> <p>Debate sobre as pragas e os efeitos positivos e negativos dos inseticidas industriais sobre o ambiente;</p> <p>Pesquisas sobre a preparação de inseticidas naturais;</p> <p>Entrevista com o jardineiro da escola sobre as plantas que poderiam ser usadas como inseticidas naturais e como prepara-los;</p> <p>Preparação de inseticidas naturais por métodos de fermentação.</p>
<i>Robótica</i>	Biomimética	Construção de modelos robóticos inspirados em movimentos de animais.	Utilizando os kit's de robótica da EPE, os alunos já construíram uma máquina de riscar (tipo eletrocardiograma), um avião inspirado nos morcegos, um helicóptero e um trem bala.
<i>Autos y Barcos: los sistemas de propulsión en acción</i>	Energias e transformação do movimento	<p>O projeto decorre da ideia dos estudantes em tentar construir dispositivos que se movam e, da pesquisa exploração que ocorre no âmbito da classe de mecanismos de projetos eletrônicos. Os alunos constroem carros e exploram várias formas de propulsão que eles adaptam e são incorporados a esses dispositivos. O projeto busca a construção de carros que se movem sob diferentes formas de propulsão.</p> <p>O aluno adapta cada uma das formas de geração e transformação de energia aos carros projetados por eles e prepara explicações para entender o seu funcionamento.</p>	<p>Desenho de protótipos;</p> <p>Exploração de formas de propulsão;</p> <p>Adequação das formas de propulsão aos carros construídos;</p> <p>Elaboração de formas explicativas do desenvolvimento dos protótipos;</p> <p>Testes dos protótipos;</p> <p>Apresentação dos protótipos.</p>

Fonte: Este quadro foi construído pelo autor (2017) a partir de documentos elaborados pelos professores coordenadores dos projetos da Economia Azul.

Apêndice 2 – Entrevista com Dino Segura

Pesquisador: Professor Dino, como surgiu a EPE? O Senhor foi o idealizador da EPE?

Dino: Não, não, não....(risos)... Existem pessoas que pensam que a EPE é a realização de uma escola que estava primeiro na cabeça. A escola é o mesmo que quando tu semeias uma árvore. Tu semeias uma árvore e tu não sabes quando vai sair um ramo, outro ramo, uma folha, outra folha, tens que dar-lhe água, terra, e a árvore será o que terá que ser. Não o que tu queres. Nunca a árvore será o que tu queres que ela seja. Por isso, não podemos prever o que será o estudante que sai da EPE, ele será o que tem que ser e não o que queremos que seja. Por isso lutamos muito contra a homogeneização.

Pesquisador: Por isso é uma luta constante.

Dino: Inclusive a mesma sociedade de consumo tende a homogeneização e é muito complicado manter as crianças na dinâmica de serem elas próprias e não de ser o que a sociedade de consumo quer que elas sejam. É uma luta permanente. Por isso tem que ver não somente com as modas, com o jeito de vestir-se, porém o importante é o que eles querem ser no futuro. Então, esse compromisso que nós temos por criar condições para que eles cheguem a ser, é algo que viemos construindo pouco a pouco e que não estava em nossa cabeça no princípio quando se iniciou a EPE.

Então, a EPE de hoje é uma escola distinta do que era a EPE a dez anos atrás. Não havia a Economia Azul, por exemplo. Isso é uma coisa nova. Também a escola mudou um pouco com a minha saída da escola. Já fazem quatro anos que eu saí da escola. E era uma espécie de desafio de ver como iria funcionar a escola sem a minha presença. E me parece que as coisas funcionaram. Tu a encontraste funcionando bem, não é? E tu estás contente com o que encontraste? Te surpreendestes?

Pesquisador: Sim, estou muito surpreso com o que encontrei e sinto que estou mudando como profissional e como pessoa ao conviver com o ambiente EPE.

Dino: Então te digo, a escola não é a concretização de uma teoria ou de um projeto que estava na cabeça de alguém. É um projeto que foi crescendo, que foi enriquecendo, que foi mudando permanentemente. E claro, nós não estudamos apenas Educação, mas a teoria da complexidade, as ideias de Humberto Maturana, as ideias de Heinz von Foerster, um dos criadores da cibernética. As ideias dessas pessoas, nós estudamos porque eles nos dão ideias, mais do que os educadores (risos).

Pesquisador: (risos)... Sim, eu lhe compreendo.

Dino: Então, a EPE seguirá sendo a EPE e não o que alguém queira que ela seja. Ela será ela própria, o que sua dinâmica queira que ela seja. Assim, posso afirmar seguramente

que existe uma amizade entre as crianças, os pais, a sociedade e a escola. Porém, se nós queremos que a escola transforme a sociedade, nós acreditamos que uma das metas da escola é transformar a sociedade. E nós acreditamos que fazendo o que estamos fazendo estamos alcançando que os alunos pensem de uma maneira diferente e que, no futuro, transformem a sociedade. Não sei, penso que esta é uma ilusão que temos (risos).

Pesquisador: (risos)...é uma utopia. Eu tenho pensado que a EPE é uma utopia aplicada...(risos)

Dino: Uma utopia aplicada?...(risos)...sim, sim, tem razão....(risos).

Pesquisador: Você poderia falar um pouco sobre a inovação realizada na EPE? como esse processo de inovação se mantém ao longo do tempo nas atividades cotidianas da EPE? Eu tenho lido que inovação, de uma maneira ou de outra, é um processo que muda, ou uma nova maneira de fazer uma mesma coisa. Mas como manter esse processo que muda a cada dia?

Dino: Nós diferenciamos a inovação da alternatividade. Dizemos que a inovação objetiva fazer o mesmo de uma maneira distinta e a alternatividade se manifesta fazendo outra coisa. A escola alternativa faz coisas diferentes todos os dias e a escola inovadora faz as mesmas coisas de maneiras distintas. Então, nós na EPE, não queremos tanto ser inovadores no sentido de fazer o mesmo de uma maneira distinta, mas queremos ser alternativos e fazer outras coisas, coisas distintas.

Pesquisador: sim, entendi. Isso é muito importante.

Dino: Agora, a escola tem 40 anos. Nesses 40 anos nós dizemos que estamos contra as políticas educativas estatais. Não queremos que o governo exerça seu poder sobre a nossa escola. Dizemos que não faremos o que eles querem. Por exemplo, não teremos manual de convivência, não teremos avaliação, e não teremos todas essas coisas. E o governo nos tem suportado...(risos)... Sim, porque em outros casos eles fecham as escolas e, conosco, já não podem mais nos fechar. Eles não se atrevem a tocar-nos porque a EPE já é uma instituição que tem raízes com repercussão nacional e internacional. Na EPE, já produzimos livros, já produzimos muitos pontos de vista, ou seja, é um chamado permanente ao sistema dizendo que as coisas não estão bem na Educação. Gostaríamos de fazer mais coisas, porém não temos mãos, não temos como fazer.

Quero te mostrar uma coisa. Vou pegar meu computador.

Pesquisador: sim.

Dino: Esta é a página da Corporación EPE (<http://www.corporacionepe.org>). Esta é a primeira página onde temos algo relacionado com o que estamos tratando de promover, como

o que é Educação alternativa em geral. Aqui temos uma conferência que participamos a pouco tempo atrás, sobre cientistas colombianos que estamos muito interessados em que todas as pessoas conheçam. Que na Colômbia existem cientistas e que eles têm feito coisas importantes. Por exemplo, este Senhor, Jaime Castillo Zapata, com sua equipe de trabalho, inventou uma variedade de café resistente a doença da ferrugem. Então, em todo o mundo estão começando a produzir essa variedade de café, descoberta na Colômbia por esse Senhor.

Atualmente temos essa nova seção na página da Corporación, que se chama “Educaciones alternativas” onde queremos que através desse espaço se possa projetar várias experiências de alternatividade. Então, nós queremos que nossa página se converta num ponto de referência sobre o que se está fazendo na Colômbia.

Pesquisador: Sim, ideia muito interessante.

Dino: A algum tempo atrás nós pensávamos que o país deveria ser autossustentável, ter uma indústria muito forte e substituir as importações pelos nossos produtos. Mas, quando em 1994 se planejou a abertura econômica, nesse momento nós nos resignamos a não ter indústria própria, mas entrar e competir no mercado com as fronteiras abertas. Então, nossa indústria se acabou. Então, o que é importante na Colômbia são os recursos naturais para exportação e é isso que leva a não ter nenhuma sustentabilidade. E se no futuro esses recursos acabarem? Que faremos?

Então, nós estamos planejando, e isso é uma luta de muitas pessoas, que temos que voltar a dar importância ao conhecimento, dar importância a pesquisa, dar importância aos recursos não renováveis ou os renováveis. Como as plantas, as sementeiras, os rios, que são renováveis e os não renováveis como o petróleo ou, por exemplo, as minas. Então, por isso, é muito importante que comecemos a observar e pensar sobre o conhecimento.

Nesta página, aqui neste espaço, está a parte editorial, onde temos livros que se pode baixar diretamente. Todos esses materiais são públicos. Esse é o trabalho editorial da EPE.

Pesquisador: Se me permites, vou divulgar isso no Brasil.

Dino: Claro que sim. Muito bom.

Essa é outra página (<http://www.roboticaescolar.com>).

Pesquisador: Os alunos da EPE vêm aqui para trabalhar com os materiais de robótica?

Dino: Sim, mas na escola também existem e se utilizam esses materiais.

Pesquisador: Esses materiais são oferecidos para outras escolas?

Dino: Sim, oferecemos os materiais e damos formação para os professores aprenderem a usá-los. Porém, para atender as necessidades de criação dos alunos, tivemos que criar peças

próprias, diferentes dos materiais comerciais disponíveis no mercado, como vigas, rodas, pratos, etc. Todo esse material está patenteado em Barcelona, na Suíça e na Colômbia.

Veja, esta é uma catapulta. Aqui nos dedicamos a construir protótipos com essas peças. Esses protótipos, construídos por nós, ilustram princípios fundamentais, digamos, da tecnologia, desse tipo de tecnologia. Por exemplo, temos máquinas inspiradas na mecânica de Newton, na termodinâmica. Depois máquinas inspiradas na autorregulação, na retroalimentação, no controle, ou seja, na cibernética. Esse é o segundo nível. E depois umas máquinas que são capazes de transformar as variáveis físicas em variáveis elétricas para mover isto. Então um som se converte num pulso elétrico. Por exemplo, a máquina chega a uma linha e percebe quando está sobre o escuro ou sobre o branco, e dependendo disso, vai para um lado ou vai para outro. Essas já são máquinas que tomam decisões. Tem um neurônio. Então temos três níveis: o nível das máquinas newtonianas, o nível das máquinas que tomam decisões e o nível das máquinas que percebem os diferentes tipos de variáveis externas. E esses três tipos de níveis convertemos em diferentes tipos de protótipos que demonstram aos alunos o que se pode fazer com o material.

Agora vamos para o laboratório que quero te mostrar tudo isso.

Apêndice 3 – Conversa com alunos no pátio da escola.

Pesquisador: Então vou perguntar para vocês: qual a diferença entre as escolas que vocês estudaram anteriormente e a EPE?

Valentina: Pois as diferenças são: a liberdade de expressão e a liberdade de saber lidar com a nossa própria liberdade. De não abusar de nossos direitos. Aqui na EPE nos ensinam a ser autônomos.

Miguel: Não só nos ensinam a ser autônomos, mas como trabalhar com uma pessoa sempre ao nosso lado e não trabalhar somente sozinhos.

Pesquisador: E você gosta de ser autônomo?

Miguel: Sim, eu gosto.

Valentina: Eu gosto muito. E outra coisa, a EPE é muito artística, eu penso. Digamos que as especializações aqui são mais artes, dança, música e nas outras escolas nos especializam em coisas como Administração e coisas que podem servir muito ao país, porém são muito comuns. Os espaços que existem aqui para as atividades são muito diferentes dos espaços da outra escola que estudei.

Pesquisador: Obrigado Valentina. E tu Santiago, o que pensas a respeito?

Santiago: Eu gosto da autonomia e, como disse Valentina, gosto de me especializar em outras coisas. A EPE procura mostrar um tipo de Educação diferente. Em uma escola tradicional tentam te educar para a competitividade, para ser melhor que os outros em alguma coisa ou em alguma área. Te demonstram que essa competitividade é o melhor para a tua vida. Mas aqui na EPE, o que tentam focar é mostrar para nós o que queremos, nos valorizam, valorizam o que somos, valorizam o que queremos, aquilo que gostamos. Isto é muito forte na EPE. Querem que formemos uma autonomia.

Por exemplo, a EPE pode contribuir muito para o nosso desenvolvimento como pessoas críticas e felizes e não como pessoas que tem sempre que estar competindo. Aqui nós podemos formar a nós mesmos, podemos aprender com todos e em todos os lugares.

Pesquisador: Muito obrigado pessoal.

Apêndice 4 – Entrevista livre com a professora Paola.

Pesquisador: Paola, por favor, fale livremente sobre o que pensas das tuas atividades aqui na EPE.

Paola: Para mim a EPE é mais que um lugar de trabalho, tem sido uma família. Porque eu conheço a EPE desde muito pequena.

Pesquisador: Tu estudaste na EPE?

Paola: Não, minha mãe foi aluna de Dino e pertenceu a Corporación. Minha mãe sempre sonhou que eu e minha irmã estudássemos na EPE, porém nunca podemos. Meu primo estudou na EPE. Então primeiro comecei a conhecê-la por esse lado, por minha mãe. Eu sinto que minha formação como pessoa foi muito crítica em função da minha mãe pertencer a EPE. E depois comecei a trabalhar na EPE. A qualidade humana que recebi na escola permitiu me sentir bem, me sentir identificada com o espaço.

Pesquisador: Sim, eu percebo que a EPE é um espaço de convivência pacífica, por exemplo, eu não percebo “bullying”.

Paola: Sim. Há rugas, mas porque somos seres humanos. Nós temos uma postura frente à resolução de conflitos, ou seja, nós formamos estudantes para que sejam uma sociedade diferente.

Pesquisador: Sim, me parece que a solução de conflitos está muito adiantada na EPE, ou seja, as questões conflituosas se resolvem muito facilmente.

Paola: Sim. Na EPE resolvemos tudo com muito diálogo.

Pesquisador: Paola, muito obrigado pelas suas palavras.

Apêndice 5 – Entrevista livre com a professora Diana.

Pesquisador: Diana, por favor, fale livremente sobre você e sobre a oportunidade de trabalhar na EPE?

Diana: Eu sou licenciada em Matemática, acabo de sair da universidade, sou recém graduada pela Universidade Pedagógica Nacional. Minha formação foi basicamente no ciclo inicial, que é como o curso de Matemática, porém, com uma aproximação da Pedagogia. Então aprendemos sobre as coisas da pedagogia, sobre quais correntes existem atualmente na Educação. Então temos uma formação paralela. Não vemos primeiro a Matemática e depois a pedagogia, ambas são construídas paralelas nos cursos.

Eu tive três experiências práticas. A primeira foi uma prática inicial onde eu fiz observações para ver como é o funcionamento da escola. Isso foi num colégio distrital. Nesse colégio o funcionamento é com exercícios, o professor explica, exercícios, classe, o professor explica, exercícios, classe... E daí a nossa formação na universidade tem estado muito focada em que isso já não funciona. Já nos disseram para modificar.

Pesquisador: Uma pergunta, colégios distritais são públicos ou privados?

Diana: São públicos.

Pesquisador: Ah sim, entendi.

Diana: Então, isso que se vê nos colégios é uma coisa que.... Ou seja, vemos uma coisa na universidade e a realidade das escolas é bem diferente. Essa é a realidade de nosso país. Não se aplica na escola o que se estuda na universidade.... Então, como eu sou recém-formada, tenho muitas coisas que aprendi na universidade e que gostaria de experimentar aqui. Janeth (orientadora) me dizia que eu devo criar uma atividade para que eu possa me impregnar das metodologias da escola, ou seja, conhecer o trabalho e como se vive a escola aqui. E, a partir disso, também nos dão uma capacitação, que nos dá Dino. Dino faz conferências. Também temos Gildardo que faz espaços de discussão com todos os professores que chegam novos aqui na escola e que devemos conhecer as dinâmicas da escola para irmos nos impregnando, como o processo da esponja, pouco a pouco irmos penetrando nas metodologias. Porém, não importa se erramos aqui na escola. O importante é nos apoiarmos em nossos companheiros. E isso se vive muito aqui porque muitas vezes, nós os docentes, tendemos a ter um só conhecimento, uma só perspectiva e isso é como ter um visor de uma só cor, só tens uma perspectiva. O que acontece quando recebemos a opinião de outros? Por exemplo: eu tenho uma estudante que não gosta de Matemática. Porém, ela gosta de música. Então vamos fazer uma proposta em que incluímos a música para que ela possa reconhecer que a Matemática vive em outros ambientes que não é o ideal, ou seja, no mundo da nuvem porque não está presente no teu

viver, em teu existir. Então, com esta aluna, vamos nos apoiar no professor de música, que é o Pedro, para construir a proposta para esta menina que quer e já se aproximou de mim. Eu acredito que este é o primeiro passo.

Eu creio que aqui se trabalha a partir de perguntas, como dizia Janeth, uma premissa, uma pergunta grande. Como os estudantes, através da experiência com a Matemática, veem coisas da sociedade e que relacionem consigo rapidamente. Então, por exemplo, me perguntavam,..., e assim começamos o tema,..., vou te mostrar aqui um pouco da minha preparação de como eu vou guiando os meus alunos, então me perguntaram: “profi, eis que temos senhas no Facebook, no Instagram, como fazem para que não nos roubem nossas senhas?” Pronto, surgiu a pergunta. Bem, então já podemos começar a trabalhar variáveis e começamos com códigos. Quero dizer codificar para saber quando a senha é verdadeira e quando a senha é falsa. No exemplo utilizado, temos um texto original, ou seja, o alfabeto normal, e em uma segunda fila temos uma sequência de letras correspondentes a cada letra do alfabeto original, formadas por uma regra Matemática. Então começamos a jogar mudando as regras da codificação. Primeiro eu apresentei um código que eu criei, que tinha que correr apenas três posições. Ou seja, a letra A era representada pela letra D. Eu trazia os códigos e eles descobriam qual era a regra. Então, começamos a desenvolver códigos e aprender conceitos de variáveis discretas. Depois disso vamos aprender o conceito de função inversa, ou seja, a partir da frase codificada obtemos a frase original. Já os alunos trabalham de maneira muito dinâmica e em grupos. Se não conseguem resolver no seu grupo eles vão até outro para discutir uma maneira de resolver. Essa parte é muito produtiva.

Eu estou tentando descobrir um jeito de fazer-lhes perguntas desafiantes ou que eles me façam as perguntas e eu lhes dou as ferramentas para que eles construam conceitos. Esta é minha ideia e estou me apoiando nos meus companheiros professores que me ajudam muito propondo diversas possibilidades. Este tem sido meu processo até agora.

Pesquisador: Como você começou a trabalhar na EPE? Como isso aconteceu? Como surgiu essa ideia?

Diana: Existe um evento que apresenta experiências com ciências e as universidades e os colégios buscam esses espaços para apresentar suas investigações. Então a EPE esteve nesse evento e eu também estive juntamente com minha universidade, como aluna. Nesse evento estávamos expondo e havia um tempo para expor e outro tempo para olhar os outros. Então conheci a EPE assim. Eles levaram algo muito bonito que é um projeto de recuperação de um rio, ou um córrego que afeta aqui a comunidade. A EPE apresentou uma investigação realizada pelos alunos que pode estabelecer, por meio de análises de amostras da água, que o riacho

estava muito contaminado e que deveriam tomar ações para descontaminar o rio. Então, a partir desse projeto eu lhes conheci..., outra coisa que me chamou atenção é que é muito raro, aqui em Bogotá, ver um colégio sem uniforme, ou seja, aqui é uma só cor..... então a EPE rompe com o esquema da escola normal aqui na Colômbia. Aqui na Colômbia se quer homogeneizar a Educação, que todos sejam iguais, todos aprendam os mesmos conteúdos.... Não! Aqui (na EPE) isso não é possível, aqui todos se vestem como querem, tem uma personalidade livre, podem dizer: " eu não gosto de Matemática profi... para que vou aprender isso?" Então eu tenho que buscar a forma de encaminhá-los os temas que eles queiram ver, ou a fazer as perguntas investigativas, ou seja, se vai construindo tudo a partir dos diálogos, de que pergunta fazem as crianças.

Os projetos que se fazem aqui buscam que os alunos encontrem seu rumo, sua paixão, sua forma de pensar, porém temos que conectar as matérias e isto é um objetivo grande na escola. Ou seja, não só como eu penso o conhecimento, o estudante, mas como penso todos os fatores que afetam o conhecimento em geral. Neste processo eu estou como que num exercício em todas as turmas que atuo. Mas eu tenho muito que mudar porque as dinâmicas aqui são muito diferentes. Nesse processo de adaptação, tem me ajudado muito os meus companheiros porque o trabalho não é só meu, é em conjunto com eles, é coletivo. Digamos que com Diego eu trabalho no nível 8 e então realizamos uma pergunta, por exemplo, um problema que surgiu no Egito, e assim para os alunos desenvolvemos um objetivo. Então aí começamos com frações e tudo isto. E com Maicon vamos trabalhar materialidade, vamos trabalhar fatoraçoão diferente. Porque fatoraçoão? Primeiro monômio depois trinômio quadrado perfeito, não! Vamos construir diferentes representações geométricas para construir os diferentes casos de fatoraçoão a partir de áreas e porque funcionam. Essa é uma proposta. Todavia temos isso em construção e quando tivermos a proposta completa te contarei.

O que propomos como professores não é novo, porém no ambiente de aula se pode ver que a metodologia da EPE faz com que estes recursos sejam úteis, sejam novidades, sejam criativos para os estudantes. Porém, eu estou começando e ainda trago comigo muito da velha escola.

Pesquisador: Ontem, Dino Segura me disse que não existe uma preparação formal para que o professor trabalhe na EPE, é o professor que faz sua própria formação. Diante disso eu te pergunto: como é a tua formação para trabalhar aqui na EPE, já que tu dizes que ainda estás impregnada das metodologias da velha escola (escola tradicional)?

Diana: Aqui na EPE estamos em constante formação, nós nunca vamos acabar de aprender. Porque o que se passa, os estudantes também nos impregnam de coisas que não são

somente as matemáticas, mas são os ambientes sociais, a arte, a química, a biologia, tudo está como que se reunindo e nós sempre vamos aprender com isto porque, embora nossa experiência seja a Matemática, aqui não se trabalha só Matemática, mas todo um conjunto e por isto que os profissionais que somos, nos apoiamos e também tiramos conclusões disto. Este processo me ajuda muito a aprender a metodologia da escola e a me desligar das concepções que trago da minha formação universitária. Aos poucos vou me desligando e vendo que aqui é construtivo, ou seja, aqui eu não tenho meu plano de ensino para o ano, aqui isto não é possível. Se o estudante me sai com uma pergunta diferente do que planejei, tenho que mudar todo o curso. Então sempre vai ser construtivo. Aqui eu posso refletir e perceber que hoje os estudantes não aprenderam e tenho que mudar, tenho que modelar, tenho que fazer uma pergunta diferente para retomar, etc. E com os companheiros tenho que observar o que aconteceu com este curso para verificar se o assunto não agradou os alunos. Então planejamos outra abordagem.

Aqui os alunos gostam da Matemática porque ela está ligada ao seu entorno e a sua vida. Nas minhas aulas eu vou construindo os assuntos a serem abordados de acordo com o que foi feito na semana passada. Aqui a perspectiva é construir a partir de perguntas, e essas perguntas é que conduzem o desenvolvimento dos assuntos a serem trabalhados. Como os alunos gostam de Matemática, o desenvolvimento das perguntas não é difícil.

Pesquisador: O planejamento disso deve ser muito complexo, não? Então como fazer esse planejamento? Me parece que se sabe como começa, mas não se sabe onde vai terminar o trabalho.

Diana: Sim tem um início e uma reflexão. De minha parte, o que estou aprendendo até agora... penso que outro com mais experiência poderia falar melhor sobre isto..., mas eu anoto as perguntas que fazem os estudantes e vejo quais as possibilidades existem. Então, planejar aulas é relativo porque pode dar tudo certo ou pode ser que minhas anotações não sirvam para nada e eu tenha que seguir por outro caminho.

Pesquisador: Se compreendo, então tu podes planejar uma atividade e chegar na sala de aula e não cumprir nada daquilo porque os alunos apresentaram outra necessidade?

Diana: Sim, aprendi que as aulas surgem das necessidades dos alunos.

Pesquisador: Nunca se fazem planejamentos com a participação dos alunos?

Diana: Sim, porém isso ocorre mais em graus superiores quando eles já têm como definir. Eu não trabalho com esse nível. Eu tenho o nível cinco e oito, e estamos iniciando. E estou me impregnando da dinâmica desde o início. Eu cheguei aqui na EPE na metade do ciclo e estou vivendo a transição de um professor experiente que se foi e outro professor novo, que

sou eu, e isto afeta o comportamento dos estudantes. Existem uma influência da metodologia do professor antigo e a do professor novo. Eu ainda estou aprendendo a guiá-los nessa transição. Eu estou me apoiando muito no coletivo de professores que me ajudam nisso.

Pesquisador: Então, em resumo, não existe uma formação prévia para que os professores venham a trabalhar na EPE. Aqui a formação ocorre no dia-a-dia, nas conversas entre os colegas, nas palestras da Corporação EPE, nos planejamentos de aulas em conjunto, nas reuniões do grupo de Assessorias de Matemática, enfim, a formação ocorre no cotidiano da atuação?

Diana: Sim. Aqui tens que viver para poder ser. Aprendi que se houvesse formação prévia, capacitação prévia, não haveria EPE. Se houvesse currículo, não haveria EPE. Não se pode capacitar um professor se aqui tudo se vive, se constrói. Aqui aprendi um lema: viver a EPE para ser EPE. Aqui os processos mudam.

Pesquisador: E você está feliz aqui na EPE?

Diana: Sim. Aqui me deixam ser o professor que sempre quis ser. Aqui posso propor e fazer pesquisas. Apesar de eu ser muito nova, aqui posso colocar minha formação investigativa em ação. Aqui posso desconstruir as experiências que tive e reconstruir tudo a partir de novas investigações. Neste momento estou me adaptando, conhecendo a escola e os alunos e eles conhecendo a mim. Isto tem sido um processo muito construtivo em todos os sentidos, tanto profissional quanto pessoal.

Pesquisador: Como está o teu processo de adaptação a EPE?

Diana: Para mim tem sido difícil. Porque adaptar-se a um novo conhecimento é chocar com o conhecimento que eu já tenho. Esse processo tem sido de mudança, porém também tem sido de aprender a ser aberta com a metodologia. E aprender que as crianças, quando questionam as minhas atividades, e te digo que para mim é muito duro que critiquem meu trabalho, e com essas críticas posso me nutrir e ser construtiva. Então, o que acontece de maneira errada eu não tomo como um erro, mas eu estou me retroalimentando para poder levar aos alunos uma melhor atividade.

Tem sido difícil a parte de conhecer os alunos. Muitos alunos aqui estão no processo desde pequenos. Então eles conhecem a escola, sabem como é a escola e conhecem ela mais do que eu. Então esse processo de ir conhecendo é o que me vai permitir que mais adiante possa ter um impacto no desenvolvimento matemático deles. Então é essa parte que tem sido mais difícil. A parte que tem sido maravilhosa é poder escolher o que nós cremos que vai e que eles compreendam a Matemática.

Como eu cheguei aqui na metade do ano para substituir outro professor, tive que dar sequência ao trabalho utilizando minha metodologia. Por mais que aqui seja EPE, cada professor tem a sua metodologia, e tive que entrar em aula e dar sequência a um trabalho que eu não conhecia como funcionava. Então esta parte me causa muitos questionamentos como: será que esta atividade serve para eles? Neste sentido, eu posso fazer uma atividade pela manhã e à tarde ter que reformular. Porém, eu tenho percebido que, de maneira geral, os estudantes têm compreendido os conceitos matemáticos, mas algumas vezes eu sei que não. Às vezes eu levo uma atividade e ela não serve para absolutamente nada, ou seja, as crianças não respondem as expectativas que, eu como professora, espero que tenham sobre os conceitos. Essas coisas eu trago da minha formação. Mas Dino diz que não temos que planejar, mas levar coisas que façam com que os alunos possam reconstruir.

Então, eu tenho vivido altos e baixos. Penso que é por vir de um ambiente tradicional onde tudo é monótono e já se tem o plano de aula de todo o ano. Aqui não. Aqui não se pode trabalhar assim. Porque aqui tu trabalhas todos os dias dependendo do que os meninos sabem, dependendo dos interesses que existam.

A minha formação para melhorar minha adaptação tem ocorrido de muitas formas, mas principalmente com meus companheiros que me mostram como é a EPE, como funciona seus projetos para que eu me envolva nesses projetos. Esses tipos de projetos é o que mais apresenta proveito na aprendizagem dos ramos do conhecimento. Porém, esses projetos impactam aqui na comunidade e eu conheci a EPE através desses projetos. Por isso eu cheguei aqui, por saber que eles tinham um projeto que impactava em sua comunidade.

Pesquisador: Querida Diana, muito obrigado por esta conversa e por dividir comigo a sua experiência.

Apêndice 6 – Conversa com a aluna Laura.

Pesquisador: Porque você não gosta de Matemática?

Laura: Porque a EPE é uma escola experimental e seus métodos, são a experiência, então, aqui se propõem muitos problemas como de compreensão de leitura para entender o que acontece: se Juanito tem cinco maçãs e come duas, então quanta sobram? e isto está bem, porém, necessitamos mais teoria e como adquirir mais base, mais fundamentos. Gostaríamos que nos explicassem mais fórmulas porque temos que utilizar a lógica, mas necessitamos que nos ajudem porque esperam que sejamos tão autônomos e os temas são bastante difíceis..... aqui é autorizado do ICFES¹¹ então quando estás no último ano dos teus estudos na escola, fazes uma prova e tua nota é utilizada pela universidade para o teu acesso, então aqui não nos preparam para o ICFES. Então a ideia (dos alunos, segundo Laura), é nos preparar para ICFES....e a EPE nos diz que não tem que nos preparar para ICFES, pois a nossa inteligência serve para qualquer exame.

Pesquisador: Desde quando você estuda aqui na EPE?

Laura: Fazem quatro anos e antes estava num colégio convencional e a coisa era bastante diferente porque nos colocavam tarefas.

Pesquisador: E você gostava disso?

Laura: Há coisas que sim, porém as tarefas me pareciam exageradas, mas eles me ensinaram coisas que vou ter que me submeter, enquanto que os temas da EPE são mais passageiros e o que aprendi há um ano já esqueci porque não há constância nos temas e lhes falta trabalhar mais o tema e deixar de abordar tantos temas.

Pesquisador: Muito obrigado Laura.

¹¹ Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación – ICFES – Fonte: <http://www.icfes.gov.co/>

Apêndice 7 – Entrevista livre com o professor German.

Pesquisador: O trabalho que é feito aqui na EPE, nas aulas de Matemática, pode ser feito em outra escola?

German: Obviamente é difícil de trabalhar desta maneira em outros espaços, por exemplo, na escola tradicional. Eu trabalho num colégio público e tento levar coisas que faço aqui para lá, porém lá é diferente, são grupos muito grandes, e aqui na EPE são grupos de 20 alunos, ou seja, na EPE posso falar com cada um pessoalmente enquanto que na escola tradicional são 40 alunos. Agora, eu tento fazer com eles coisas que faço aqui na EPE, e se obtém algum resultado sendo que eu tento não ser tão tradicional tipo: conteúdo, exercícios, conteúdo, exercícios, ou seja, procuro propor-lhes problemas.

German: Luciano, você leu o artigo escrito por nós “O salto da Rã”?

Pesquisador: Sim, eu li.

German: Esse problema eu trabalhei com alunos do outro colégio e se encontraram soluções muito interessantes. Muito curioso porque havia um menino desse colégio, mais pobre, de menos capacidade econômica, aqui (na EPE) os alunos não são pobres. E lá havia um menino que me disse: profi essa solução serve? E, impressionante, ele me apresentou uma solução muito eficiente e diferente para o problema do salto da rã. O importante foi a atitude do menino em querer fazer as coisas.

Pesquisador: Nas outras escolas e aqui na EPE, os alunos te propõem problemas?

German: Sim, propõem. Porém, na outra escola menos. Digamos que os problemas que eles propõem são bem-vindos porque parte deles e o mais importante é que parta deles, e não que parta de mim. Eu posso lhes mostrar muitas coisas, porém, posso desmotivar-lhes e quero incentivar, estimular e eles já são donos de sua aprendizagem.

Pesquisador: Muito bonita essa ideia de autonomia...

German: Sim, autonomia, autonomia,....., por isso que dizemos: vejam a escola em geral porque é a partir da autonomia que se pode fazer coisas. Se não há autonomia, se não há curiosidade, não há nada.

Pesquisador: E como tu trata o problema do aluno que quer se preparar para realizar os exames de admissão nas universidades?

German: Digamos, isto já é uma coisa mais formal. Então poderíamos trabalhar a parte com livro formais. Porém, lhe digo que isto é produtivo na medida em que eles estão aproveitando este tipo de trabalho, se é do interesse do aluno. Outra perspectiva é desenvolver o pensamento. Desenvolver o pensamento é desenvolver a atitude. Não queremos que os alunos sejam matemáticos, queremos que pensem. Que pensem em Matemáticas, em literatura, em

ciências naturais,....., que desenvolvam um pensamento como tal. E como se desenvolve o pensamento? Cometendo erros. O erro é um elemento importante que aponta o caminho. Exemplo: como se desenvolveu a ciência ou o conhecimento da humanidade? Cometendo erros. Ou como o ser humano descobriu o fogo? Não sei como, porém, teve que haver um caminho onde ele teve que fazer provas, ensaio, erro, ensaio, erro, e descobriu o fogo. Dominou o seu entorno, ou de outra forma, desenvolveu seu pensamento. Aqui (na EPE) não se diz: você tem que fazer primeiro isso, depois aquilo, etc.

Pesquisador: Para que os alunos dominem e utilizem os conhecimentos formais na resolução dos problemas propostos, como fórmulas e conceitos abstratos, por exemplo, como você faz? Você passa os conteúdos para eles ou deixa que eles busquem esse conhecimento?

German: O propósito é que eu lhes proponha as ideias, ou seja, para trabalhar com triângulos retangulares existem essas ferramentas e essas ferramentas servem para compreender os triângulos. No caso da trigonometria, curso que eles estão agora, e a ideia é observar um pouco que relação existe entre o triângulo e as formas abstratas da Matemática formal. Então, qual é minha tarefa, digamos? Buscar atividades que tenham a ver com triângulos, em atividades concretas da vida real. Como a Matemática está relacionada com a vida real a partir desses triângulos, a partir dessas formas e observar como esses elementos formais nos podem ajudar. Eles não têm que aprender memorizando, mas sim, como podem nos ajudar essas formas, digamos, formais, para poder compreender essas formas concretas. Essa é a ideia, não é a fórmula, tampouco.

Pesquisador: Me parece que existem duas questões, então. Uma é que a Matemática é uma ferramenta,...

German: Sim, uma ferramenta, uma linguagem.

Pesquisador: ...e isto é uma coisa que está postada e que se utiliza na medida da necessidade. Outra coisa é o desenvolvimento do pensamento....

German: ...a partir de problemas...

Pesquisador: ...a partir de problemas sim.

German: Reservamos este problema e não temos ferramentas e não lhes damos nenhuma ferramenta, então pensamos em como resolver o problema e se necessário busca-se algo para resolver.

Pesquisador: Então não se estuda a Matemática primeiramente, para depois utilizá-la na resolução de problemas?

German: Não. Primeiro decidimos como podemos resolver o problema. Essa é a diferença. Na escola tradicional se dá primeiro as ferramentas e depois se tenta resolver um

exercício. Por exemplo: aqui podemos demorar um mês em uma atividade, porém a ideia é compreender o problema como tal. Digamos a ciência dos cientistas é isso. Eles estudam um problema durante anos e demoram em resolvê-lo, como o problema da cura do câncer. Seguem trabalhando, não encontram a solução principal, mas encontram outras coisas que emergem de seus estudos. Aqui (na EPE) é o mesmo. Nesse trabalho seguramente resolveremos o problema ou não, porém encontraremos coisas que vão ajudando a formar nosso pensamento. Aqui o importante não é encher o caderno, mas construir um pensamento, porque na escola tradicional quanto mais cheio o caderno melhor, tristemente não? Tristemente. Porque a escola deveria desenvolver o pensamento, deveria ensinar as crianças a sujarem-se com terra, a se associar no mundo a partir do que estão brincando, de sujar-se, de brincar, de interagir com o outro. Exemplo: o aluno diz “Profê cometi um erro”, então não vamos por esse lado; O aluno diz “isso que você disse não é certo”, o professor diz “porque isso não é certo?”, o aluno diz “porque eu estou argumentando”; aí se trata de que os alunos argumentem, de que eles construam um discurso a partir do que estão tratando de fazer. Por isso que te digo, o professor aqui é o menos importante do que o processo para eles. O professor lhes ajuda, pois sabe mais matemática que eles, porém nas suas construções eles são os protagonistas de sua aprendizagem. Nós, os professores, somos pessoas que lhes estamos mostrando o que pode ou não lhes servir, porém eles é que estão desenvolvendo a sua construção de conhecimento. E por isso aqui não existem notas.

Pesquisador: Sim, eu estava pensando em te perguntar como se faz a avaliação aqui na EPE?

German: Sim, aqui não há avaliação numérica. Agora, eu descrevo Laura, por exemplo. Laura é muito interessada em Matemática, se envolve, está interessada em algumas coisas e em outras não, ou seja, eu faço uma descrição do aluno. Dessa maneira se vai construindo um perfil de Laura a partir do que eu disse, a partir do que disse o professor de literatura, a partir do que disse o professor de ciências, e assim se vai conhecendo como é mais ou menos essa pessoa, mais ou menos, porque cada um tem uma forma de ver diferente. Tem crianças que não gostam de Matemática, mas gostam de literatura e por aí se pode ir.

Neste momento um aluno vem até o professor German e pede instruções sobre a atividade do dia. Sanada as dúvidas do aluno, continuamos com nossa conversa.

Pesquisador: É muito impressionante que os alunos construam o seu conhecimento de maneira livre, podem andar e fazer as atividades em outros ambientes e o conhecimento está sempre sendo construído.

German: Sim claro, está é a ideia.

Pesquisador: Porque o ambiente da EPE é muito rico para a construção do conhecimento...

German: Sim, para eles não existe muita diferença em estar dentro da sala de aula ou lá fora. De qualquer forma eles têm que estar trabalhando. E porque isso? Porque eles não trabalham pela nota, eles trabalham por eles mesmos. Na escola tradicional os alunos não fazem nada que não seja em troca de notas.

Apêndice 8 – Entrevistas semiestruturadas com os professores de Matemática.

a) Como o professor de Matemática planeja uma ATA, do ponto de vista da seleção de conteúdos, sequenciação e nível de formulação?

Professora Paola

Paola: Quando eu estou começando a trabalhar primeiro procuro pensar quem são eles. Quem são as crianças, do que gostam, o que querem. E então começo a observar o que querem e o que tenho que trabalhar ao redor deles, o que tenho que potencializar, que dificuldades percebo neles e então começo a observar e pensar. Se vou fazer uma proposta de contar, por exemplo, com as crianças pequenas para que trabalhem isso. Penso que deve ser algo que seja rico para eles, que desfrutem, porém, eu posso começar a observar coisas mais específicas para trabalhar, como por meio de jogos, de escrita, pela interação do dia-a-dia em que estamos no jardim brincando. Tenho que começar a atentar para esse tipo de coisa. Então, é primeiro pensar neles. Para poder planejar tenho que pensar neles. E ao executar o planejado vou me permitindo mudar de acordo com o que vai acontecendo.

Professora Diana

Diana: Há duas formas, eu tenho duas formas. Porém, eu estou participando de uma formação progressiva para ser professora da EPE. Quero dizer, está em andamento umas capacitações para que eu consiga desenvolver essas metodologias. A primeira é uma questão ou uma pergunta que surja do estudante e a outra é uma pergunta que surja do professor para, a partir de uma atividade abordar os vários conteúdos. Eu não trabalho as atividades por conteúdo, mas através da atividade. É a atividade que vai me mostrando que conteúdos se pode desenvolver. Então, para o caso do nível oito, onde eu trabalho, eu faço a pergunta. E a partir dessa atividade que eu propus, os estudantes deram certas respostas e daí, partimos a abordar vários conteúdos porque não estamos trabalhando um só conteúdo. Passamos de frações a razões e daí, estamos entrando em proporções através de geometria. Podemos dizer que estamos trabalhando o pensamento espacial e outros tipos de coisas. Os conteúdos são como que soltos, não tem uma ordem específica. Como determino isso? Através do que os meninos respondem. Se eu percebo que eles não entenderam a atividade, então eu encaminho a atividade, não para deixa-la de lado, mas para fortalecer isso que não saiu bem. Porque isso também acontece, eu passo uma atividade e, prontamente, as crianças não respondem a essa pergunta que eu fiz. Então, se isso está mal, ou se assim eu percebo dentro da discussão que se

dá em sala, ou se os meninos se aborrecem, encaminho para outra vez retomar a partir do pouco que ficou da atividade. Então uma atividade me leva a muitas variedades de conteúdo.

Na atividade que tu observaste, os estudantes não fizeram uma pergunta porque eles não tiveram interesse particular dentro da aula de matemática. Então, se eles não perguntam, pergunto eu. Já no nível onze eles me perguntaram e a partir daí se estabeleceu o trabalho. Porém, esse é outro caso. Por isso que eu digo que tenho duas formas, ou eles perguntam ou, eu como docente, levo uma atividade que me permita responder certas perguntas.

Professor German

German: Para planejar uma atividade, de todas as formas se incluem várias coisas. Primeiro, o que um professor supõe que deveria saber um estudante, segundo o que o estudante quer aprender em um determinado momento e terceiro, o que vai acontecendo. Quer dizer, não existe uma receita aqui dentro da escola sobre o que se deve fazer em determinado momento. As atividades surgem de maneira espontânea. E essa espontaneidade é que permite, digamos, que não haja uma rigidez para fazer as atividades num tempo e num espaço determinado. As atividades se vão conduzindo a si mesmas. Então, o professor encontra um problema que lhe parece interessante e queira resolver com seus estudantes. Muitas vezes esse problema nem sequer o professor o resolve. Então, aqui, o importante é a investigação desse problema para ver o que pode encontrar. Não necessariamente tem que haver uma resposta fixa. Não necessariamente tem que haver um processo fixo. Mas, a ideia é ver como, entre todos, se pode resolver o problema como se fosse um grupo de investigação. Um grupo de investigação a nível escolar.

b) Como se inicia e se desenvolve uma ATA?

Professora Paola:

Paola: Uma ATA parte de uma pergunta.

Pesquisador: É fundamental isso?

Paola: Sim, é fundamental. Tu tens que perguntar ao aluno o que ele quer fazer e ver onde isso vai dar. Então quando começo a pensar o que vou fazer eu penso sobre o que eles gostam, se gostam dos dinossauros que tipo de pergunta posso fazer que envolva esse assunto? Então, a partir dessa primeira pergunta vou fazendo mais e mais perguntas que se vão enriquecendo com as perguntas deles.

Pesquisador: Então a ATA tem um início que parte de uma pergunta?

Paola: Sim.

Pesquisador: E o desenvolvimento da ATA é sustentado por mais perguntas que são perguntas secundárias que emergem da pergunta primeira?

Paola: Sim, a ATA se inicia por uma pergunta, mas nunca se sabe aonde isso vai dar. As perguntas se sucedem e vão conduzindo a atividade.

Professora Diana:

Diana: No meu caso eu faço uma investigação de diferentes referenciais. Me baseio muito em teses e artigos e, agora que estou começando aqui, me baseio nas experiências das crianças. Porém, por hora, isso não me é muito fácil porque, todavia, eu não lhes conheço muito bem. Então, digamos que nesse sentido não posso gerar muitas atividades...a não ser que façamos uma atividade específica que me permita extrair um conteúdo para que eles usem. Porém, agora eu uso teses de mestrado, doutorado ou de graduação que tenham feito um estudo e, a partir daí retiro uma atividade. Porém, essas atividades sempre tem um desenvolvimento diferente aqui na EPE. Porquê? Porque essas teses sempre são desenvolvidas num colégio que tem uma metodologia tradicional. E lá os resultados são diferentes porque, quando eu chego aqui com a atividade, os alunos questionam muito. Questionam “profi para quê? E por quê?... Então eu tenho que replanejar essa mesma atividade porque essa atividade não serve para a EPE, ou seja, não serve para o pensamento matemático dos alunos da EPE.

Então, digamos que eu tomo uma atividade como base e essa atividade vai sofrer uma transformação quando chega na aula. Sempre trago algo e me resulta em uma coisa totalmente diferente e resulta que, talvez, no estudo que fiz não estão.

Então isso é como o meu guia, ou seja, retirar uma atividade preferencialmente desses meus estudos. Porém, eu me dei conta, nessas minhas três semanas, que aqui os alunos sempre questionam para que isso, para que aquilo ou porque estamos vendo isso, esse tipo de coisa. Então, existem vezes que a atividade que eu trago pode funcionar muito bem e existem vezes que pode funcionar muito desastrosamente. Aqui não é como os colégios normais, aqui tudo se transforma.

Professor German:

German: No princípio está o problema que o professor quer resolver, digamos aborda ou se propõe, certo? O professor propõe aos estudantes um problema numérico, um problema utilizando linguagem verbal, e nessa ordem de ideias há várias interpretações. Cada pessoa, cada indivíduo, cada estudante tem uma interpretação do problema. Como a ideia aqui na

escola é trabalhar em grupo então a discussão tem um papel importante porque essas diferentes interpretações se intercambiam. A partir das dúvidas que emergem desse processo, os alunos vão construindo uma compreensão grupal e uma interpretação individual acerca do problema. A partir das interpretações individuais se constrói uma interpretação do que é o problema global. A partir daí se pode propor algumas aproximações da solução do problema. Por exemplo, esse grupo a nossa direita pode propor uma solução para um determinado problema. Já o grupo a esquerda pode propor outra solução. Então, fazemos uma plenária para discutir as propostas de solução. Logo, veremos se as soluções propostas são coerentes com o que nos pede o problema. Então, se vê aí, que o importante não é o que o professor diz, mas o que se vai construindo nos grupos e perceber qual solução vai se aproximando mais para aquele problema.

Então, Luciano, o importante é querer compreender. Agora, nem todos querem compreender, ou seja, há todo um trabalho para ver o que o aluno entende, mas se ele não quer respeitamos o seu próprio ritmo, certo? E nessa ordem de ideias há quem aprende de acordo com sua capacidade e também contribui de acordo com essa capacidade.

c) Existe um padrão metodológico para o desenvolvimento da ATA? Qual?

Professora Paola:

Paola: Não existem padrões, porém existem rotas, caminhos que seguimos de acordo com a nossa experiência no trabalho diário.

Professora Diana:

Diana: Depende. Depende de como se desenvolva o ambiente da classe. Quando eu trago a atividade que eu executo com a turma, isso depende do nível da classe.

Professor German:

Pesquisador: German, tudo isto, todo este processo que me falasse pode ser considerado um padrão metodológico de trabalho pedagógico aqui da EPE, ou é muito individual de cada grupo de trabalho, de cada professor?

German: Digamos que essa forma de trabalho é como uma linha, como um caminho para poder chegar a uma solução. Não necessariamente todos os professores podem, ou queiram fazer dessa maneira. Me parece, a mim, que seja uma forma como eu vejo que se pode fazer. Sim, veja, eu posso dizer para Luciano que as coisas acontecem dessa forma, porém Luciano tem outra ideia e não necessariamente tenha que fazer o que eu diga.

d) Como é realizada a avaliação da aprendizagem em uma ATA?**Professora Paola:**

Paola: Primeiro temos que pensar sobre o que se entende por avaliação. Se tu entendes a avaliação desde o ponto de vista de alcançar um objetivo proposto previamente é muito difícil vê-lo. Se tu entendes a avaliação desde o ponto de vista do processo e dos avanços que se vão alcançando à medida em que se vai avançando o processo, isso é diferente. Digamos que a avaliação deve pensar nas crianças e é mais um processo de observa-los constantemente e ir pensando sobre que coisas eles devem trabalhar. Então a partir de estar sempre com eles me dou conta de que falta trabalhar isso ou aquilo e como penso em realizar isso que falta trabalhar. Não é o caso de alcançar uma meta.

Pesquisador: A escola tem uma proposta de avaliação que todo professor deve seguir ou todo professor é livre para avaliar como queira?

Paola: Mais do que uma proposta existe uma forma. Na escola não existem notas, não existem metas. O método da escola é observar o processo dos alunos. Nós fazemos discussões entre os professores, damos ideias, porém cada professor observa seus alunos de sua maneira, o processo de desenvolvimento de seus alunos. Porque a avaliação é mais isso, observar o processo.

Professora Diana:

Diana: A avaliação me parece uma parte muito complexa porque, digamos, no tradicional fazem avaliações como provas, escritos, questionários, algo que determine numericamente o que se aprendeu. E aqui, eu analiso muito o processo que tem os estudantes. Não é a finalidade porque eles nem sempre chegam ao que eu esperaria. Isso quase nunca me aconteceu, ou seja, eles nunca chegam ao que eu penso que vai ser o final da atividade. Porém, vão por outros caminhos e seguem um processo construtivo. Então, o que observo e o que penso do pensamento matemático é que os meninos podem construir esse conhecimento por meio de atividades.

Porém, para mim, a avaliação, todavia não é clara. Então, eu não posso, dentro do pouco tempo que estou aqui, determinar uma só avaliação. Porque cada aluno é diferente e tem um processo totalmente diferente. Digamos que fazemos uma avaliação qualitativa e me parece que isso é meio subjetivo. Porque saber se uma criança aprendeu ou não, não é só do processo. É como ele leva isso a sua vida real. Todavia tenho conflito com a avaliação.

Professor German:

German: Nós consideramos que aqui não existem as avaliações da escola tradicional onde se qualificam. Aqui, eu posso dizer, que determinado estudante fez ou abordou determinado problema, fez algum avanço ou não fez nada e saiu da sala de aula. Isto faz parte do que eu escrevo e falo do estudante, porém não estou qualificando se ele é bom ou mau. E então, se constrói o perfil do estudante com a descrição de cada um dos professores. Exemplo: o professor de Matemática disse que esse aluno não fez nada, o professor de música diz que o aluno se encanta pela música. O professor de arte diz que a arte encanta esse aluno. Pronto. Veja que é uma construção de todos os professores de um só indivíduo. E aí representa o todo e não somente o particular. Não a visão só do professor de Matemática. Então um aluno pode ser promovido com base no que dizem os professores. Se considera que o ser humano é algo muito mais complexo que uma só área. Então se faz a leitura do indivíduo a partir de tudo que ele faz e do que fazem todos os professores, que cada professor pode descrever. Então, isto é uma avaliação descritiva, não numérica. O número é muito frio.

Outro dia havia um aluno que eu escutei dizer: “Aqui nesta escola me dá medo os informes, porque aqui os informes falam. Enquanto que na minha escola anterior os números não falam. Os números dizem cinco, seis e assim meu pai não sabe o que fiz ou se fiz as coisas”. Na EPE, os informes são muito completos e descrevem tudo sobre o indivíduo e os números não dizem nada.

e) Como o professor de Matemática se mantém inovador?**Professora Paola:**

Paola: Eu acredito que qualquer professor que queira mudar não tem que se guiar por uma só resposta. Tem que buscar diferentes caminhos. Sempre esperar diferentes coisas. Eu acredito que esta é a chave.

Pesquisador: Como fazer isto?

Paola: Dino disse uma coisa muito sábia que é: “para mim não me parece bom para o professor que as coisas lhe saiam bem, porque quando as coisas lhe saem bem o professor quer repeti-las. Então é melhor que lhe saia mal, pois daí ele busca outras coisas para fazer”. E isso realmente acontece. E é isso, não temos que repetir as coisas que fazemos.

Pesquisador: Tu não pensas que é muito difícil não repetir as coisas?

Paola: Sim é muito difícil. Eu repito algumas coisas. Porém, a Matemática é desenvolvimento de habilidades. Nós não buscamos que os alunos nos respondam pelo método exato, mas que tenham a habilidade para buscar soluções, tenham a habilidade de buscar caminhos, que tenham pensamentos diferentes. Então, por exemplo, uma coisa muito simples que propus para as crianças é: se em uma mesa de três, quantos pés de cadeiras existem? A resposta pode ser a mesma, porém a forma como cada um resolveu o problema é que é mais importante. A maneira de fazer e resolver o problema.

É muito difícil não repetir os métodos e, por isso, eu acredito que ser professor na EPE não é fácil. Não é qualquer profissional que pode ser professor na EPE. Porque tem que trabalhar com estas perspectivas, de mudar sempre.

Professora Diana:

Eu acredito que a inovação postada quando o tradicional deixou de ser algo que os meninos aprendam. Ou seja, os meninos não aprendem matemática ou não tem um pensamento Matemático que lhes ajude na escola tradicional. A inovação que eu conheço até agora é a inovação que eu tenho visto nos congressos e como a Educação Matemática tem se transformado em uma comunidade que questiona o que se está fazendo atualmente.

A inovação, creio eu, tem que ver com que os meninos entendam melhor e aproveitem melhor o pensamento Matemático. Eu acho que alguém vai inovar a partir da sua vivência na EPE porque a EPE tem muitas coisas que dizem os estudos, de uma nova onda.

Então, eu recém saí da universidade e a última coisa que nós vimos sobre inovação em Educação Matemática foi “El Giro Social” de Paola Valero, que é um dos referenciais colombianos....

Eu acredito que a EPE tem um conhecimento reconstrutivo, reconstruir a partir de atividades os conceitos matemáticos e, a partir dos projetos, que são os que levam à tona conhecimentos matemáticos que lhes vão ajudar a entender a sua realidade.

Professor German:

German: De uma ou outra maneira estamos imersos num espaço que é inovador. Então, nós, os professores, que de alguma maneira estamos trabalhando aqui vemos a atividade que estamos fazendo aqui como uma inovação com referência ao que se faz na escola tradicional. São feitas atividades aqui na escola que, como se diz, são consideradas atividades emblemáticas, que sabemos que na escola tradicional não se faz. Porém, aqui na EPE se faz. Deste ponto de vista é uma inovação. Agora, bem, pode ser que haja problemas emblemáticos

como o salto da rã, que é um tipo de problema que na escola tradicional não se trabalha. Aqui na escola, de alguma maneira é inovador com relação à escola tradicional, porém aqui também vai se convertendo em uma atividade emblemática.

Nós também pensamos que a inovação vem a partir do que o professor queira fazer, se o professor quer investigar por si mesmo algum problema e queira investigar com seus estudantes. Então está inovando dentro da própria inovação porque está fazendo outro tipo de problema, está investigando outro tipo de situação. E não estamos fazendo o que, digamos, se faz na escola tradicional de fazer os exercícios, de copiar, de repetir. Mas estamos tratando de buscar outras formas de solução. Outras formas de olhar, ou como as crianças compreendem um problema, ou seja, de saber como eles pensam um problema. Digamos, isso é a parte chave da inovação, entender como os alunos compreendem um problema sem a necessidade, digamos, sem a ajuda do caminho ditado pelo professor, mas ver como é possível eles resolverem um problema. É como resolver uma jogada de xadrez sabendo algumas regras. Sabendo as regras de reunirmos na sala, conversar e começar a pensar que coisas novas estão saindo ali.

f) Quais conhecimentos são necessários aos professores de Matemática para a manutenção e o desenvolvimento de atividades inovadoras?

Professora Paola:

Paola: Conhecimentos e saberes eu não sei. Eu acredito que é mais importante as habilidades. Por exemplo, habilidade para o pensamento lógico, habilidade para não se bloquear diante de um esquema assim como o da EPE que permite a integralidade.

Existem coisas que são mais específicas dos alunos grandes como discussões sobre didática e sobre como fazer Matemática. Eu já não chego nisso porque trabalho com os pequenos e, com eles, é mais importante as habilidades para desenvolver o potencial das crianças.

Professora Diana:

Eu acredito que é muito subjetivo pensar que um professor de Matemática tenha um tipo de estudo, porque isso depende das atividades ou de que parte da realidade que ele queira tratar com os estudantes. Por exemplo, dentro de minha formação eu vi cálculo integral, cálculo diferencial, equações diferenciais, toda essa gama de matemáticas, que eu creio, um professor de Matemática tem que ter uma boa formação em Matemática. Porém, como que

you lead this knowledge to the classroom? How does it transform or involve in an activity? I believe that there is no group of previous knowledge. We always go to formation. In a formation that, if we don't know, we will learn and immediately internalize a little and involve in an activity. For this I believe that there is no previous knowledge, it depends on the needs that exist.

Professor German:

German: I think that there are minimum things that you need to know. What we cannot know with clarity are the forms of thought. Or, let's say, let's say that a child can know how to add perfectly, can know how to multiply perfectly, but if they cannot solve a problem that involves these knowledges, the question is, how do they know this? Then, the important thing is to know how children are capable of solving a problem knowing, clearly, the basic operations. For me, it seems to me that it is the key for children to know how to multiply, know how to add and, from there, know how to develop the thought.

From the beginning, we already have a primary formation in Mathematics in university. Let's say that these are formal knowledges that every professor has to know. And here (in EPE) what we come to learn is to investigate. Investigate how? Investigate how do the students think, investigate how the solutions were found in this problem, investigate how the children interact to be able to build a knowledge. From there it is that we begin to understand this process of investigation because it can be that there are professors who know a lot of Mathematics, but they are not necessarily good investigators in the classroom. They can be good investigators in another field, even within their own Mathematics. Here we involve in the school Mathematics through the thought processes with the students. It can be that we know a lot of formal Mathematics, right? But we want to know how the students develop the thought. This is the key.

g) Como a EPE adapta o processo de inovação permanente em Educação Matemática à realidade?

Professora Paola:

Paola: I see it differently. I see first the reality and I enrich the reality with Mathematics. I enrich the reality with all the thoughts of the sciences. But, for me this is part of the reality. Because the part of mathematics is very difficult. The part of daily life where we find it is easier for me.

Professora Diana:

Diana: Eu procuro usar atividades que tenham a ver com o entorno ou com coisas da EPE. Por exemplo, hoje eu trouxe geoplanos. E eles têm que ter um bom conhecimento espacial, sempre tem que saber onde estás, digamos saber certas figuras, como se enquadram e que propriedades tenham. Então eu procuro trazer um objeto familiar a eles, que eles conheçam, que já tenham visto e a partir daí podem surgir muitos conceitos Matemáticos.

Professor German:

German: Digamos que nós seres humanos estamos imersos em uma sociedade em que nos exigem, de alguma maneira, pensar, resolver problemas diários. A vida diária é um resolver problemas. Exemplo: tenho que resolver o problema de comer. Como resolvo isto? Tenho que trabalhar, ok? Tenho que buscar e ser criativo para resolver esse problema. Então as crianças aqui, de uma ou outra maneira estão dentro da mesma sociedade para resolver problemas. Aqui não lhes estamos dizendo: faça isto, repita e pronto, não. Como resolvemos um problema dentro do âmbito da Matemática? E fazê-los entender que o importante não é tanto chegar a solução, mas construir atitudes. Saber que as crianças são capazes de entender o problema por si mesmos. Que são capazes de escutar ao outro, isto também faz parte da vida. Que sejam capazes de falar com o outro, isto faz parte da vida. Que sejam capazes de compreender o que está bem e o que está mal, isto faz parte da vida. Então veja, não é tanto o conceito formal Matemático, mas a atitude de que nós estamos interessados que as crianças sejam capazes de serem críticos diante da vida, críticos da sociedade, críticos do que está ao seu redor como com as matemáticas, com a literatura, com cada um dos campos de conhecimento que temos aqui na escola.

h) Na sua opinião, que outros fatores colaboram para que o professor se mantenha inovando?

Professora Paola:

Paola: Principalmente o diálogo. O diálogo com os outros, com seus pares. Porque às vezes a pessoa pensa que está fazendo bem, mas quando fala com outras pessoas percebe que não. Por exemplo, agora eu estava vendo você falar com os outros que estavam aqui e eu estava observando, não estava participando, mas estava aprendendo. Veja, isto é que é importante, não se fechar porque se você se fechar vai pensar que já sabe tudo e daí já não pode inovar.

Professora Diana:

Diana: Para mim é fundamental seguir estudando, seguir estando com minha comunidade acadêmica...

Pesquisador: Comunidade acadêmica da universidade?

Diana: Não, de todos. Ou seja, de todos quero dizer aqui com meus companheiros. Lá com meus professores, com as pessoas que fazem a comunidade acadêmica, digamos, eu sou muito de investigar congressos para saber o que está acontecendo em outros lugares e comparar com o que está acontecendo aqui.

No processo da EPE, a disposição de comunidade com meus companheiros tem sido fundamental para poder adaptar-me. Isto tem sido fundamental porque eles me passam o espírito da EPE. Me ensinam como se desenvolve aqui as matemáticas, que estruturas....digo.....como a partir das atividades se geram certos conhecimentos na aula.

Mas, desde a minha formação na universidade, eu me mantenho inovando estando sempre perto da minha comunidade acadêmica, dos meus professores, dos professores dos meus professores, dos congressos, trato de estar muito atenta aos congressos, de participar deles se puder para ver e comparar o que há de diferente, nos outros países, da minha comunidade acadêmica.

Então eu tenho que ser como uma esponja e nutrir-me todo o tempo e por todos os lados. Então, eu penso que é muito importante o espaço de trabalho, ou seja, como que estar num ambiente diferente te ajuda a criar esse ambiente de aprendizagem em que as crianças aprendam a trabalhar em equipe? Porque disso se trata a vida, tu nunca vais trabalhar sozinho. Nunca vais fazer um trabalho individual porque não se pode. Sempre vai ter alguém pela sua frente ou por trás que te ajuda e isso é importante e me parece uma coisa muito construtiva da EPE.

Professor German:

German: Na escola, definitivamente se fazem coisas diferentes e, as pessoas gostam de estar aqui porque aqui se sente que se está aprendendo. Já na escola tradicional já não se aprende, o que se faz é repetir. Aqui estamos aprendendo permanentemente. Aqui se pode ficar vinte ou vinte e cinco anos como eu e ainda temos o ânimo de aprender.

Pesquisador: Tu estás me dizendo que tu ainda aprendes?

German: Totalmente. Aqui o que primeiro se aprende é a ser professor e aprendemos muito mais do que os alunos. Uma solução proposta por um aluno eu nunca havia pensado e

me parece maravilhosa. Quem aprendeu? O professor. Os alunos fazem uma investigação para resolver um problema e o professor faz outro tipo de investigação. Ou seja, existem níveis de investigação. O professor está investigando os estudantes e os estudantes estão investigando o problema. Então há aprendizagem em cada um dos níveis. Dessa maneira, na escola tradicional não há aprendizagem, nem no professor, nem no estudante. Aqui quando um estudante está resolvendo um problema está aprendendo a pensar. Isto me parece fundamental aqui na EPE: a possibilidade de aprender em todos os momentos.

Anexo 1 – Carta de aceite da EPE



E.P.E. - ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL

Bogotá, Mayo 22 de 2017

Señor

LUCIANO SANT'ANA AGNE

Pontificia Universidad Católica de Rio Grande do Sul

Programa de doctorado

PUCRS

Cordial Saludo,

Para la **ESCUELA PEDAGOGICA EXPERIMENTAL** (EPE) la investigación y el trabajo colectivo son elementos fundamentales en las tareas de docencia e investigación que emprendemos los grupos de maestros, en este sentido resulta enriquecedor contar con la presencia de maestros y estudiantes con inquietudes que aporten a nuestras discusiones, como lo son el desarrollo del pensamiento matemático y las relaciones arte y matemáticas, por ejemplo.

Es por esto que resulta muy grata la presencia del estudiante **LUCIANO SANT'ANA AGNE**, de la Pontificia Universidad Católica de Rio Grande do Sul – Rio Grande (Brasil), quien ha expresado su interés de vincularse desde el 24 de julio hasta finalizado el año escolar en nuestro grupo de investigación. Sea el momento de darle la bienvenida a nuestro grupo de investigación.

Reiteramos que la EPE ofrece las condiciones necesarias para su estancia.

Cordialmente,

Dino Segura

REPRESENTANTE LEGAL EPE

Janeth Malagón Mayorga

ASESORIA DE MATEMATICAS EPE.

TELÉFONOS: (+57 1) 6486823 - 6485371
CELULARES: (+57) 3143824470 - 3143824445
KILÓMETRO 4,5 VÍA A LA CALERA
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

Anexo 2 – Termos de consentimento

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

Pesquisa de doutorado: INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O CASO DA
ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL DA COLÔMBIA

TERMO DE ACUERDO LIBRE Y CONSENTIDO

Yo, Diana Carolina García Caro, abajo firmado, estoy de acuerdo en participar, como entrevistado, de la investigación: Inovação em educação matemática: o caso da Escola Pedagógica Experimental da colômbia, coordenada pelo doutorando Prof. Luciano Sant'Ana Agne, de la Universidad: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Estoy de acuerdo que las informaciones prestadas, incluyendo mi nombre, serán divulgadas en médio científico y en el informe final de la investigación.

Bogotá, 18 de Abril de 2018.

Diana Carolina García C.

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

Pesquisa de doutorado: INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O CASO DA
ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL DA COLÔMBIA

TERMO DE ACUERDO LIBRE Y CONSENTIDO

Yo, Daniela de Jesus Segura R., abajo firmado, estoy de acuerdo en participar, como entrevistado, de la investigación: Inovação em educação matemática: o caso da Escola Pedagógica Experimental da colômbia, coordinada pelo doutorando Prof. Luciano Sant'Ana Agne, de la Universidad: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Estoy de acuerdo que las informaciones prestadas, incluyendo mi nombre, serán divulgadas en médio científico y en el informe final de la investigación.

Bogotá, 18 de Abril de 2018.

Daniela de Jesus Segura R.

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

Pesquisa de doutorado: INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O CASO DA
ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL DA COLÔMBIA

TERMO DE ACUERDO LIBRE Y CONSENTIDO

Yo, German Hernando Payo Buitrago, abajo firmado, estoy de acuerdo en participar, como entrevistado, de la investigación: Inovação em educação matemática: o caso da Escola Pedagógica Experimental da colômbia, coordinada pelo doutorando Prof. Luciano Sant'Ana Agne, de la Universidad: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Estoy de acuerdo que las informaciones prestadas, incluyendo mi nombre, serán divulgadas en médio científico y en el informe final de la investigación.

Bogotá, 24 de Abril de 2018.

German Payo

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

Pesquisa de doutorado: INOVAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O CASO DA
ESCUOLA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL DA COLÔMBIA

TERMO DE ACUERDO LIBRE Y CONSENTIDO

Yo, Paola Andrea Vergara Amórtegui, abajo firmado, estoy de acuerdo en participar, como entrevistado, de la investigación: Inovação em educação matemática: o caso da Escola Pedagógica Experimental da colômbia, coordenada pelo doutorando Prof. Luciano Sant'Ana Agne, de la Universidad: Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Estoy de acuerdo que las informaciones prestadas, incluyendo mi nombre, serán divulgadas en médio científico y en el informe final de la investigación.

Bogotá, 17 de Abril de 2018.

Paola Vergara



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Graduação
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: prograd@pucrs.br
Site: www.pucrs.br