



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ-UECE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA - PROPGPq
CENTRO DE EDUCAÇÃO - CED
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO - PPGE

RODRIGO LACERDA CARVALHO

**CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE NO ENSINO DE
FUNÇÕES COM O USO DO *LAPTOP* EDUCACIONAL**

FORTALEZA – CEARÁ

2013

RODRIGO LACERDA CARVALHO

**CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE NO ENSINO DE FUNÇÕES COM
O USO DO *LAPTOP* EDUCACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Área de Concentração: Formação de Professores

Orientadora: Profa. Dra. Marcilia Chagas Barreto

FORTALEZA – CEARÁ

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Estadual do Ceará
Biblioteca Central Prof. Antônio Martins Filho
Bibliotecário Responsável – Francisco Welton Silva Rios – CRB-3/919

C331c Carvalho, Rodrigo Lacerda
 Contribuições da teoria de atividade no ensino de funções com o uso
 do *laptop* educacional / Rodrigo Lacerda Carvalho. -- 2013.
 CD-ROM. 156 f. : (algumas color.) ; 4 ¾ pol.

 “CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho
acadêmico, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm)”.

 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de
Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Fortaleza, 2013.
 Área de Concentração: Formação de Professores.
 Orientação: Profa. Dra. Marcília Chagas Barreto.

 1. Ensino de funções. 2. *Laptop* educacional. 3. Teoria da atividade.
I. Título.

CDD: 371.9

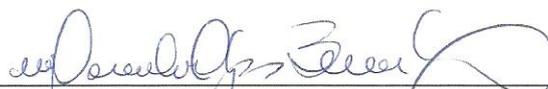
RODRIGO LACERDA CARVALHO

CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE NO ENSINO FUNÇÕES COM O USO
DO *LAPTOP* EDUCACIONAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Educação. Área de Concentração: Formação de Professores.

Aprovada em: 26/04/2013.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Marcília Chagas Barreto (Orientadora)
Universidade Estadual do Ceará - UECE



Prof. Dra. Vanessa Dias Moretti
Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP



Prof. Dra. Ivoneide Pinheiro de Lima
Universidade Estadual do Ceará - UECE

DEDICATÓRIA

*A querida Tia Dodô, pela valiosa contribuição em minha vida estudantil e por ter incentivado
a me tornar professor de Matemática.*

*Ao mais novo membro da família Lacerda Bezerra, minha sobrinha e afilhada Maria Helena,
que apesar de tão pequena e inocente trouxe alegria para todos e me deixou mais forte para
enfrentar os obstáculos do dia a dia.*

A elas, dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre está ao meu lado. Com a graça do Senhor mais uma vitória foi conquistada.

Expresso minha eterna gratidão às várias pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

A minha mãe Fabíola, minha irmã Ellen e ao meu cunhado Júnior que colaboraram para a realização deste sonho, desde o apoio emocional até o apoio financeiro. Sem a contribuição de vocês seria impossível esta conquista.

À professora Marcilia, minha orientadora, que me impulsionou tanto para o crescimento acadêmico quanto para o crescimento pessoal, a senhora é um exemplo de pessoa e profissional a ser seguido.

À professora Ivoneide e ao Professor Oriosvaldo, pelas valiosas contribuições no trabalho.

À Professora Vanessa Moretti pela participação como membro da banca de minha defesa.

Aos integrantes do grupo de pesquisa Matemática e Ensino (MAES). Em especial aos amigos Dennys e Leno, pela presença nas horas acadêmicas e nos momentos de distração.

À Flávia, minha companheira de turma e do grupo de pesquisa, pelos valiosos debates acadêmicos.

Aos professores e colegas do PPGE, pelos eternos aprendizados no decorrer das disciplinas.

À Joyce, ex-secretária do PPGE, pelo carinho e atenção.

À Jonelma, atual secretária do PPGE, que cumpre seu trabalho com tanta dedicação.

Ao Gardner, aluno do PPGE, pelas palavras de incentivo.

Ao Sebastião, pelo cafezinho disponibilizado nas horas de sono.

Ao Professor Edisom, que me incentivou a seguir a área de Educação Matemática, suas contribuições e suas ações são sempre valiosas em minha formação acadêmica e pessoal.

Ao Elieser, amigo de todas as horas que sempre contribui para a minha formação matemática.

Ao professor participante da pesquisa que contribuiu para a realização deste trabalho e me fez entender os desafios do contexto da docência na Educação Básica.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), que concedeu o financiamento para a realização deste estudo.

A você, leitor(a), que se interessou por este trabalho. Espero, verdadeiramente, que ele contribua para seus estudos, assim como várias pesquisas foram úteis a mim.

“Cada pessoa é do tamanho dos seus sonhos, mas não somente destes, é também do tamanho do esforço que se faz para alcançá-los.”

(ELIESER MATEUS, 2010)

RESUMO

Esta dissertação discute o ensino de Matemática com o uso de tecnologias digitais, especificamente a utilização do *laptop* educacional no ensino de funções, sob o olhar da Teoria da Atividade. Esta Teoria foi desenvolvida por Leontiev e tem raízes histórico-culturais da psicologia soviética. Pode ser considerada como um desdobramento dos postulados de Vygotsky, especialmente nas questões pautadas na relação homem-mundo, construídas historicamente e mediadas por instrumentos. Atividade é um processo que é eliciado e dirigido por um motivo, aquele no qual uma ou outra necessidade é objetivada. A atividade é considerada uma unidade básica de análise da reflexão do sujeito sobre a realidade, sendo consciente e tendo a mediação cultural como principal característica. Neste contexto verificamos em sala de aula episódios de ensino que levaram os alunos à aprendizagem do conceito de função, identificando as ações e operações realizadas para tal. As ações, segundo a Teoria se ligam aos objetivos pedagógicos que se pretende alcançar e as operações aos meios que utilizamos para alcançá-los. O referido conteúdo é fundamental no ensino da Matemática, por sua vasta utilização em situações científicas e da vida cotidiana. Além disso, boa parte da Matemática é, hoje, apresentada na linguagem de funções. Quanto às tecnologias digitais, em especial computadores conectados à Internet, cada vez mais presentes na escola, é imprescindível estudos que indiquem como melhor utilizar esses recursos. Os Laboratórios de Informática Educativa - LIE já são realidades em praticamente todas as escolas do Brasil. O Projeto Um Computador por Aluno (UCA), que prevê a distribuição de um *laptop* educacional para cada estudante de escola pública brasileira, está sendo implantado e, portanto, presente no dia a dia em algumas unidades de Educação Básica. Equipar as escolas com os *laptops* educacionais exige profissionais que saibam utilizar estes instrumentos com eficácia na prática escolar, para isto o Projeto UCA está realizando a formação docente. O referido Projeto tem como objetivo promover a inclusão digital pedagógica e o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem nas escolas públicas brasileiras. Assim, o nosso objetivo foi analisar elementos que evidenciem a geração de atividade em aulas acerca do conceito de funções com o uso do *laptop* educacional, a partir de um processo de formação docente. Em relação à metodologia, nosso objeto de estudo nos levou a adotar a pesquisa colaborativa, pois não nos interessa apenas entender a natureza do trabalho desenvolvido pelo professor, mas igualmente pela formulação de alternativas de formação em serviço. O lócus da pesquisa foi uma escola no Município de Quixadá, contemplada pelo Projeto UCA; o participante foi um professor de Matemática do 1º ano do Ensino Médio. Os dados foram coletados e analisados em três momentos, a co-situação, a co-operação e a co-produção, conforme preconiza a pesquisa colaborativa. O primeiro momento refere-se a nossa aproximação com o lócus e o participante da pesquisa. Nessa fase pudemos constatar que o *laptop* educacional estava sendo pouco utilizado e que o professor de Matemática tinha a concepção de que a teoria não se aplica na prática em sala de aula. A co-operação ocorreu nos momentos de planejamento, de observação das aulas e de reflexão sobre a prática. Constatamos que a prática do professor avançou rumo a trabalhar o conceito de função como um conhecimento socialmente construído e de importância para a sociedade. Evidenciamos também a importância do trabalho coletivo e das situações desencadeadoras de ensino planejadas pelo professor e pelo pesquisador. Outro avanço percebido foi o trabalho do professor com o objeto de aprendizagem Grande Prêmio Funcional e o *software* Geogebra no ensino do conteúdo de funções. Desta maneira o *laptop* educacional foi efetivamente utilizado para que a atividade de ensino se transformasse em atividade de aprendizagem. A co-produção consistiu na produção de conhecimento e na escrita de um trabalho para um evento. Concluímos que os pressupostos da Teoria da Atividade foram fundamentais na condução da pesquisa. Destacamos como um aspecto relevante na organização do ensino a utilização de conceitos já trabalhados como operações conscientes para se atingirem novos objetivos, vinculados às ações. Este trabalho contou com o apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

Palavras-Chave: Ensino de Funções; *Laptop* Educacional; Teoria da Atividade.

ABSTRACT

This dissertation discusses the teaching of mathematics with the use of digital technologies especially the use of the educational laptop on function teaching, under the care of activity theory. This theory was developed by Leontiev and it has roots in the historical and cultural Russian psychology. It can be considered as an implication of Vygotsky's postulates, specially the statements which refer to the relationship man-world, historically built and mediated by instruments. Activity is a process that is elicited and guided by a reason, in which one or another need is aimed. The activity is considered a basic unit of the individual's analysis of reflection about reality, being conscious and having the cultural mediation as its main characteristic. In this context, we observed in classroom episodes of teaching which drove the students to learning of the new concept, identifying the actions and operations made for it. The actions, according to the theory, connect the pedagogical aims you want to reach and the operations to the means we use to reach them. The function content is essential in mathematics teaching, for its wide use in scientific situations and daily life. Besides, great part of mathematics is, today, in functions language. Digital Technologies, specially computers connected to the Internet, are being used at school more often, it is indispensable studies that show how to use these resources in a better way. The Educational Informatics Laboratories – EIL exist in practically all schools of Brazil. The One Computer per Student Project (UCA) which distributes a laptop for each student of Brazilian public schools. It is already being implanted and, therefore, it is being used in some basic education schools. Furnish schools with laptops demands professionals who know how to use these instruments with effectiveness, the UCA Project is providing the teacher training. The Project aims to promote the pedagogical digital inclusion and the development of teaching and learning process in Brazilian public schools. Thus, our objective was to analyze elements which evidence the generation of activity in function teaching classes with the use of the educational laptop starting from a process of teacher training. In relation to the methodology, our object of study guided us to understand that our work has elements of collaborative research. Our research has interests not only for the nature of the work developed by the teacher, but for the alternatives of forming service elaboration as well. The locus of the research was a school chosen by the UCA Project and the participant was a math teacher from the first year of high school. The analysis of data was divided in three moments, the co-situation, the co-operation and co-production. The first moment refers to our approach with the locus and the participant of the research, in this phase, we observed that the educational laptop was being underutilized and that the math teacher believed that the theory wasn't applicable in practice in classroom. In the co-operation, there were moments of planning, classes watching and reflection about the practice. We found that function concept was taught as a socially built knowledge and it is important for this society, evidenced the importance of collective work as well and the triggering situation of teaching planned by the teacher and the researcher. Another progress noticed was the teacher's work with the learning object great functional prize and the Geogebra software on teaching of function contents, this way, the educational laptop was effectively used in order to transform the activity of teaching in activity of learning. The co-production had consisted in the production of knowledge and writing a paper for an event. We concluded that the assumptions of activity theory were fundamental in the driving of the research. We enhance as a relevant aspect in the organization of teaching the use of contents already worked like conscious operations to get new actions. That's why, in a moment, interpret the graph of an affine function is an action and, in another, an operation. This work was supported by the Foundation to Support the Scientific and Technology Development of Ceará (FUNCAP).

Key words: function teaching; educational laptop; activity theory

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| RESUMO | 8 |
| ABSTRACT | 9 |
| LISTA DE SIGLAS | 12 |
| LISTA DE TABELAS E FIGURAS | 14 |
| INTRODUÇÃO..... | 15 |
| Objetivo Geral | 23 |
| Objetivos Específicos | 24 |
| CAPÍTULO 1 – O ENSINO DE FUNÇÕES | 25 |
| 1.1 A formação e desenvolvimento do conceito de função | 25 |
| 1.2 A importância e dificuldades no ensino de funções | 30 |
| 1.3 Estado da Questão..... | 33 |
| CAPÍTULO 2 – O PROJETO UM COMPUTADOR POR ALUNO - UCA | 44 |
| 2.1 A tecnologia digital na escola: dos computadores fixos aos móveis | 44 |
| 2.2 Escolas cearenses inseridas no Projeto UCA..... | 48 |
| CAPÍTULO 3 - TEORIA DA ATIVIDADE: UMA ESCOLHA TEÓRICA | 54 |
| 3.1 A Teoria da Atividade e suas categorias..... | 56 |
| 3.2 Atividade de ensino e atividade de aprendizagem..... | 59 |
| 3.3 Investigações do ensino e aprendizagem da Matemática com suporte na Teoria da Atividade..... | 63 |
| CAPÍTULO 4 – TRAJETÓRIA METODOLÓGICA: CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA COLABORATIVA..... | 67 |
| 4.1 O paradigma da pesquisa | 67 |
| 4.2 A abordagem e o método de pesquisa | 68 |
| 4.2.1 Etapas da pesquisa..... | 73 |
| 4.2.2. Instrumentos de coleta e análise de dados | 75 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.2.1 Diário de campo | 75 |
| 4.2.2.2 As narrativas..... | 76 |
| 4.2.2.3 Os episódios de ensino | 77 |
| Capítulo 5 - ANÁLISE DA ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE FUNÇÕES COM USO DO <i>LAPTOP</i> EDUCACIONAL..... | 78 |
| 5.1 Co-Situação..... | 78 |
| 5.1.1 Integração: uma relação de construção | 79 |
| 5.1.2 O contato com o participante da pesquisa..... | 84 |
| 5.1.3 Os conflitos começam a surgir | 85 |
| 5.2 A Teoria da Atividade: relação teoria e prática | 88 |
| 5.3 Caracterização da prática do professor | 92 |
| 5.4 A Co-operação | 98 |
| Episódio 1: O conceito de função | 99 |
| Episódio 2: O conceito de gráfico da função afim através do OA GP Funcional. 111 | |
| Episódio 3: O uso do Geogebra na interpretação de gráficos da função afim | 123 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 138 |
| 7. REFERÊNCIAS | 143 |
| APÊNDICE | 152 |

LISTA DE SIGLAS

AOE – Atividade Orientadora de Ensino

CED – Centro de Educação

EDUCOM – Computadores na Educação

GC – Grupo Controle

GE – Grupo Experimental

IES - Instituições de Ensino Superior

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LIE – Laboratório de Informática Educativa

MEC - Ministério da Educação

MIT – *Massachusetts Institute of Technology*

NTE - Núcleo de Tecnologia Estadual

NTM – Núcleo de Tecnologia Municipal

OA – Objeto de Aprendizagem

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OLPC - *One Laptop per Child*

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PISA - Programa Internacional de Avaliação de Alunos

PPGE – Programa de Pós – Graduação em Educação

PROGITEC- Projeto de Gestão Integrada a Tecnologia

PROINFO - Programa Nacional de Informática na Educação (Tecnologia Educacional)

PRONINFE - Programa Nacional de Informática Educativa

PROPGPq - Pró- Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

PROUCA – Programa Um Computador por Aluno

PUC-SP - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

RECOMPE - Regime Especial de Aquisição de Computadores para Uso Educacional

SEDUC - CE – Secretaria da Educação do Ceará

SEED – Secretaria de Educação a Distância

SME – Secretaria Municipal de Educação

THA – Trajetória Hipotética de Aprendizagem

TIC – Tecnologia da Informação e da Comunicação

UECE – Universidade Estadual do Ceará

UFC - Universidade Federal do Ceará

UNESP - Universidade Estadual Paulista

USP - Universidade de São Paulo

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

| | | |
|-----------|--|--------|
| Tabela 1 | Composição dos diferentes grupos de formadores | p.48 |
| Figura 1 | Máquina de dobrar para representar uma função | p. 29 |
| Figura 2 | Primeiro Aprender Digital: vídeo sobre funções | p. 105 |
| Figura 3 | Primeiro Aprender Digital: Variação de preço de um tecido por metro. | p. 106 |
| Figura 4 | Primeiro Aprender Digital: Diagrama de Flechas | p. 107 |
| Figura 5 | Tela inicial do Objeto de Aprendizagem Grande Prêmio Funcional | p. 112 |
| Figura 6 | Objeto de Aprendizagem Grande Prêmio Funcional – Conhecendo os coeficientes. $a > 0$. | p. 117 |
| Figura 7 | Objeto de Aprendizagem Grande Prêmio Funcional – Conhecendo os coeficientes. $a < 0$. | p. 117 |
| Figura 8 | Objeto de Aprendizagem Grande Prêmio Funcional – Conhecendo os coeficientes. $a = 0$. | p. 118 |
| Figura 9 | Objeto de Aprendizagem Grande Prêmio Funcional – Colocando em prática. | p. 121 |
| Figura 10 | Tela inicial do <i>software</i> Geogebra. | p. 123 |
| Figura 11 | Representação da função afim $y = 2x$ no <i>software</i> Geogebra. | p. 129 |
| Figura 12 | Representação de pontos no <i>software</i> Geogebra. | p. 130 |
| Figura 13 | Representação da função afim $y = 5x + 1$ no <i>software</i> Geogebra. | p. 131 |
| Figura 14 | Representação da função afim $y = 4x$ no <i>software</i> Geogebra. | p. 131 |
| Figura 15 | Representação da função afim $y = 15x + 20$ no <i>software</i> Geogebra. | p. 133 |

INTRODUÇÃO

A Matemática se desenvolveu a partir de necessidades, como contar, calcular, medir e organizar o espaço e as formas. Seu conhecimento é um componente essencial na construção da cidadania, na medida em que a sociedade utiliza, cada vez mais, conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar. A Matemática é percebida então como um instrumento para o conhecimento do mundo e domínio da natureza.

A Matemática foi, ao longo da história, o primeiro conhecimento a atingir o estatuto de ciência. Este fato está, sem dúvida, ligado à própria natureza dessa ciência e de seus objetos. Os seus conceitos e resultados são fundamentais para o desenvolvimento da humanidade e encontram diversas aplicações em outras ciências (GRANGER, 1994). De acordo com Huete e Bravo (2006), a Matemática possui um extenso campo de atuação, por exemplo, biologia, química, física, engenharia, medicina, política, atividades tecnológicas e industriais. Podemos perceber que os conhecimentos matemáticos estão sendo utilizados a cada instante para a evolução da sociedade.

De acordo com Caraça (2000), em uma época em que esta sociedade anuncia o ensino de Matemática voltado apenas para aplicações do cotidiano, ou seja, de forma contextualizada, não podemos esquecer que esta Ciência possui uma existência própria, que seu contexto pode estar nela mesma, e que o seu estudo pode, ainda que de forma indireta, agregar importantes subsídios ao desenvolvimento da capacidade intelectual dos indivíduos. O autor considera que a Matemática é uma Ciência viva, em constante transformação, e ligada ao momento histórico em que suas descobertas são realizadas. Ainda que reconheça a falta de aplicabilidade prática e imediata de alguns dos seus conteúdos, estes são parte de um grande esforço da humanidade para atingir um alto grau de domínio e desenvolvimento das ideias.

D'Ambrósio (2008) postula que a Matemática é uma resposta em busca de sobrevivência e de transcendência, acumulada e transmitida ao longo de gerações, desde a pré-história. Huete e Bravo (2006) complementam que esta ciência é uma criação da mente humana, e seu ensino deve transformar-se em autênticos processos de descobertas por parte do aluno.

A Matemática é uma importante ferramenta para a humanidade, e, sem ela, o homem não teria sido capaz de sair das cavernas para, tempos depois, inventar o computador e viajar pelo espaço sideral. Portanto, ensinar Matemática é ensinar a viver e capacitar o aluno para se perceber no espaço físico e social.

Essa ciência é percebida como uma forma de compreender e atuar no mundo. O conhecimento gerado nessa área do saber é fruto da construção humana na sua interação constante com o contexto natural, social e cultural. Esta visão se opõe àquela presente na sociedade e na escola, que considera a Matemática como um corpo de conhecimento imutável e verdadeiro, devendo ser assimilado pelo aluno (BRASIL, 1998).

De acordo com os PCN de Matemática (BRASIL, 1997), há problemas a serem enfrentados, tais como: a necessidade de reverter uma prática que tem centrado o ensino em procedimentos mecânicos e desprovidos de significados para o aluno. Há urgência em reformular objetivos, rever conteúdos e buscar metodologias compatíveis com a formação que hoje a sociedade exige.

Segundo D'Ambrósio (2010), nos últimos 20 anos, está se produzindo mais Matemática do que em toda a história da humanidade, porém essa produção é fruto de uma dinâmica interna da ciência, da tecnologia e da própria Matemática. Entretanto, do ponto de vista contextualizado, a Matemática que se ensina hoje nas escolas não acompanha essa evolução da sociedade. O que interessa aos discentes em geral é aquilo que tem apelo às suas percepções materiais e intelectuais mais imediatas. Para Carraher, Schliemann e Carraher (1997, p. 21), “o ensino de Matemática deveria ser, sem dúvida, a área mais diretamente beneficiada pelo conhecimento da Matemática da vida cotidiana”.

O que podemos perceber é que esta preocupação não é recente, pois D'Ambrósio (1989) já postulava que o ensino dessa disciplina é caracterizado por práticas monótonas, nas quais o professor busca transferir conceitos fundamentais por meio de aulas cansativas. Ainda de acordo com a autora, alguns professores têm a concepção errada de que passar o máximo de conteúdos, por meio de um grande número de exercícios, é a melhor maneira de ensinar Matemática.

Sousa e Barreto (2008) observam que se coloca uma contradição relevante sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática: de um lado esta disciplina se mostra como aprendizado fundamental à construção dos diversos conhecimentos; do outro há os frequentes

resultados negativos observados nas avaliações oficiais. Podemos elencar como exemplos os baixos rendimentos demonstrados pelos alunos da Educação Básica na referida disciplina. Dados do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA¹) reafirmam esse perfil, no que se refere à aprendizagem dos conceitos matemáticos pelos estudantes brasileiros. O índice do Brasil em Matemática em 2009 foi de 386 pontos, ficando atrás de países, como Uruguai, Chile, Argentina, Trinidad e Tobago e Israel. Podemos constatar que a pontuação do nosso País continua, significativamente, abaixo da média dos demais países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) que foi de 496 pontos na última edição da referida avaliação (OCDE, 2010).

Considerando esses problemas com o ensino da Matemática e sabendo que o conhecimento matemático divide-se em áreas específicas, como Aritmética, Geometria e Álgebra, em nossa pesquisa, enfocaremos a Álgebra. Trata-se de uma área fundamental, principalmente no Ensino Médio, nível em que se desenvolveu esta pesquisa.

Segundo os PCN de Matemática (BRASIL,1998), a álgebra estabelece relações entre duas grandezas e desenvolve a capacidade de generalização. Lins e Gimenez (1997) complementam que o processo de generalização emerge na álgebra quando os estudantes passam a compreender como um caso geral o que é comum a um conjunto de casos particulares. Contudo, na perspectiva de Usiskin (1995), a álgebra não deve ser vista apenas como uma aritmética generalizada, mas também como uma atividade significativa em variadas situações de resolução de problemas.

O pensamento algébrico explora situações que levam os estudantes a traduzir informações contidas em tabelas e gráficos para linguagem algébrica e vice-versa, identificando os significados das expressões. Dessa maneira, o pensamento algébrico envolve o desenvolvimento de habilidades, como a observação e interpretação, levando assim à abstração de fenômenos matemáticos (LINS;GIMENEZ, 1997).

A partir de nossa vivência em sala de aula, percebemos que o ensino da álgebra enfatiza os procedimentos de cálculo, regras e passos para a resolução de problemas,

¹Programa for International Student Assessment. Trata-se de um programa internacional de avaliação comparada, cuja principal finalidade é produzir indicadores sobre a efetividade dos sistemas educacionais, avaliando o desempenho de alunos na faixa etária dos 15 anos de idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. Esse programa é desenvolvido e coordenado internacionalmente pela OCDE, havendo em cada país participante uma coordenação nacional, que, no Brasil, cabe ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (BRASIL, 2010).

utilizando símbolos e letras. A consequência é que os estudantes não entendem sua utilização e a relacionam apenas como substituição de letras por números ou resolução de equações por meio de fórmulas prontas, não podendo se falar de uma efetiva aprendizagem dos conceitos.

Como consequência desta realidade, podemos elencar como exemplo a média nacional, em Matemática, dos alunos do 9º ano, na Prova Brasil de 2009, que foi de 240,29. Considerando os níveis de pontuação propostos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, com esta pontuação estamos no nível 5 de uma escala de 13 níveis. Com essa pontuação, os estudantes são capazes apenas de identificar quadriláteros pelas características de seus lados e ângulos; calcular o perímetro de figuras sem o apoio de malhas quadriculadas; identificar gráfico de colunas que corresponde a uma tabela com números positivos e negativos; e localizar dados em tabelas de múltiplas entradas (INEP, 2011). Dados como estes mostram que os alunos não estão desenvolvendo os requisitos mínimos para uma trajetória bem-sucedida, principalmente no que concerne aos conceitos algébricos.

Diante dessa realidade, surgem as seguintes indagações: Os alunos estão concluindo o 9º ano sem serem capazes de resolver problemas algébricos? Quais dificuldades enfrentarão no 1º ano do Ensino Médio, cujo currículo necessita de fundamentos algébricos?

As dificuldades desta área da Matemática começam a ser percebidas na passagem da aritmética para a álgebra, pois os discentes se deparam com um grande obstáculo epistemológico, o qual consiste em reconhecer que letras podem representar valores e que símbolos matemáticos podem ter diversos significados (VERGNAUD, 1988).

Tendo em vista a abrangência da álgebra, para este trabalho, delimitamos um conteúdo específico no qual pudéssemos nos aprofundar, qual seja: **funções**. Esse conteúdo é fundamental no ensino da Matemática, por sua vasta utilização em situações científicas e da vida cotidiana. O avanço de um educando em direção a um conhecimento maior do conceito de função deverá levá-lo a uma compreensão melhor do seu dia a dia, disponibilizando ferramentas úteis ao exercício de sua cidadania, como o reconhecimento de variáveis em situações do cotidiano e o estabelecimento de relações entre elas (BRAGA, 2006). De acordo com E. Lima (2008), boa parte da Matemática é, hoje, apresentada na linguagem de funções. O alcance desse conteúdo explica sua relevância na Matemática e justifica nossa escolha.

O conteúdo de função permite conexões entre os diversos conceitos matemáticos e entre suas diferentes formas do pensamento. Segundo os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio de Matemática (PCNEM, 1999, p. 42):

Além das conexões internas à própria Matemática, o conceito de função desempenha também papel importante para descrever e estudar através da leitura, interpretação e construção de gráficos, o comportamento de certos fenômenos tanto do cotidiano, como de outras áreas do conhecimento, como a Física, Geografia ou Economia.

Os alunos frequentemente têm contato com expressões que utilizam o termo função no cotidiano. Podemos elencar como exemplos o consumo de gasolina de um carro é *função* de sua velocidade; os resultados escolares de um aluno é *função* do trabalho que ele realiza, a colheita de produtos agrícolas é *função* do clima. Entretanto, os discentes têm dificuldades em compreender este conceito devido ao seu ensino por meio de definições diretas e formais (PELHO, 2003).

Embora este conceito seja importante, de acordo com L. Lima (2008), ainda é um conceito pouco estudado na formação docente. Tanto alunos quanto professores apresentam dificuldade em conceituar esse saber matemático e utilizá-lo adequadamente, fazendo com que se acredite ser necessário repensar o ensino de função. Esta mudança exige não somente uma análise nos currículos escolares, como destacam os PCNEM de Matemática, mas sobretudo, uma análise da formação docente.

Na busca por melhorias na área da Educação, pesquisas, como as de Pimenta (2000), Lima (2004) e Imbernón (2006), demonstram a formação de professores como um dos aspectos necessários a serem enfocados na tentativa de resolver os problemas, como os resultados negativos dos discentes, que estão ocorrendo na Educação Básica.

Nessa perspectiva, Imbernón (2010) afirma que há a necessidade de uma nova forma de ver a educação e o papel dos professores e alunos. A educação se renovará quando os professores mudarem sua postura diante do fazer pedagógico, mas os contextos em que esses interagem também deverão passar por alterações. Segundo o autor, a teoria sozinha não muda a realidade, pois é preciso ser aliada à prática em sala de aula.

Nesse contexto, a pesquisa sobre formação de professores tem crescido tanto quantitativamente quanto qualitativamente. O professor passa a ser considerado como um

elemento importante do processo de ensino-aprendizagem, ele começa a ser analisado como sujeito do estudo com participação ativa e colaborativa em muitos casos (FERREIRA, 2003).

No que diz respeito, especificamente, ao professor de Matemática, Ponte (2009) postula que o domínio do conhecimento matemático e pedagógico torna esse profissional mais flexível nas decisões em sala de aula, capaz de escolher tarefas mais apropriadas ao desenvolvimento de discussões matemáticas significativas.

A formação de professores de Matemática é um tema que vem sendo discutido e causando preocupação, tanto na formação inicial quanto continuada. Segundo Cury *et al* (2002), os cursos de Licenciatura Plena em Matemática, além da importância que atribuem aos conteúdos matemáticos, devem discutir as possibilidades e metodologias para o ensino e a aprendizagem desta disciplina. A autora complementa, afirmando que uma das maneiras de formar um professor de Matemática crítico e consciente das dificuldades que vai encontrar na sua prática é desenvolver, desde a graduação, atividades práticas paralelamente à teoria, para que, por meio delas, esses docentes possam trabalhar em prol da melhoria das condições do ensino-aprendizagem da Matemática.

Nessa perspectiva, D'Ambrósio (1993) já propunha que uma das características desejadas em um professor de Matemática é a visão do que vem a ser a Matemática e do que constitui sua aprendizagem, portanto podemos concluir que a formação de professores dessa disciplina é um dos grandes desafios da atualidade. Fiorentini (2003), ao abordar a questão da formação dos docentes de Matemática, afirma que, apesar de todos esses novos encaminhamentos nas discussões, a principal mudança que se observa encontra-se apenas no âmbito do discurso. O autor complementa que prevalece o modelo de uma racionalidade técnica que separa teoria e prática.

Em face dessas mudanças desencadeadas e a preocupação com o ensino da referida disciplina, a Educação Matemática surge como um campo científico que propõe reflexões para auxiliar os docentes no desenvolvimento de práticas que propiciem o aprendizado discente.

A Educação Matemática envolve as múltiplas relações e determinações entre ensino, aprendizagem e conhecimento matemático em um contexto sociocultural específico (FIORENTINI e LORENZATO, 2009). Este corpo de conhecimento divide-se em tendências, dentre elas, destacamos o uso da informática educativa no ensino desta disciplina. A

informática educativa tem se mostrado uma tendência capaz de proporcionar mudanças significativas na prática escolar, criando condições favoráveis para as aulas de Matemática (BORBA e PENTEADO, 2010). Na mesma perspectiva, Mendes (2009) afirma que o uso das tecnologias na Educação Matemática tem contribuído para que professores e alunos superem obstáculos no processo de ensino- aprendizagem. Bittar (2010) complementa que pesquisas apontam para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem da Matemática com o uso das tecnologias digitais.

Considerando que as tecnologias digitais, em especial computadores conectados à Internet, estão cada vez mais presentes na escola, é imprescindível estudos que indiquem como melhor utilizar esses recursos. Os Laboratórios de Informática Educativa – LIE já são realidades em praticamente todas as escolas do Brasil. Além disso, o Programa Um Computador por Aluno (PROUCA), que prevê a distribuição de um *laptop* educacional para cada estudante de escola pública brasileira, já está sendo implantado e, portanto, presente no dia a dia de algumas unidades de Educação Básica. Fiorentini e Lorenzato (2009, p. 46) observam que, “se, de um lado, pode ser considerado relativamente simples equipar as escolas com essas tecnologias, de outro, isso exige profissionais que saibam utilizá-las com eficácia na prática escolar”. Os autores advertem que este é um debate também pertinente à Educação Matemática.

O Projeto UCA, iniciativa da Presidência da República, sob a responsabilidade do Ministério da Educação – MEC, tem como objetivo promover a inclusão digital pedagógica e o desenvolvimento dos processos de ensino-aprendizagem nas escolas públicas brasileiras. O Projeto apoia-se na ideia de que a disseminação do *laptop* educacional com acesso à Internet é uma poderosa ferramenta de inclusão digital e melhoria da qualidade da educação (SILVA, 2009). A expectativa do Projeto é que, com a chegada dos *laptops* educacionais, o uso do computador torne-se uma prática corrente na cultura da sala de aula, podendo ser utilizado pelo professor e alunos, a qualquer momento, como uma ferramenta para potencializar o conhecimento. Para acompanhar o UCA, o MEC instituiu um Comitê Gestor composto por profissionais da educação de diversas universidades do país, com o objetivo de assessorar pedagogicamente, acompanhar e avaliar as experiências implantadas.

Tendo em vista a importância e as dificuldades do ensino de funções e corroborando com os estudos de Borges Neto e Borges (2004); Castro Filho *et al* (2007);

Mendes (2009); Borba e Penteado (2010) e Bittar (2010) que retratam as tecnologias digitais, em especial o computador, como uma ferramenta para ampliar as possibilidades de ensino e aprendizagem da Matemática, nosso trabalho pesquisa o ensino de função com o uso do *laptop* educacional. Para o estudo da interação entre o ensino de função e o *laptop* educacional, utilizaremos como aporte teórico a Teoria da Atividade, objetivando construir formas mais efetivas para o ensino desse conceito.

A partir dessa teoria, pretendemos auxiliar o professor participante da pesquisa a organizar o ensino de funções com o uso do *laptop* educacional para a criação, em sala de aula, de um ambiente efetivamente gerador da *atividade*. Este conceito advém da Teoria da Atividade, desenvolvida por Leontiev e tem raízes histórico-culturais da psicologia soviética. Pode ser considerada como um desdobramento dos postulados de Vygotsky, especialmente nas questões pautadas na relação homem-mundo, construídas historicamente e mediadas por instrumentos (LOPES, 2009).

De acordo com Leontiev (2010, p.68), “por atividade, designamos os processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo.” A atividade é considerada uma unidade básica de análise da reflexão do sujeito sobre a realidade, sendo consciente e tendo a mediação cultural como principal característica (TOMAZ e DAVID, 2008). É composta por ações e operações que articuladas conduzem à realização do motivo. As ações, segundo a Teoria, ligam-se aos objetivos pedagógicos que se pretende alcançar e as operações aos meios que utilizamos para alcançá-los.

Esta teoria não é específica de um domínio particular, dessa maneira, permitirá uma abordagem geral, oferecendo ferramentas conceituais e princípios metodológicos que se concretizam de acordo com a natureza específica da atividade desenvolvida em sala de aula.

Para tanto, elegemos a pesquisa colaborativa para conduzir os passos metodológicos deste trabalho. Segundo Teles e Ibiapina (2009), este método de pesquisa é um modelo de investigação pautado na abordagem da mediação social. Nesse sentido, a prática se volta para a resolução dos problemas vivenciados na escola, especificamente na sala de aula. Nessa perspectiva, pesquisadores e professores trabalham conjuntamente, em busca de

conhecimentos voltados para a melhora da cultura escolar e para o desenvolvimento profissional dos envolvidos na pesquisa.

O nosso interesse na investigação desse objeto de pesquisa decorre da experiência como professor de Matemática no 1º ano do Ensino Médio, da formação como egresso do curso de Licenciatura Plena em Matemática e da entrada no Mestrado Acadêmico em Educação, onde a pesquisa foi estruturada.

Iniciamos nossa experiência como professor de Matemática do 1º ano do Ensino Médio, em 2008, em uma escola da rede estadual, na cidade de Senador Pompeu, no Sertão Central Cearense. Logo as dificuldades dos alunos em aprender o conteúdo de função chamaram nossa atenção. Ao iniciarmos o Mestrado, nos deparamos com lastros teóricos que afirmam que as tecnologias digitais ampliam as possibilidades no ensino da Matemática, nesse contexto, unimos o ensino de função com o uso das tecnologias digitais, corroborando com a ideia de que esta ferramenta ajude a melhorar o ensino deste conteúdo.

Porém, diante dos estudos que tratam da importância do uso das tecnologias digitais na educação, concordamos com Gladcheff, Zuffi e Silva (2001) que retratam que o bom uso dessa ferramenta na sala de aula depende tanto da metodologia utilizada, quanto da escolha de *softwares*, em relação aos objetivos que se pretendem atingir e da concepção de conhecimento e de aprendizagem que orienta o processo. As tecnologias devem ser utilizadas para potencializar a aprendizagem, e não só para preencher o tempo, nessa perspectiva, justifica-se mais uma vez a escolha do nosso aporte teórico.

Diante do que foi discutido, ao final dessa pesquisa pretendemos responder à seguinte pergunta: **Quais as contribuições da teoria da atividade para a organização do ensino que favoreça a apropriação do conceito de função com o uso do *laptop* educacional?** Para tanto, definimos os objetivos seguintes para nortear este trabalho.

Objetivo Geral

Analisar a construção da organização do ensino de função a partir dos elementos da Teoria da Atividade, de modo a favorecer a apreensão deste conceito com o uso do *laptop* educacional.

Objetivos Específicos

- Caracterizar a prática docente do professor de Matemática auxiliado pelo uso do *laptop* educacional;
- Qualificar ações e operações no processo de planejamento das aulas de função;
- Desencadear atividade por meio da inserção de ações e operações na prática do professor, com o uso do *laptop* educacional, em episódios de ensino de função.

As reflexões geradas neste estudo estão organizadas em cinco capítulos. No primeiro capítulo, cujo título é “O Ensino de Funções”, está contemplada a formação e desenvolvimento deste conceito; a importância e dificuldades do ensino de funções; e uma revisão de literatura acerca de trabalhos que abordaram o estudo sobre funções.

No segundo capítulo, cujo título é “O Projeto Um Computador por Aluno”, será feita uma abordagem sobre a trajetória da chegada das tecnologias digitais na escola, desde o início dos programas implantados pelo Governo brasileiro até o Projeto UCA. Dentro do referido projeto, iremos contextualizá-lo em esfera Nacional, Estadual e Municipal.

No terceiro capítulo, intitulado “Teoria da Atividade: uma escolha teórica” é apresentado o referencial que dá suporte a este trabalho, abordando os principais elementos presentes na Teoria da Atividade, ligados ao ensino da Matemática.

O quarto capítulo, denominado “Trajetória metodológica: as contribuições dos elementos da pesquisa colaborativa” contempla os construtos teóricos da Pesquisa Colaborativa, metodologia escolhida para este trabalho. São explicitados, ainda, os procedimentos metodológicos e as etapas utilizadas na formação com o professor de Matemática.

No quinto capítulo, destinado à Análise dos dados, socializamos os resultados e discussões dos dados da pesquisa. Analisamos os processos de formação, de observação da aula e de reflexão com o professor de Matemática participante da pesquisa, sob a luz da Teoria da Atividade.

Por fim, encerramos este trabalho com as considerações finais nas quais são apresentados os principais achados e as constatações desse estudo, além de sugestões para pesquisas futuras.

CAPÍTULO 1 – O ENSINO DE FUNÇÕES

O presente capítulo visa apresentar elementos acerca da formação e desenvolvimento do conceito de função, ao longo da história da Matemática; aborda-se ainda a importância conferida por diferentes matemáticos a esse elemento curricular; finalmente, apresentam-se as dificuldades apontadas pelos estudiosos para seu ensino e aprendizagem.

1.1 A formação e desenvolvimento do conceito de função

Somente no século XIX, a ideia de função ganhou forma matemática, mas, desde a Antiguidade, por volta de 2000 anos a.C., nas tábuas babilônicas, já aparecia uma representação de função. Os matemáticos babilônicos utilizavam, largamente, para seus cálculos as tabelas sexagesimais de quadrados e raízes quadradas, de cubos e raízes cúbicas, entre outras. As tábuas de funções foram empregadas na astronomia babilônica, para a compilação das efemérides do sol, da lua e dos planetas. As funções tabuladas de maneira empírica tornaram-se os fundamentos matemáticos de todo o desenvolvimento posterior da astronomia (YOUSCHKEVITCH, 1981).

Efetivamente, a civilização babilônica foi uma exímia produtora de tábuas matemáticas. Uma das remanescentes traz os valores de $n^3 + n^2$, para $n = 1, 2, 3, \dots, 20, 30, 40$ e 50 . Obviamente, não seria forçado associá-la à função f cujo domínio é $\{1, 2, 3, \dots, 29, 30, 40, 50\}$ e que está definida por $f(x) = x^3 + x^2$. Mas, possivelmente, essa tábua foi construída para permitir a resolução de equações do tipo $x^3 + x^2 = c$, pode-se ver nela ainda o germe da ideia de função inversa. De fato, ao se resolver a equação $x^3 + x^2 = 80$, por exemplo, o que se procura é o número n tal que $f(n) = 80$, ou seja, a “imagem” de 80 pela “função inversa” de f (DOMINGUES e IEZZI, 2003).

Em sua obra prima, *O almagesto*, Ptolomeu (século II d.C.) deu um grande passo nessa matéria. Em seu livro I (são 13 ao todo), há uma tábua com as cordas dos arcos de $1/2^\circ$ a 180° em intervalos de $1/2^\circ$. Essas cordas são, na verdade, os ancestrais mais remotos dos nossos senos. Como Ptolomeu usou também suas tábuas em sentido contrário, para achar, por exemplo, o arco de uma dada corda, é plausível dizer que a ideia de função inversa também está presente em sua obra. Contudo, o grande passo de Ptolomeu consistiu em mostrar como

interpolando linhas em sua tábua, para qualquer valor da “variável independente” (o arco), o que sugeria um caminho para um estudo computacional de fenômenos contínuos.

Segundo Maia (2007), é na Idade Média que o início do conceito de função apareceu pela primeira vez, com Nicole Oresme (1323-1382), que descreveu graficamente a dependência entre velocidade e tempo, utilizando linhas verticais e horizontais. Essa representação gráfica, conhecida como latitude das formas, continuou sendo um tópico popular desde o tempo de Oresme até o de Galileu. Em sua obra intitulada *Tractatus de Figuratione potentiarum et mensurarum*, Oresme chegou a sugerir uma extensão a três dimensões de sua “latitude de formas” em que a função de duas variáveis independentes era representada como um volume formado de todas as ordenadas, construídas segundo uma regra dada em pontos numa parte do plano de referência.

Como podemos perceber, no período medieval, se verificaram poucos avanços na formação do conceito de função. De um lado, a Álgebra literal, fundamental para explorar esse conceito, só seria criada no final do século XVI, de outro, a ciência ainda não elegera a descrição quantitativa dos fenômenos como meta, o que só aconteceria no Renascimento, graças, principalmente, a Galileu Galilei (1564-1642).

Segundo Domingues e Iezzi (2003), Galileu aplicou seu método científico principalmente ao estudo do movimento. Por exemplo, em sua obra *Diálogos sobre duas novas ciências*, encontra-se a seguinte lei: “Os espaços percorridos por um corpo que sai do repouso em movimento uniformemente acelerado estão entre si como os quadrados dos tempos gastos para percorrê-los”. Nesse caso, se, para percorrer determinado espaço s_1 , o tempo gasto é t_1 e se, para percorrer um espaço s , o tempo gasto é t , então $s/s_1 = t^2/t_1^2$. Com o desenvolvimento e a difusão da simbologia algébrica (ignorada por Galileu), essa lei passaria a se escrever assim: $s = kt^2$ em que $k = s_1/t_1^2$, destacando o espaço em termos do tempo.

Youschkevitch (1981, p. 23) afirma que um papel fundamental para o desenvolvimento da teoria das funções foi

[...] desempenhado, por um lado, pela crescente vivacidade dos cálculos matemáticos; por outro lado, pela criação da álgebra simbólica, literal, ao mesmo tempo em que ocorre a extensão correspondente do conceito de número, tanto que, no final do século XVI, não alcança somente os números reais inteiros, mas também os números imaginários e complexos. Foi então, por assim dizer, que ocorreram as preliminares para a introdução do conceito de função como relação entre dois conjuntos de números, mais que

quantidades e por uma representação analítica de funções por meio de fórmulas.

Mas quem primeiro conseguiu fundir a ideia de variabilidade em uma simbologia algébrica conveniente, ao representar lugares geométricos por meio de equações algébricas e fazer a correspondência entre as variáveis a fim de poder esboçar o gráfico correspondente, foi o filósofo e matemático francês René Descartes (1596-1650), o criador da geometria analítica (BOYER, 2001).

Na perspectiva de Domingues e Iezzi (2003), foi na segunda metade do século XVII que o matemático alemão Leibniz (1646-1716) usaria, pela primeira vez, a palavra “função”. Inicialmente, para expressar qualquer quantidade associada a uma curva, por exemplo, as coordenadas de um ponto da curva, a inclinação de uma curva e o raio da curvatura de uma curva. Também se deve a Leibniz a introdução das palavras “variável”, “constante” e “parâmetro”, hoje, corriqueiras na linguagem matemática.

De acordo com Eves (2011), por volta de 1718, Johann Bernouilli (1667-1748) considerou uma função como uma expressão qualquer, formada de uma variável e algumas constantes. O matemático apresentou também a primeira definição explícita de uma função como expressão analítica. Mas a notação $f(x)$ para indicar uma função só seria introduzida em 1734 pelo suíço Euler (1707-1783), que ainda considerou uma função como uma equação ou fórmula qualquer envolvendo variáveis e constantes (DOMINGUES e IEZZI, 2003).

O conceito de Euler se manteve inalterado até que Fourier (1768-1830) foi levado a considerar, em suas pesquisas sobre a propagação do calor, as chamadas séries trigonométricas. Essas séries envolvem uma forma de relação mais geral entre as variáveis que já haviam sido estudadas anteriormente.

Eves (2011, p. 661) postula que Dirichlet (1805-1859), numa tentativa de dar uma definição de função ampla o suficiente a ponto de englobar a relação que Fourier tratava, chegou à seguinte formulação:

Uma *variável* é um símbolo que representa um qualquer dos elementos de um conjunto de números; se duas variáveis x e y estão relacionadas de maneira que, sempre que se atribui um valor a x , corresponde automaticamente, por alguma lei ou regra, um valor a y , então se diz que y é uma *função* (unívoca) de x . A variável x , à qual se atribuem valores à vontade, é chamada *variável independente* e a variável y , cujos valores dependem dos valores de x , é chamada *variável dependente*. Os valores

possíveis que x pode assumir constituem o *campo de definição* da função e os valores assumidos por y constituem o *campo de valores* da função. (Grifos no original).

Caraça (2000), já afirmava que os conceitos de variável e interdependência são fundamentais para a compreensão do conceito de função. A primeira pode ser entendida como o instrumento próprio para o estudo das leis quantitativas da realidade, e ser definida por meio de uma expressão analítica ou por sua imagem geométrica. A segunda é uma característica essencial da realidade. Qualquer objeto ou fenômeno da realidade, do mais simples ao mais complexo, está relacionado e depende de outros objetos ou fenômenos, ainda que tais entrelaçamentos nem sempre sejam identificados por um olhar ou tentativa de compreensão superficial.

A teoria dos conjuntos proporcionou uma ampliação no que diz respeito ao conceito de função, abrangendo relações entre dois conjuntos de elementos quaisquer. Assim, na teoria dos conjuntos, uma função f é, por definição, um conjunto qualquer de pares ordenados de elementos, pares esses, sujeitos à condição seguinte: se $(a_1, b_1) \in f$, $(a_2, b_2) \in f$ e $a_1 = a_2$, então $b_1 = b_2$. O conjunto A dos primeiros elementos dos pares ordenados chama-se de domínio da função e o conjunto B de todos os segundos elementos dos pares ordenados se diz imagem da função (EVES, 2011).

Agora, de acordo com alguns autores da atualidade, vamos definir o conceito de função. Segundo E. Lima (2008, p.13, grifos no original),

uma *função* $f: A \rightarrow B$ consta de três partes: um conjunto A , chamado o *domínio* da função (ou o conjunto onde a função é definida), um conjunto B , chamado o *contradomínio* da função, ou o conjunto onde a função toma valores, e uma regra que permite associar, de modo bem determinado, a cada elemento $x \in A$, um único elemento $f(x) \in B$, chamado o *valor* que a função assume em x (ou no ponto x).

Ainda de acordo com o autor, não se deve confundir f com $f(x)$, pois f é a função, enquanto $f(x)$ é o valor que a função assume num ponto x do seu domínio. A natureza da regra que ensina como obter o valor $f(x) \in B$ quando é dado $x \in A$ é inteiramente arbitrária, sendo sujeita apenas a duas condições:

- Não deve haver exceções: a fim de que f tenha o conjunto A como domínio, a regra deve fornecer $f(x)$ para *todo* $x \in A$;

- Não deve haver ambiguidades: a cada $x \in A$, a regra deve fazer corresponder um *único* $f(x)$ em B.

Dante (2010) inicia intuitivamente a definição de função, usando a história da Matemática, contando um breve relato sobre a construção de pontes do tipo pênséis. Os cabos que a sustentam apresentam-se em curvas, que são descritas algebricamente por meio de uma equação. Depois, o autor associa esse conceito ao lado de um quadrado e seu perímetro, observando que o perímetro de um quadrado é dado em *função* da medida de seu lado, isto é, o perímetro *depende* da medida do lado. “Como o perímetro depende da medida do lado, ele é a *variável dependente*, e a medida do lado é chamada *variável independente*” (DANTE, 2010, p.72. Grifos no original).

O autor ainda relaciona o conceito de função a uma máquina de dobrar números, que converte entradas válidas em saídas de forma unívoca. Dante (2010) apresenta o diagrama da figura 1 abaixo:



Figura 1: Máquina de dobrar para representar uma função (DANTE, 2010).

“(...) os números que saem são dados em *função* dos números que entram na máquina, ou seja, os números que saem *dependem* dos números que entram. Assim, a *variável dependente* é o número de saída e a *variável independente* é o número de entrada” (DANTE, 2010, p.72, grifos no original).

Após essas definições intuitivas, Dante (2010, p.75) define formalmente o conceito de função como sendo: “Dados dois conjuntos não vazios A e B, uma função de A em B é uma regra que indica como associar cada elemento $x \in A$ a um único elemento $y \in B$ ”.

Assim, Caraça (2000) já afirmava que o conceito de função aparece-nos, no campo matemático, como o instrumento próprio para o estudo de leis. Através da lei de formação de uma função, ou seja, a partir de sua generalização, podemos determinar

quaisquer valores correspondentes a outras representações. O autor afirma que, quando dizemos que $y = f(x)$, dizemos mais do que enormes representações em tabelas, nesta, estão apenas indicados alguns pares de valores da correspondência, ao passo que na afirmação $y = f(x)$ está implicando que a qualquer valor de x corresponde um valor (e um só) de y . Por aqui podemos começar a perceber a importância de generalizar o conceito.

Ao fim deste tópico, percebemos que o conceito de função é produto da atividade humana. Desenvolveu-se ao longo do tempo, a partir das necessidades da humanidade: como estabelecer relações entre grandezas. Este conteúdo sendo abordado dessa maneira em sala de aula deverá ter mais significado para os alunos. Nessa perspectiva no próximo tópico iremos abordar a importância e dificuldades no ensino de funções.

1.2 A importância e dificuldades no ensino de funções

Eves (2011) postula que o conceito de função permeia o ensino de Matemática, e, desde as primeiras décadas do século presente, matemáticos defendem seu uso como princípio central e unificador na organização dos cursos de Matemática. Ainda segundo o autor, esse conceito representa um guia natural e efetivo para o desenvolvimento da Matemática. Enfim, o quanto antes se familiarize um estudante com o conceito de função, tanto melhor para sua formação matemática (EVES, 2011). Daí a importância do seu estudo mais detalhado no Ensino Médio.

De acordo com Dante (2010), o estudo das funções é fundamental para a construção do conhecimento matemático. É um convite à exploração dos vários campos que compõem a Matemática. O autor afirma que o conceito de função é um dos mais importantes da Matemática e ocupa lugar de destaque em vários de seus ramos, bem como em outras áreas do conhecimento. É muito comum e conveniente expressar fenômenos físicos, biológicos e sociais por meio de funções (DANTE, 2010).

Entretanto, o conteúdo de funções deve ser ensinado na escola não só tendo em vista as exigências práticas da vida dos discentes, mas também pela capacidade de construir um pensamento lógico e um verdadeiro método de estudo (BRAGA, 2006).

De acordo com os PCN (2002), o estudo do conceito de Função é apresentado como relevante por permitir aos alunos adquirirem tanto a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessárias para expressar a relação entre grandezas e modelar

situações-problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria Matemática. Segundo esse documento, “a ênfase do estudo das diferentes Funções deve estar no conceito de Função e em suas propriedades em relação às operações, na interpretação de seus gráficos e nas aplicações dessas Funções.” (BRASIL, 2002, p. 121).

Zuffi (2001) postula que o conceito de função que se ensina atualmente se desenvolveu ao longo dos séculos, e sua origem formal se deu a partir do interesse em resolver problemas de forma prática, ou seja, solucionar problemas reais e, a partir daí, surgiu a forma intuitiva, representando uma função. Nesse contexto, entendemos que tal conceito é resultado de uma união de fatores históricos e sociais, que foram criados pelos homens na forma de problemas do cotidiano, e não de maneira acabada e formalizada, como as aulas de Matemática nos levam a acreditar.

Caraça (2000) já postulava que devemos nos referir à Matemática, em nosso caso específico ao conteúdo de funções, destacando seu papel para inserção social e seu movimento histórico. Assim os estudantes podem tomar conhecimento das concepções sobre a ciência em geral e a Matemática em particular. Segundo o autor, a compreensão da ciência em seu desenvolvimento progressivo:

aparece-nos como um organismo vivo, impregnado de condição humana, com as suas forças e as suas fraquezas e subordinado às grandes necessidades do homem na sua luta pelo entendimento e pela libertação; aparece-nos, enfim, como um grande capítulo da vida humana social. (CARAÇA, 2000, xiii)

Recordando a formação e desenvolvimento do conceito de função que foi tratado no tópico anterior, podemos perceber que, quando Galileu desenvolveu o conceito de função, foi a partir de uma necessidade do seu dia a dia, pois ele estava estudando a relação tempo e espaço e percebeu que um caminhava em função do outro. Mas, da forma como esse conteúdo é ensinado nas aulas de Matemática parece não ter nenhuma realidade com o nosso cotidiano, resumindo-se somente a fórmulas e resolução de exercícios.

Segundo Eves (2011), a ideia do conceito de função, que ainda prevalece nos cursos de Matemática, foi criada pelo matemático Euler em 1734 que considerou uma função como uma equação ou fórmula qualquer envolvendo variáveis e constantes. De acordo com a afirmação do autor, podemos perceber que os futuros professores de Matemática ainda são

formados na concepção da primeira metade do século XVIII. Essa ideia limita o conceito de função.

Na perspectiva de Rodrigues (2007), a ideia que se apresenta na definição do conceito de função é dissociada da realidade, por isso o discente, muitas vezes, não compreende o conceito. O autor complementa que a significação de um conceito é importante para o aprendizado dos alunos, mas essa prática de enfatizar os conceitos em aulas de Matemática não está sendo desenvolvida pelos professores de maneira significativa.

Ferreira (1997) destaca que os estudantes têm dificuldades no ensino de funções por lidar com múltiplas representações e grande quantidade de conceitos, tais como: variável, taxa de variação, vértice, domínio, conjunto imagem e periodicidade. A autora complementa que uma boa alternativa para amenizar esse problema seria trabalhar funções em ambientes computacionais. Segundo Magalhães (2009), os ambientes tecnológicos permitem uma dinâmica de manipulação que não pode ser alcançada pela simples manipulação de lápis e papel.

Nessa perspectiva, Borba e Penteado (2010, p. 31 e 32) afirmam que,

usualmente, a ênfase para o ensino de funções se dá via álgebra. Assim, é comum encontrarmos em livros didáticos um grande destaque para a expressão analítica de uma função e quase nada para os aspectos gráficos ou tabulares. Tal destaque muitas vezes está ligado à própria mídia utilizada. Sabemos que é difícil a geração de diversos gráficos num ambiente em que predomina o uso de lápis e papel e, então, faz sentido que não se dê muita ênfase a esse tipo de representação.

Ainda de acordo com Borba e Penteado (2010), no início da década de 90, a abordagem para funções começa a ser bastante questionada, daí surgem pesquisadores (Borba e Confrey, 1996; Borba, 1995; Eisenberg e Dreyfus, 1991; Goldenberg e Kliman, 1990) falando em representações múltiplas para o ensino deste conteúdo. Os autores enfatizam que o importante não é privilegiar apenas um tipo de representação, e sim diferentes representações para uma mesma função: a expressão algébrica, o gráfico e a tabela.

E, mais do que trabalhar com cada uma das representações de forma isolada, deve-se ensinar coordenações entre elas, como um novo caminho para o conhecimento de funções, ou seja, uma epistemologia das representações múltiplas. Dessa maneira, entender funções passa a significar saber coordenar representações. Essa nova abordagem ganha força

com ambientes computacionais que geram gráficos vinculados a tabelas e expressões algébricas (BORBA e PENTEADO, 2010).

Segundo os PCN, o ensino de função pode ser iniciado nas situações contextualizadas e exemplos do cotidiano, descrita algébrica e graficamente, considerando que os problemas de aplicação não devem ser deixados para o final do estudo, mas devem ser motivo e contexto para o ensino do tema. O documento ainda alerta para a importância do estudo das sequências e progressões, conectado ao estudo de função (BRASIL, 2002).

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, o ensino de Funções pode ter como ponto de partida a exploração qualitativa das relações entre grandezas em diferentes situações, como idade e altura; área do círculo e raio; tempo e distância percorrida, entre outros. O documento destaca a importância de estimular os alunos para que apresentem outras relações funcionais e indica a importância de explorar o estudo de funções, mediante diferentes representações, como a gráfica, a algébrica e a língua materna, bem como as implicações decorrentes no gráfico de uma função quando se alteram seus parâmetros, identificando os movimentos realizados pelo gráfico quando se modificam os coeficientes da função (BRASIL, 2006).

A noção de função deve ser adotada como ideia central no ensino da Matemática, estabelecendo um elo unificador dos conteúdos matemáticos tratados na escola (BRAGA, 2006). Diante da importância e dificuldades no ensino desse conteúdo, iremos no próximo tópico apresentar um estado da questão, para evidenciar o que pesquisas apontam sobre os possíveis caminhos para amenizar esse problema e melhorar o ensino de funções.

1.3 Estado da Questão

Para a realização de uma investigação científica, devemos levar em consideração diversos fatores, dentre eles destacamos a relevância de nosso estudo na área na qual se insere. Afim de identificar parâmetros e resultados em pesquisas correlatas que nortearão o desenvolvimento da nossa investigação, realizamos o estado da questão. Segundo Nóbrega-Therrien e Therrien (2010, p. 34),

... o estado da questão é uma maneira que o estudante/pesquisador pode utilizar para entender e conduzir o processo de elaboração de sua monografia, dissertação ou tese, ou seja, de produção científica, com relação ao desenvolvimento de seu tema, objeto de sua investigação. É um modo

particular de entender, articular e apresentar determinadas questões mais diretamente ligadas ao tema ora em investigação.

Assim, objetivando identificar as pesquisas sobre o ensino de funções: com o uso de tecnologias digitais; ou relacionado ao ensino e aprendizagem, foi procedido um levantamento de teses e dissertações defendidas no período de 2007 a 2011. Delimitamos esse tempo de levantamento pela compreensão de que o período de 5 anos inclui os trabalhos mais atualizados, além de ser necessário um recorte para uma pesquisa.

Realizamos o levantamento nas bibliotecas virtuais do Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal do Ceará (UFC²) e no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Ceará (UECE³), pela necessidade de compreender com mais propriedade as pesquisas feitas no contexto local. Foi realizado levantamento também nos Programas de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista (UNESP⁴), campus Rio Claro e da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP⁵), em função de essas universidades serem reconhecidas no meio acadêmico como polos nacionais em pesquisas na área de Educação Matemática. Na Universidade de São Paulo (USP⁶) fizemos um levantamento de trabalhos que pudessem contribuir para a nossa pesquisa, sobre o ensino e aprendizagem da Matemática com aporte teórico da Teoria da Atividade. Por questão de organização, optamos por mostrar este último levantamento em nosso capítulo teórico.

M. Ribeiro (2011) pesquisou sobre as possibilidades e dificuldades no desenvolvimento de situações de aprendizagem envolvendo funções trigonométricas. O objetivo desta pesquisa foi compreender as possibilidades e dificuldades em utilizar o material distribuído aos alunos da rede pública do Estado de São Paulo, focando conhecimentos prévios desses estudantes em relação ao conteúdo de funções trigonométricas, identificando dificuldades que podem surgir durante a execução dessas tarefas e verificando as necessidades de intervenções para a promoção da construção de conhecimento relativo ao tema.

Para essa investigação, a pesquisadora utilizou a abordagem qualitativa e a técnica da observação participante. Foram observadas as ações de um grupo de alunos do segundo

² http://www.teses.ufc.br/tde_busca/resultado-tdes-prog.php

³ <http://www.uece.br/ppge/index.php/dissertacoes-defendidas>

⁴ <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/>

⁵ <http://www4.pucsp.br/pos/edmat/>

⁶ <http://www.teses.usp.br/>

ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual, durante a realização de tarefas propostas e contidas no material.

A autora baseou sua análise dos dados na teoria da aprendizagem significativa⁷ de Ausubel, e os resultados indicam que os conhecimentos prévios dos alunos relacionados às funções trigonométricas podem ser classificados em uma grande variedade de grupos, dada a sua importante característica de incluir tanto conhecimentos conceituais como procedimentos, valores, normas e atitudes; a caracterização desses conhecimentos prévios dos alunos, por parte do professor, a cada nova experiência educativa, constitui-se em importante ferramenta para a realização de intervenções pedagógicas mais eficientes e geradoras de aprendizagem significativa.

Na pesquisa de M. Ribeiro (2011), a autora destaca a importância de se trabalhar com os conhecimentos prévios dos alunos no conteúdo de funções trigonométricas. Corroboramos com a autora no sentido de que se trabalhar com conhecimentos precedentes dos discentes é uma forma de se alcançar uma aprendizagem significativa.

Costa (2010) estudou a formação de professores de Matemática para uso das Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC em uma abordagem baseada no ensino de funções polinomiais de primeiro e segundo grau. O autor mostra que o estudo procurou averiguar as possibilidades e dificuldades do ensino desse conteúdo com o *software Winplot*. Outro objetivo foi investigar os elementos considerados pelos professores pesquisados que elaboraram estratégias pedagógicas com o uso de TIC para aulas que iriam lecionar sobre funções polinomiais.

A pesquisa desenvolvida com 15 professores de Matemática da rede pública de Estado de São Paulo teve um caráter qualitativo na modalidade análise de conteúdo. Como instrumentos da investigação, foram utilizados questionários e protocolos resultantes da realização de oficinas com os professores de Matemática para o uso das TIC.

O autor aponta dificuldades dos professores pesquisados ligadas ao uso das tecnologias digitais e ao conteúdo, como a interpretação de enunciados e a generalização algébrica. O autor também destaca que o uso de *softwares* auxilia os professores a elaborem estratégias pedagógicas com atividades dinâmicas e interativas.

⁷ É o conceito central da teoria da aprendizagem de David Ausubel.

Souza (2010) pesquisou as funções trigonométricas seno e cosseno, diagnosticando as dificuldades de aprendizagem por meio de sequências didáticas com diferentes mídias. A pesquisa teve como objetivo diagnosticar as dificuldades de aprendizagem de alunos do Ensino Médio de uma escola pública da capital de São Paulo, em relação aos conceitos das funções trigonométricas seno e cosseno.

A investigação foi fundamentada nos princípios da Engenharia Didática de Michele Artigue e embasada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval e Teoria das Situações de Guy Brosseau. A sequência didática que foi apresentada orientou-se em pesquisas que utilizaram um *software* gráfico no processo de ensino e aprendizagem para melhoria do conhecimento. As ferramentas que foram utilizadas na aplicação da sequência foram o lápis, o papel e o *software Graphmatica*.

A sequência foi aplicada com alunos do segundo ano do Ensino Médio da referida escola. Foram analisados os protocolos de oito duplas que participaram de quatro sessões. Os dados coletados levaram o autor a concluir que a utilização do *software Graphmatica* permitiu a articulação entre as representações algébricas e gráficas, o que proporcionou um aumento no conhecimento sobre os conceitos das funções seno e cosseno.

Pontes (2010) trabalhou com o uso de um *software* educativo no Ensino Médio para facilitar a aprendizagem significativa e cooperativa de funções. O objetivo de sua pesquisa foi investigar esta facilitação do desenvolvimento do processo de aprendizagem de função por meio do *software Modellus*.

Seu trabalho fundamentou-se nos seguintes pressupostos teóricos: a aprendizagem significativa de Ausubel; o uso pedagógico do computador, segundo a proposta construtivista de Valente; e o modelo de desenvolvimento da aprendizagem, construído pelo aluno e auxiliado pelo uso interativo do computador, postulado por Almouloud.

A pesquisa foi desenvolvida junto a uma turma de alunos do Ensino Médio, em uma escola municipal da cidade de Maranguape-CE. Houve uma abordagem qualitativa, com características de pesquisa-ação. Numa primeira ação em sala de aula, foi aplicada uma prova como instrumento de avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema funções. A análise destes resultados ofereceu subsídios para se conceber o planejamento de 16 aulas, distribuídas em 07 etapas, com carga horária total prevista de 32 horas.

Foram realizadas sessões didáticas, mediadas pelo professor-pesquisador, nas quais se destaca que os alunos, interativamente, construíram e analisaram gráficos de maneira simples, prática e agradável. De acordo com o autor, constatou-se um progresso na construção de conhecimentos elaborados pelos alunos, em determinadas situações de aprendizagem, consolidadas durante o uso do *software Modellus*.

Pontes (2010), em sua análise dos dados, concluiu que o uso pedagógico do computador tornou a aula mais interessante e atrativa, levou os alunos a desenvolverem uma compreensão mais facilitadora e motivadora de conteúdos de função, incentivou a reflexão e os encorajou para desenvolverem novas habilidades e atitudes, favorecendo assim um processo educacional mais contextualizado dentro da realidade do século XXI.

No estudo de Pontes (2010), sob nossa análise, o autor destaca a relevância do uso do *software Modellus* para o ensino de funções. Concordamos com o autor no sentido de que o uso de *softwares* leva a uma melhor compreensão do conteúdo de funções, mas o que nos preocupa é quando o autor relata que o computador tornou a aula mais interessante e atrativa. De acordo com Valente (2011) esses fatores são importantes, mas precisamos passar da fase do encanto do computador para a necessidade de aprender.

Barreto (2009) propôs, em sua pesquisa, uma análise da compreensão do conceito de função mediado por ambientes computacionais. Relatou que o conceito de função causa empecilhos na compreensão do aluno. O autor evidenciou que o aluno tem dificuldade em entender variável, ficando muito preso ao conceito de incógnita. Tendo isso em mente, devem-se planejar tarefas que favoreçam o enriquecimento das células das imagens do conceito, promovendo, dessa forma, um melhor entendimento desse importante conceito da Matemática.

O trabalho foi fundamentado em autores, como Vygotsky, o qual trata das ideias de mediação e interação, além de Ausubel, Vergnaud, Skemp e Vinner, a partir dos quais o autor discute o processo de formação de conceitos. Barreto (2009) utiliza ainda subsídios de Gimenez e Lins acerca da produção e negociação de significados. A metodologia de pesquisa teve enfoque quantitativo e qualitativo, e o estudo foi realizado em uma escola pública da rede estadual de Fortaleza com uma turma de 13 alunos do 1º Ano do Ensino Médio.

Os resultados desta pesquisa indicam que a abordagem do conceito de funções, por meio da utilização de ambientes computacionais, mediada pela intervenção do professor,

propicia ao estudante estabelecer ligações significativas entre os subconceitos de funções: domínio, contradomínio, imagem e suas diversas representações, gerando um enriquecimento das imagens do conceito e, conseqüentemente, do assunto em estudo.

Magalhães (2009) pesquisou sobre os mapas conceituais⁸ digitais como estratégia para o desenvolvimento da metacognição no estudo de funções. O objetivo de sua pesquisa foi analisar se o trabalho cognitivo gerado pela utilização de mapas conceituais alavanca o desenvolvimento de estratégias metacognitivas dos estudantes.

Como metodologia, o autor usou os pressupostos da Engenharia Didática de Artigue e, para o quadro teórico da pesquisa, baseou-se principalmente na Teoria das Situações Didáticas de Brousseau. De acordo com Magalhães (2009), os ambientes tecnológicos permitem uma dinâmica de manipulação que não pode ser alcançada com o uso de lápis e papel. Nessa perspectiva, compreende que o uso de *softwares* no ensino de funções, quando é feito de maneira planejada, pode dinamizar as interações entre o sujeito (estudante) e o objeto de estudo, permitindo, inclusive, que a capacidade investigativa do aluno seja potencializada, se as atividades forem elaboradas para tal fim.

A experimentação possibilitou ao autor a afirmação de que o uso dos mapas conceituais digitais em conjunto com a Teoria das Situações Didáticas permitiu que os alunos mobilizassem estratégias metacognitivas na construção desses mapas e assimilassem melhor o conceito de função. Os resultados indicam que a metacognição é utilizada nos momentos de criação de um mapa conceitual e que as características reflexivas e regulatórias, que as estratégias metacognitivas proporcionam ao estudante, podem influenciar positivamente no processo de aprendizagem de funções. O pesquisador relata ainda que o ensino de funções a partir dos mapas conceituais permite que os estudantes percebam com mais clareza quais são as suas dificuldades e onde precisam chegar e que relações precisam estabelecer e não estão claras.

Angiolin (2009) estudou as trajetórias hipotéticas de aprendizagem sobre funções exponenciais. Seu objetivo foi investigar como compatibilizar perspectivas construtivistas de aprendizagem com a planificação de ensino, no caso particular de funções exponenciais.

⁸ Os mapas conceituais podem ser definidos como um esquema gráfico, para representar a estrutura básica de partes do conhecimento sistematizado, representado pela rede de conceitos e proposições relevantes desse conhecimento.

Como fundamentação teórica, recorreu às obras de Simon que tratam das Trajetórias Hipotéticas de Aprendizagem (THA), as quais são entendidas como tarefas matemáticas como a resolução de problemas, investigações em sala de aula, uso de tecnologias, abordagens interdisciplinares e aplicações de conceitos e procedimentos matemáticos a situações do cotidiano e em outras áreas do conhecimento, tendo como objetivo levar o estudante à aprendizagem. A geração de uma THA prioriza buscar a forma pela qual o professor desenvolve seu planejamento em atividades de sala de aula, mas também ajuda a identificar como o professor interage com as observações dos alunos, coletivamente, constituindo uma experiência e construindo novos conhecimentos.

Em sua metodologia, utilizou a abordagem qualitativa, os sujeitos da pesquisa foram dois professores de Matemática de uma escola pública estadual de São Paulo e suas atuações junto a 77 alunos da 1ª Série do Ensino Médio. A autora analisou a ação de professores de Matemática, no que se refere às atividades de planejamento e desenvolvimento de ensino, de forma compatível com uma perspectiva construtivista de aprendizagem.

A pesquisadora constatou o desafio a ser enfrentado pelos professores em desenvolver tarefas na perspectiva construtivista, mesmo quando as intenções tenham sido discutidas e compartilhadas. Constatou ainda que o professor tem papel decisivo, pois, mesmo que o ensino seja planejado numa perspectiva construtivista, o que realmente fará com que isso ocorra depende de como ele a desenvolve em sala de aula. Referente aos alunos, Angiolin (2009) percebeu que o trabalho, com a leitura de textos, o uso do computador e investigações em sala de aula é promissor no sentido de que ocorra a aprendizagem de funções exponenciais.

Scano (2009) trabalhou o conteúdo de função afim em uma sequência didática envolvendo atividades com o *software* Geogebra. O objetivo de sua pesquisa foi desenvolver uma sequência de ensino para iniciar o estudo com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular da Grande São Paulo, que contribuísse para o desenvolvimento da capacidade de expressar algébrica e graficamente a dependência de duas variáveis de uma função afim e reconhecer que seu gráfico é uma reta, relacionando os coeficientes da equação da reta com o gráfico.

O autor utilizou como metodologia os pressupostos da Teoria dos Registros de Representação Semiótica e da Teoria das Situações Didáticas. Elaborou a análise a priori e a

análise a posteriori da sequência, esta segunda mostrou que uma sequência desenvolvida e aplicada com base na Teoria das Situações Didáticas e na mudança de registros de representação conduz alunos do 9º ano a reconhecer que o gráfico de uma função afim é uma reta e a expressar algébrica e graficamente a relação entre duas variáveis de uma função afim, além de relacionar os coeficientes da equação da reta com a representação gráfica da função afim. O pesquisador destaca a importância do referencial teórico adotado e da utilização do Geogebra como ferramenta de simulação.

Santos (2009) pesquisou os ambientes informatizados para o aprofundamento de função quadrática por alunos da 2ª série do Ensino Médio. O autor teve por objetivo utilizar um ambiente informatizado para favorecer o aprofundamento dos conhecimentos relacionados à função polinomial de segundo grau. Nesse ambiente, encontrava-se uma sequência de atividades que abordava a representação gráfica de funções polinomiais de segundo grau. O pesquisador se embasou na Teoria de Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval e na Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau. Para o desenvolvimento da sequência, o autor utilizou como ferramenta computacional o Geogebra.

Os sujeitos de sua pesquisa foram alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública da Grande São Paulo. Os protocolos de três alunos que participaram ativamente de todas as discussões em um grupo de estudos foram analisados. Os resultados obtidos levaram o autor a concluir que o ambiente informatizado e as atividades nele contidas favorecem a compreensão da articulação dos registros de representação algébrico e gráfico e o aprofundamento dos conhecimentos relacionados.

Lima (2009) pesquisou sobre um grupo de professores e a produção de atividades matemáticas sobre funções utilizando computadores. De acordo com o autor, essa pesquisa teve por objetivo entender como um grupo de estudos, formado por professores e por pesquisadores, planeja e desenvolve atividades matemáticas para um ambiente informatizado.

Segundo Lima (2009), para a realização da pesquisa, foi formado um grupo, em Cidade de Goiás – GO, composto por oito pessoas: um professor de Matemática do Ensino Médio, seis licenciandos em Matemática e o pesquisador. Os dados da pesquisa são oriundos de informações das reuniões do grupo, de roteiros de atividades elaborados pelo grupo e de entrevistas individuais com cada participante.

De acordo com o autor, o estudo de pesquisas sobre ensino de funções com o uso do computador contribuiu para que o grupo produzisse tarefas que trataram do estudo: de plano cartesiano; de par ordenado; de gráficos de funções afim e quadrática. Essas tarefas foram pensadas para orientar os alunos a compartilharem e a discutirem suas ideias e conclusões durante o desenvolvimento das atividades com a utilização do *software Winplot*.

Lima (2009), em sua análise dos dados, destacou que a dinâmica de grupos de estudos de professores de Matemática pode ser uma forma eficiente para se discutirem as dificuldades relacionadas ao trabalho docente e para a busca de alternativas pedagógicas para o ensino e para a aprendizagem dessa disciplina.

Lima (2008) pesquisou sobre a aprendizagem significativa do conceito de função na formação inicial do professor de Matemática. O objetivo de sua pesquisa foi descrever como os licenciandos em Matemática da UECE analisam o conceito de função diante de uma aprendizagem significativa baseada nos pressupostos teóricos de Ausubel.

A pesquisa caracterizou-se como um estudo de caso, e a metodologia utilizada se subdivide em duas etapas: Levantamento e Intervenção. Na 1ª etapa, buscou-se a compreensão dos conhecimentos prévios apresentados pelos alunos sobre o conceito de função e seus conceitos subjacentes com a aplicação de entrevistas e questionários. Na 2ª etapa, foi descrito como os alunos se estruturam mentalmente para rever o conceito de função, utilizando principalmente os conceitos teóricos de Dirichlet e de Elon Lages Lima.

A partir da análise dos dados, a autora conclui que, na etapa do Levantamento, foi possível perceber as dificuldades e contradições apresentadas pelos futuros professores de Matemática ao definirem o conceito de função. Essas dificuldades se tornam ainda mais presentes na etapa da Intervenção, em especial, na relação entre os conceitos de função, contradomínio e imagem.

Augusto (2008) estudou a aprendizagem da função afim, em uma intervenção de ensino com auxílio do *software Graphmatica*. O objetivo deste estudo foi investigar a possibilidade da apropriação dos conceitos de função afim por alunos de 3º ano de Ensino Médio, a partir de uma Intervenção de Ensino subsidiada por ferramentas tecnológicas.

De acordo com o pesquisador, as ideias teóricas que sustentaram esse estudo vieram da Teoria das Situações Didáticas de Brousseau, da Teoria dos Campos Conceituais de

Vergnaud, e ainda da visão da utilização de tecnologias a luz da Etnomatemática⁹ de D'Ambrosio.

O autor realizou a pesquisa com alunos de duas salas de 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual do município de Cotia – SP, que compuseram dois grupos: o grupo experimental - GE – e o grupo controle – GC. A pesquisa foi realizada dentro de três fases: Pré-teste, Intervenção de Ensino e Pós-teste. O autor informa que o GE participou das três fases do estudo, enquanto que o GC participou apenas da fase relativa aos instrumentos diagnósticos (pré e pós-testes), mas não participou da Intervenção de Ensino. Os dados coletados nessa pesquisa foram analisados tanto do ponto de vista quantitativo (relativo aos instrumentos diagnósticos), como qualitativo. (relativo à Intervenção de Ensino).

Augusto (2008) afirma que os dados indicaram que o GE apresentou melhores resultados no pós-teste do que o GC. E que o uso do *software Graphmatica* facilitou a construção de novos conceitos e as comparações com o que já havia sido apreendido anteriormente, ampliando assim, o Campo Conceitual constituído pela intersecção entre a leitura, e interpretação de gráficos e expressões da função afim.

Maia (2007) trabalhou com função quadrática em um estudo didático de uma abordagem computacional. Em sua pesquisa, teve por objetivo complementar estudos já realizados a respeito do ensino da função quadrática e da utilização de *software* para este fim.

A pesquisadora fundamentou-se nos princípios da Engenharia Didática de Artigue, na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval e na Teoria das Situações de Brousseau. A sequência didática apresentada orientou-se nas análises de alguns livros didáticos do Ensino Fundamental e Médio, nas pesquisas de Benedetti, sobre a utilização de *softwares* gráficos e sobre o trabalho de Duval na articulação entre os registros gráfico e algébrico. A ferramenta computacional utilizada na aplicação da sequência foi o *software Winplot*, além do uso de papel e lápis.

A sequência foi aplicada com oito alunos da oitava série do Ensino Fundamental e uma professora de Matemática, em uma escola particular na cidade de São Bernardo do Campo no estado de São Paulo. Foram analisados os protocolos de quatro duplas, que participaram das sete sessões. A autora postula que os resultados obtidos levam a concluir que

⁹ A etnomatemática surgiu na década de 1970, com base em críticas sociais acerca do ensino tradicional da matemática, como a análise das práticas matemáticas em seus diferentes contextos culturais.

houve um avanço por parte dos alunos, na apreensão do conceito de função quadrática, propiciado pela compreensão e articulação entre as variáveis visuais e unidades simbólicas significativas.

Das 13 pesquisas apresentadas no estado da questão: nove trataram da importância do ensino de funções com o uso de tecnologias digitais; três conferiram relevância à formação inicial ou continuada do professor de Matemática para se trabalhar esse conteúdo; e uma relatou a importância de abordar este conceito a partir dos conhecimentos prévios dos alunos. Nesse contexto, podemos perceber que o computador, aliado à formação docente, tendo sido apontado como um instrumento que potencializa o ensino e da aprendizagem de funções.

No próximo capítulo, iremos descrever o Projeto Um Computador por Aluno - UCA, contexto em que se insere nossa investigação. Este Projeto, a partir da formação docente, almeja integrar o uso da tecnologia digital à dinâmica de sala de aula auxiliando para o desenvolvimento de conteúdos disciplinares.

CAPÍTULO 2 – O PROJETO UM COMPUTADOR POR ALUNO - UCA

Este capítulo se estrutura em duas partes, ambas voltadas para as questões das tecnologias como instrumento de trabalho e de aprendizagem nas escolas básicas. No primeiro item, objetivamos apresentar a trajetória da inserção de tecnologias digitais nas escolas públicas brasileiras, a partir, fundamentalmente, de iniciativas federais, visando situar nesse contexto a criação do Projeto UCA. O segundo item contempla especificidades no desenvolvimento do Projeto na cidade de Quixadá, lócus definido para a pesquisa.

2.1 A tecnologia digital na escola: dos computadores fixos aos móveis

O uso do computador na Educação Básica iniciou em nosso país na década de 1980 e, a cada experiência, torna-se evidente que o ponto crucial é a formação de professores para que possam integrar essa tecnologia aos processos de ensino e aprendizagem (ALMEIDA e PRADO, 2011). Podemos mencionar algumas experiências que já foram realizadas, tais como: o Projeto Computadores na Educação – EDUCOM, o Projeto Formar, o Programa Nacional de Informática Educativa – PRONINFE, o Programa Nacional de Informática na Educação – PROINFO, Mídias na Educação¹⁰.

Esses programas ajudaram a construir um modelo de informática educativa, buscando maneiras de inserir o computador no ensino, na aprendizagem e na formação dos professores da Educação Básica brasileira. A partir dos resultados, estudos e experiências com esses projetos, a aquisição de computadores para as escolas ganhou ênfase, fomentando sobremaneira a implantação de laboratórios de informática nas escolas da rede pública do País.

Por outro lado, apesar do significativo aumento de laboratórios de informática nas escolas brasileiras, após alguns anos, verificou-se que muitos dos computadores foram subutilizados. Parte das escolas não teve acesso à Internet e os objetivos pedagógicos não foram levados em consideração, secundarizando a utilização do computador como potencializador do ensino (ALMEIDA, 2008). Ainda de acordo com a autora, os computadores foram subutilizados por distintos motivos que dependem menos da presença da

¹⁰ Trata-se de programas federais de inclusão digital escolar. Tais projetos foram implementados com vista à inserção das tecnologias digitais no espaço escolar, aliado com formação de professores em serviço.

tecnologia na escola e mais de aspectos políticos pedagógicos e de uma adequada formação dos educadores que propicie conhecer tanto as características e principais propriedades intrínsecas das tecnologias, como suas potencialidades pedagógicas e formas de integrá-las ao currículo.

Atualmente, o Brasil se encontra diante do desafio de usar essas tecnologias para efetivar a melhoria da qualidade do ensino, integrando alunos e professores. Nesse sentido, novas estratégias foram criadas, por parte do setor público, na tentativa de incluir todos os segmentos da escola. O fato é que as ações de inclusão digital dos alunos não pararam na implantação de laboratórios de informática.

Em 2005, durante o Fórum Econômico Mundial em Davos, na Suíça, foi apresentado ao Governo brasileiro o projeto *One Laptop per Child* (OLPC). Esse projeto foi proposto por uma organização não governamental internacional, homônima ao projeto, que objetiva proporcionar a cada criança um *laptop*, de custo reduzido, com vistas à inclusão digital escolar. De acordo com o site oficial¹¹ da OLPC, uma das premissas desse projeto é que o acesso a *laptops* móveis em escala suficiente pode oferecer reais benefícios para o aprendizado e proporcionar melhorias em escala nacional.

Esta iniciativa propõe a mudança do conceito de informática educativa, que prevê um computador para muitos alunos, para o modelo um para um (1:1), ou seja, cada aluno e professor passam a ter um *laptop* individual em sala de aula. Nesse novo paradigma, os computadores fixos são substituídos por máquinas móveis. Com a chegada dos *laptops* educacionais, o uso do computador deve deixar de ser experiência pontual nos laboratórios de informática em momentos raros e previamente planejados para tornar-se uma prática corrente da cultura da sala de aula, podendo ser utilizado pelo professor e alunos, a qualquer momento, como uma ferramenta para potencializar o conhecimento.

Segundo Valente (2011), esse modelo foi idealizado por Alan Kay ainda em 1968, após ter visitado Seymour Papert no Massachusetts Institute of Technology (MIT), quando esse pesquisador matemático estava iniciando seu trabalho com a linguagem LOGO. Kay ficou impressionado pelo fato de as crianças usarem o computador para resolver problemas complexos de Matemática e entendeu que cada criança deveria ter o seu computador portátil (VALENTE, 2011). A partir daí, algumas experiências com os *laptops* na educação foram

¹¹ <http://laptop.org/pt/> site oficial da OLPC. Acesso em 07/03/12

surgindo em diversos países, tais como: *Anytime, Anywhere Learnig*, na Austrália em 1997; *Maine Learning Technology Initiative*, nos EUA em 2001 dentre outros.

O Governo brasileiro interessou-se pela ideia e criou, em junho de 2005, uma rede interministerial para tratar do assunto no País (BRASIL, 2010). Assim, o Projeto foi ressignificado e intitulado Um Computador por Aluno – UCA, diferentemente do Projeto OLPC cuja tradução é Um Computador por Criança. A diferença mais marcante entre os dois projetos é conceitual, pois o Projeto OLPC, que deu origem ao UCA, situa o computador portátil para cada criança, dentro ou fora do contexto escolar. O Projeto UCA¹² situa o uso de computadores portáteis no contexto da escola, o que traz várias implicações nos processos de ensino e aprendizagem, no currículo e na comunidade escolar como um todo.

No ano de 2007, por iniciativa da Presidência da República e sob a responsabilidade do Ministério da Educação (MEC), por meio da sua, agora extinta, Secretaria de Educação a Distância, instituiu-se o Projeto Um Computador por Aluno (UCA). Este Projeto nasceu como uma atividade exploratória, em cinco escolas públicas em diferentes Estados: Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Palmas e Brasília, esta fase foi chamada de pré-piloto. Em um primeiro momento, o desafio era basicamente buscar resposta para uma indagação: O que acontece na escola quando chega o *laptop* educacional? (MARINHO *et al*, 2011).

Em 2010, a Lei Nº 12.249 criou o Programa Um Computador por Aluno – PROUCA¹³ e instituiu o Regime Especial de Aquisição de Computadores para Uso Educacional – RECOMPE, que regulamentou as compras dos *laptops* educacionais. Para essa nova etapa, considerada fase Piloto, participaram trezentas escolas públicas do País, distribuídas nas vinte e sete unidades da federação. Para esta etapa, foram adquiridos 150.000 *laptops* educacionais para serem distribuídos entre alunos, professores e gestores das escolas selecionadas.

Dentre os critérios para seleção das escolas, dois foram considerados requisitos essenciais: “infraestrutura capaz de dar suporte ao *laptop* educacional e o compromisso de

¹² Informações retiradas do site do projeto UCA <http://www.pilotosdoprojetouca.blogspot.com>; Acesso em 07/03/12

¹³ Informações retiradas do site http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112249.htm; Acesso em 07/03/12

uma efetiva política de formação dos professores e gestores para dinamizar os vários processos desta fase do projeto” (BRASIL, 2009, p. 2).

Para o Projeto Piloto, foi necessária uma série de mudanças na infraestrutura das escolas que garantissem as condições para a execução do projeto, como reforma do prédio e em suas instalações elétricas. O *laptop* educacional na sala de aula exige que cada sala tenha no máximo 30 alunos; que as salas sejam ventiladas ou climatizadas, garantido o conforto térmico dos estudantes e professores; que as carteiras escolares sejam do tipo mesa e cadeira, para possibilitar a colocação do *laptop*; que as carteiras sejam organizadas em círculo para permitir maior interação e acesso dos professores a cada aluno. Quanto à segurança para os equipamentos, os *laptops* possuem um mecanismo que bloqueia o funcionamento quando a máquina não consegue mais conectar-se à rede da escola.¹⁴ Outra condição imprescindível foi a formação dos educadores para atuarem pedagogicamente com este recurso.

Cabe lembrar que este novo modelo de informática educativa almeja o uso “da tecnologia integrada ao que acontece na sala de aula, auxiliando o desenvolvimento de conteúdos disciplinares” (ALMEIDA e VALENTE, 2011, p. 5). Diante desta realidade, observam-se esforços no sentido de garantir um bom uso pedagógico deste equipamento, o que implica na necessidade da formação dos atores do processo, alunos, professores e gestores. As mudanças exigidas podem ser observadas na expressão de Valente (2011, p. 30),

Para que essa mudança de abordagem ocorra é necessário alterar certas estruturas físicas e educacionais da escola, como os espaços e os tempos da escola – ter salas multiatividades e flexibilizar as tradicionais aulas de 50 minutos e, sobretudo, reestruturar o tempo do professor para que ele possa estudar, planejar e dialogar com os alunos para além do tempo e espaço da sala de aula.

A literatura tem apontado para o fato de as dificuldades materiais da inserção do projeto serem mais facilmente superáveis do que as dificuldades na formação de recursos humanos para a utilização plena dos *laptops* disponibilizados aos alunos e professores. Como afirma Valente (2011), o Projeto UCA se preocupa com a formação docente, pois entende que os professores são responsáveis por dinamizar e inovar as aulas e os projetos na escola, por meio de práticas pedagógicas que possibilitem novas estratégias de utilização da tecnologia, favorecendo a qualidade da aprendizagem aos estudantes.

¹⁴ Informações retiradas do site <http://blogs.virtual.ufc.br/uca-ce/?m=201003> Acesso em 14/03/12

Almeida e Prado (2011) acrescentam afirmando que, no processo de implantação de um projeto dessa natureza, fica evidenciada a necessidade de preparar os educadores para atuarem com os *laptops* na prática pedagógica. Pensando nisso, o MEC estruturou a política de formação dos educadores participantes das escolas contempladas pelo projeto. O modelo de formação proposto encontra-se esquematizado na tabela a seguir:

| Grupo de Trabalho do UCA | 10 docentes representantes da Instituição de Ensino Superior (IES Global) |
|--|--|
| Grupo de Formação e Acompanhamento | 6 consultores especialistas da área e um representante do SEED/MEC |
| Equipes de Formação e Pesquisa IES-Globais | 4 professores/pesquisadores + 6 professores-assistentes das IES Globais, que atuaram na preparação das Equipes de Formação das IES-locais e NTE/NTM |
| Equipes de Formação IES-Loicais NTE/NTM | 3 professores + 5 tutores das IES Locais + 1 ou 2 multiplicadores dos NTE/NTM que atuam na Formação dos professores, gestores e alunos-monitores das escolas |

Tabela 1: Composição dos diferentes grupos de formadores
Fonte: (BRASIL, 2009, p. 9)

As formações nas escolas estão sendo realizadas por uma Instituição de Ensino Superior (IES), responsável pela formação dos professores multiplicadores dos Núcleos de Tecnologia Municipais e Estaduais (NTM e NTE). Esses multiplicadores, juntamente com a equipe de formadores da IES local, são responsáveis pela formação dos professores e gestores das escolas contempladas com o Projeto UCA. As referidas formações iniciaram no ano de 2011 e ainda não têm previsão para acabarem, mas a proposta do MEC é que após este momento as escolas possam avançar em suas práticas sem precisar de acompanhamento sistemático.

No Ceará, a cidade de Quixadá foi contemplada com o UCA. Visto que é nesse local que se desenvolveu a pesquisa, apresentaremos a seguir elementos que caracterizaram ali o desenvolvimento do Projeto.

2.2 Escolas cearenses inseridas no Projeto UCA

A fase piloto foi oficialmente lançada no Ceará no dia 23 de junho de 2010 com uma cerimônia de abertura realizada na Universidade Federal do Ceará – UFC (PONTES, 2011). O Projeto UCA é coordenado no Estado pelo Instituto UFC Virtual, designado pelo MEC para implantação do projeto em nove escolas, duas situadas na capital e as demais no interior do estado, nos municípios de Barreira, Crato, Iguatu, Jijoca de Jericoacoara, Quixadá, São Gonçalo do Amarante e Sobral.

Com o apoio das Secretarias de Educação Estadual e Municipal (SEDUC e SME), os multiplicadores da UFC Virtual desenvolvem a formação docente, propõem estudos sobre as tecnologias digitais no âmbito educacional e fazem sugestões de práticas pedagógicas e de gestão. Em articulação com as secretarias de educação do estado e dos municípios que participam do projeto piloto, juntamente com o NTE e NTM, a UFC realiza o acompanhamento dos educadores em momentos presenciais e a distância. A formação foi iniciada em fevereiro de 2010, com a preparação dos multiplicadores do NTE e/ou NTM e da equipe de formação da IES local para o desenvolvimento de ações de acompanhamento nas escolas.

A preparação dos professores-multiplicadores do NTE e NTM ocorreu em 180 horas divididas em cinco fases: Módulo 1- Apropriação tecnológica; Módulo 2 – Web 2.0; Módulo 3.1 – Formação de professores; Módulo 3.2 – Formação de gestores; Módulo 4 – Elaboração de projetos e Módulo 5 – Construção compartilhada do Projeto de Gestão Integrada a Tecnologia – ProGITec (PONTES, 2011). Esse foi o conteúdo utilizado na formação dos professores e gestores da Escola de Ensino Fundamental e Médio José Martins Rodrigues, onde ocorreu a pesquisa, conforme discutiremos no capítulo referente à metodologia.

O Projeto UCA, na cidade de Quixadá, ainda não gerou literatura e registros acerca das ocorrências de sua instalação. Assim sendo, considerou-se importante realizar o registro do Processo de instalação da experiência na cidade. As informações presentes nesta sessão foram, majoritariamente, obtidas na fase que se denomina co-situação, conforme ficará explicitado no capítulo de metodologia e de análise dos dados.

O lançamento do Projeto UCA em Quixadá aconteceu oficialmente no dia 3 de maio de 2011, mas o primeiro contato da escola com o *laptop* foi no dia 14 de fevereiro de 2011. As primeiras experiências foram ministradas pela Professora Suely Teixeira, responsável pelo LIE da escola. Estavam voltadas para a apropriação tecnológica da máquina, abordando a apreciação e o conhecimento das ferramentas do *laptop* que posteriormente seriam utilizadas em sala de aula. A partir desse momento, alunos e

professores passaram a contar com os *laptops* ligados à Internet banda larga, o que, segundo eles próprios, trouxe grande ajuda ao aprendizado discente.¹⁵

Com o objetivo de acompanhar o andamento do Projeto UCA, a equipe de formação da UFC visita mensalmente à escola. Enquanto pesquisador, passamos a acompanhar também estas visitas, para conhecer melhor o ambiente pesquisado e criar um vínculo com o sujeito de nossa pesquisa.

No dia 17 de setembro de 2011, os professores e gestores da escola tiveram um encontro de formação do Projeto UCA. A equipe da UFC esteve presente, representada pelas professoras Renata Jaguaribe e Silvana Holanda. Durante o encontro, foram discutidas ações para o uso dos *laptops* de modo interativo e colaborativo. Com esse intuito, foram apresentadas possibilidades pedagógicas da utilização do blog, essa perspectiva foi abordada por meio de exemplos de blogs existentes e das próprias funcionalidades disponibilizadas pela ferramenta.

Posteriormente, os professores do LIE da escola, Suely Teixeira e Marcílio Dias, relataram a substituição do Sistema Operacional Metasys pelo Sistema Operacional UbuntuUCA nos *laptops* educacionais. Segundo eles, a mudança foi necessária, tendo em vista as dificuldades do sistema anterior, que tornava lenta a realização das tarefas. Segundo Suely Teixeira, o UbuntuUCA está revolucionando a sala de aula, pois os alunos estão usufruindo mais na realização de pesquisas, acesso aos livros, às imagens e às músicas. “Esses recursos chegam muito mais rápido na telinha e podem ser baixados imediatamente, tornando assim, as aulas muito mais interessantes, proveitosas e sem perda de tempo”, diz Suely. Para o professor Marcílio Dias, ficou até mais fácil para resolver alguns problemas técnicos. Durante as aulas, de apropriação tecnológica para apresentação do novo sistema operacional foi constatado que, como os alunos já tinham domínio básico do *laptop*, a mudança não trouxe dificuldades, pelo contrário, segundo os estudantes: “tudo se tornou mais fácil”¹⁶. A seguir, fotos dos momentos deste encontro:

¹⁵ Fonte: Blog da Escola de Ensino Fundamental e Médio José Martins Rodrigues - <http://eefmjmartinsrodrigues.blogspot.com/> Acesso em 14/03/12

¹⁶ Fonte: <http://blogs.virtual.ufc.br/uca-ce/?m=201109> e http://eefmjmartinsrodrigues.blogspot.com/2011_09_01_archive.html. Acesso em 14/03/12



Fonte: Blog do Projeto UCA da EEFM José Martins Rodrigues

No dia 20 de dezembro de 2011, a equipe UCA-CE realizou um encontro com os multiplicadores e gestores das escolas do Projeto UCA. O momento foi de reconhecimento pelo trabalho realizado nas escolas e de agradecimento pela dedicação e atenção prestadas durante o ano. O encontro também proporcionou integração entre as escolas que apresentaram suas conquistas, desafios e perspectivas para 2012.

Na Escola José Martins Rodrigues, o Projeto UCA de acordo com professores e alunos, veio para contribuir com o ensino e a aprendizagem na escola. É unânime a afirmação de que ele trouxe mais possibilidades para se trabalhar o conteúdo nas aulas e, com isso, despertou o interesse dos alunos, pois agora estudantes e professores estão com um *laptop* conectado ao mundo digital. Os docentes relatam que a atenção e o rendimento nas aulas melhoraram, e os discentes se sentem atraídos a aprender o conteúdo. Entretanto, de acordo com os atores envolvidos no processo, vale lembrar que o *laptop* não é a solução de todos os problemas, mas, sem dúvida, é um grande passo.

Os professores abordam que além dos livros, os alunos têm acesso à Internet e fica fácil eles explorarem mais o conhecimento. Entretanto, com a implantação do cinturão digital¹⁷, o acesso a sites como o Youtube está bloqueado, fazendo com que não seja possível a apresentação de vídeos ali postados. De acordo com o depoimento dos alunos, o bloqueio de alguns *sites* não permite fazer tarefas que são indispensáveis para a educação *online*, por exemplo, assistir aos vídeos de aulas e trocar informações pelo computador. Os discentes complementam que, com esse “cadeado” nos *sites*, os usuários estão deixando de crescer

¹⁷ Projeto que envolve quase metade do território cearense com 3.020 km de fibra ótica e vai levar Internet em banda larga ao interior do estado. Informação retirada do site:

<http://convergenciadigital.uol.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=24219&sid=14>. Acesso em 07/03/12

ainda mais em seus conhecimentos e afirmam que vai contra um dos objetivos do Projeto, que é promover a inclusão digital.

Em 2012, o primeiro encontro ocorreu no dia 27 de janeiro, quando os professores realizaram o Encontro Pedagógico referente ao ano letivo em curso. Durante esse período, os docentes elaboraram o planejamento anual das atividades curriculares, contemplando a inclusão dos *laptops* educacionais em suas aulas.

Durante o encontro, os educadores apontaram a necessidade de apropriação de novos recursos digitais que possam ser explorados com os alunos. Também foi apresentada a proposta de realização de minicursos para os professores, de acordo com as necessidades do grupo. A ideia foi bem aceita, pois os docentes consideram que necessitam de mais conhecimento sobre os recursos digitais para exploração em suas aulas. Os docentes estão concluindo a etapa final do Curso Formação Brasil pela Escola com carga horária de 180h/a.

Os professores consideram o Projeto UCA como uma proposta inovadora que vem contribuindo para melhorar a atenção e motivação dos alunos, no entanto, ainda há alguns desafios que necessitam ser superados, cujas ações perpassam necessariamente pela formação. Para os docentes, a utilização dos *laptops* nas aulas já é uma ação constante em suas práticas de ensino nesta escola¹⁸. A seguir, registramos fotos desse momento, no sentido de manter o registro da história da implantação do Projeto em Quixadá.



Fonte: Blog do Projeto UCA da EEFM José Martins Rodrigues

¹⁸ Fonte: <http://blogs.virtual.ufc.br/uca-ce/?m=201202> e <http://eefmjmartinsrodrigues.blogspot.com/search?updated-min=2012-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2013-01-01T00:00:00-08:00&max-results=8>. Acesso em 07/03/12

No contexto do Projeto UCA, até o final de 2011 ainda não tinham sido desenvolvidas oficinas voltadas para o ensino das disciplinas específicas, dentre elas a Matemática. A etapa de formação prevista para 2012 é que se voltará para o uso específico para as diferentes disciplinas do currículo. Quanto à prática docente em relação ao uso do *laptop* educacional nas aulas de Matemática iremos evidenciar isto no momento das observações das aulas, que serão explícitos na análise dos dados desta pesquisa.

A partir do que foi exposto ao longo do texto, podemos perceber que a utilização da tecnologia digital é vista pelos sujeitos do processo pedagógico como um instrumento que pode potencializar o ensino e como ferramenta útil no despertar do aluno para a necessidade de aprender.

Tendo em vista que se pretende com esta pesquisa desencadear formas efetivas para o uso do *laptop* educacional, no trabalho com o conteúdo de função, no próximo capítulo discutiremos os fundamentos da Teoria da Atividade, utilizada como aporte teórico.

CAPÍTULO 3 - TEORIA DA ATIVIDADE: UMA ESCOLHA TEÓRICA

Neste capítulo, apresentamos os elementos teóricos utilizados para analisar e estruturar o ensino de funções com o uso do *laptop* educacional – a Teoria da Atividade. Consideramos que, para realização de uma investigação de cunho científico, é preciso contar com um aporte teórico que auxilie na compreensão do fenômeno estudado.

A escolha dessa contribuição teórica permitirá uma abordagem relativa ao ensino e à aprendizagem da Matemática em diferentes perspectivas, oferecendo, assim, ao fenômeno em estudo, ferramentas conceituais e princípios metodológicos que se concretizam de acordo com a natureza específica da atividade desenvolvida em sala de aula. Assim, neste capítulo apresentaremos a teoria da atividade com suas categorias, conduzindo para a discussão das atividades de ensino e de aprendizagem. No item final do capítulo apresentaremos trabalhos sobre o ensino e aprendizagem da Matemática que também tomaram a Teoria da Atividade como aporte teórico.

Quando nos referimos ao termo **atividade**, o sentido atribuído está relacionado à teoria da atividade, que foi desenvolvida por Leontiev, e tem raiz histórico-cultural na psicologia soviética. Pode ser considerada um desdobramento dos postulados de Vygotsky, especialmente nas questões pautadas na relação homem-mundo, construída historicamente e mediada por instrumentos (LOPES, 2009).

Leontiev (1978a, p.264) afirma que “o homem não está evidentemente subtraído ao campo da ação das leis biológicas. As modificações biológicas hereditárias não determinam o desenvolvimento sócio histórico do homem e da humanidade”. Essa compreensão sobre o desenvolvimento do psiquismo humano traz implicações para as relações entre o ensino e a aprendizagem, pois, por meio da mediação social e de instrumentos a escola pode levar o sujeito ao conhecimento. A teoria da atividade nos ajuda a perceber a importância da inserção do sujeito em um ambiente rico de experiências que lhe fornecerá base empírica, a qual poderá ser trabalhada no ambiente escolar, em busca da elaboração do conhecimento científico.

A mediação social é entendida como referente “à participação do outro (definido como todo homem que afeta a constituição do sujeito) no processo de desenvolvimento”

(ROCHA citada por BARRETO, 2010, p.131). Já a mediação por instrumentos é definida como

interposição de apoios externos, concretos, que possibilitem ao indivíduo lidar com a realidade de uma forma indireta, ampliando enormemente, suas possibilidades de ação sobre o mundo[...] apropriar-se dos instrumentos que a cultura produziu e produz, e dominá-los em sua dimensão humana (ROCHA citada por BARRETO, 2010, p.131).

De acordo com Sforzi (2004), tomando por base os pressupostos do materialismo histórico – dialético, considera-se que o homem que nasce hoje em quase nada se diferencia de seus antepassados. Apesar das grandes mudanças materiais, dos avanços do campo científico e tecnológico, das modificações na forma de organização social, o homem, em princípio, é o mesmo. Não herda biologicamente de seus antepassados o desenvolvimento intelectual produzido ao longo da história. Sua herança é social, herda uma forma de ser, consubstanciada nos instrumentos, na linguagem, nos costumes, enfim tem, em seu entorno, uma cultura. Segundo Leontiev (1978a, p. 267),

no decurso da vida por um processo de apropriação da cultura criada pelas gerações precedentes (...) Podemos dizer que cada indivíduo aprende a ser um homem. O que a natureza lhe dá quando nasce não lhe basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir o que foi alcançado no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade humana.

Leontiev destaca que o lugar ocupado pelo indivíduo no sistema das relações sociais muda, e essas mudanças se constituem forças motoras do desenvolvimento psíquico. O meio social confere sentido aos seus atos, na realização destes o sujeito vai internalizando motivos, os quais o tornam cada vez mais inserido no mundo e exigem dele constantes reorganizações psíquicas (SFORZI, 2004).

A partir do avanço teórico do conceito de atividade, Leontiev expôs sua concepção sobre os níveis de tomada de consciência e do sentido pessoal em relação ao significado. As investigações de Leontiev voltaram-se para o estudo da estrutura da atividade e do seu vínculo com os processos psíquicos.

Segundo Lopes (2009, p.83), a Teoria da Atividade se embasa,

... na ideia de que o homem sente necessidade de estabelecer um contato ativo com o mundo exterior e, para conseguir se manter nele, precisa produzir meios de sobrevivência. Sua atividade está sempre direcionada a

satisfazer suas necessidades, o que o leva a atuar e influir no espaço em que vive, transformando-o; porém, assim, também se transforma.

Levando este conceito para a sala de aula, podemos compreender o *laptop* educacional como um instrumento para manter esse contato ativo com o mundo exterior e que o professor, ao organizar suas ações de ensino que oportunizam a apropriação dos conhecimentos teóricos pelos discentes, também estará se desenvolvendo. A sala de aula é considerada espaço por excelência de desenvolvimento dos conceitos científicos, onde se espera que o professor seja capaz de fazer a mediação entre os conceitos cotidianos e os científicos. Mas, para que o trabalho docente possa constituir-se em mediador entre o conhecimento que o estudante possui e os conhecimentos teóricos elaborados historicamente, faz-se necessária uma adequada organização do ensino (MORAES e MOURA, 2009). Trabalhando com base em suas categorias: **atividade, ação e operação**, a teoria propicia essa organização do ensino, conforme se passa a discutir.

3.1 A Teoria da Atividade e suas categorias

De acordo com Leontiev (2010, p. 68), “por atividade, designamos os processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo.” Por esse termo, designamos apenas aqueles processos que, realizando as relações do homem com o mundo, satisfazem uma necessidade especial correspondente a ele.

Atividade é um processo que é eliciado e dirigido por um motivo, aquele no qual uma ou outra necessidade é objetivada. A atividade é considerada uma unidade básica de análise da reflexão do sujeito sobre a realidade, sendo consciente e tendo a mediação cultural como principal característica (TOMAZ e DAVID, 2008).

De acordo com Moraes e Moura (2009), os elementos estruturantes da atividade são: necessidade, motivo, ação e operação. O motivo é regido por uma necessidade, que mobiliza as ações, as quais estão subordinadas a objetivos e dependem das condições para a sua realização por meio das operações, que nada mais são que os meios de realização da ação.

O objeto de uma atividade é seu real motivo, que pode ser material ou ideal. O importante é que há sempre uma necessidade por trás de um motivo. Desse modo, o conceito de atividade está necessariamente ligado ao conceito de motivo. Não pode haver atividade

sem um motivo. Atividade “não motivada” não é uma atividade sem um motivo: é uma atividade cujo motivo se encontra objetiva e subjetivamente escondido (LEONTIEV, 1978b).

Para deixar mais clara a relação *necessidade/motivo-atividade*, adaptaremos para a área de Matemática um exemplo dado por Leontiev (1998). Um aluno preparando-se para uma prova de Matemática estuda o conteúdo de funções, nesse caso, podemos chamar esse estudo de atividade? Leontiev afirma que sem saber o que o estudo representa para o próprio sujeito não é possível qualificá-lo como tal. Para isso, é fundamental procurar identificar os motivos da ação. Supondo-se que o aluno fique sabendo que o conteúdo de função não será mais exigido na prova, ele pode ter várias reações: continuar a estudar o conteúdo; dedicar-se a outro estudo, mas insatisfeito por ter de abandonar o tema funções ou deixar de estudar imediatamente, aliviado por livrar-se do encargo.

No último caso, o abandono do estudo revela que o motivo que movia o aluno para estudar funções não era a aprendizagem desse conteúdo, mas a necessidade de obter boa nota na prova. O motivo do estudo não coincidia com o que levava o aluno a estudar. O estudo, nesse caso, era uma ação; obter êxito na prova era a atividade, pois era o que efetivamente motivava o aluno. Já os dois primeiros casos, continuidade do estudo ou o abandono insatisfeito, demonstram que o estudo pode ser qualificado como atividade, pois o conteúdo de função estava sendo o motivo que mobilizava o indivíduo.

Leontiev (2010) conceitua ação como o componente principal da atividade, porque toda atividade será desenvolvida por meio de ação. Na verdade, por meio de uma ou de várias, porém,

... o objetivo de uma ação, por si mesma, não estimula a agir. Para que a ação surja e seja executada é necessário que seu objetivo apareça para o sujeito, em sua relação com o motivo da atividade da qual ele faz parte. Além disso, esta relação também é refletida pelo sujeito de uma forma bastante precisa, a saber, na forma de conhecimento do objeto de ação como um alvo. O objeto de uma ação é, por conseguinte, nada mais que seu alvo direto reconhecido. (LEONTIEV, 2010, p. 69).

Na perspectiva de Leontiev (2010), a ação no decorrer de uma atividade pode adquirir um motivo, isso resulta na transformação de uma ação em uma atividade. Esta é a maneira pela qual surgem as atividades e novas relações com a realidade. Esse processo é precisamente a base psicológica concreta sobre a qual ocorrem mudanças na atividade e, conseqüentemente as transições de um estágio do desenvolvimento para outro.

Podemos apontar novamente o exemplo do aluno que estuda o conteúdo de funções apenas para obter uma boa nota na prova. Inicialmente sua reação é essa, mas com a continuação o conteúdo pode despertar-lhe o interesse. Aos poucos o motivo do estudo do conteúdo desloca-se da aprovação no exame e passa a centrar-se na apropriação do conceito de funções. Ao incorporar o motivo, o estudo do conteúdo deixa de ser uma ação e se transforma em atividade para o sujeito.

A ação, embora seja estimulada pelo motivo, está sempre subordinada a um objetivo consciente. Assim como o conceito de motivo está relacionado diretamente ao de atividade, o de objetivo está relacionado ao de ação. Uma mesma ação pode fazer parte de diferentes atividades; da mesma forma, um mesmo motivo pode se concretizar em diferentes objetivos e, conseqüentemente, a partir de diferentes ações.

Da mesma forma como a ação é componente da atividade, as operações são componentes das ações. Leontiev (1981, p. 6) assim se expressa: “Denominarei operações os meios mediante os quais uma ação se leva a cabo”. Enquanto as ações estão relacionadas aos objetivos, as operações relacionam-se às condições de realizar esses objetivos. Os instrumentos podem ser materiais, como o *laptop* educacional, ou conceituais, como um conceito básico, indispensável para a compreensão de um novo conceito.

Uma ação pode realizar-se por meio de diferentes operações, do mesmo modo que ações diferentes podem ser realizadas pelas mesmas operações (LOPES, 2009). No caso do estudo do conteúdo de função afim, por exemplo, o sujeito pode realizar esta ação por meio de diferentes operações: como a construção e interpretação de gráficos, leituras das definições de função afim ou a resolução de exercícios. Em síntese, o aluno irá recorrer às condições que lhe sejam mais favoráveis para atingir o seu objetivo.

Leontiev considera apenas um tipo de operação, as conscientes. Para que as operações conscientes se desenvolvam, elas se formam primeiramente como ações. Para converter a ação de um sujeito em uma operação, é preciso que se apresente a ele um novo propósito com o qual sua ação dada tornar-se-á o meio de realizar outra ação (LEONTIEV, 2010). Ainda de acordo com Leontiev (2010 pág. 80),

uma ação, ao se converter em uma operação, reduz-se, por assim dizer, na posição que ela ocupa na estrutura geral da atividade, mas tal não significa que ela seja simplificada. Ao tornar-se uma operação, ela sai do círculo dos

processos conscientes, mas retém os traços gerais de um processo consciente e, a qualquer momento, por exemplo, com uma dificuldade, pode tornar-se novamente consciente.

Podemos considerar, como exemplo, que a ação de compreender o conteúdo de função afim deve ter, no primeiro momento, o objetivo de dominar este conteúdo. Uma vez atingida esta aprendizagem, o passo seguinte deverá ser a utilização da função afim como operação para a resolução de outras ações que estão fazendo parte de uma atividade. Nessa dinâmica, é importante considerar os conhecimentos espontâneos dos alunos, pois deverão ser tomados como operações para a realização das ações. Leontiev (s.d) destaca que, nesta relação, um aspecto importante é que, na transformação de uma ação em operação, fica explícita a ideia de desenvolvimento. É também uma forma de o professor identificar que conseguiu levar o estudante a aprendizagem de um novo conceito.

As categorias: *atividade – ação – operação* são correlacionáveis à *necessidade/motivo – objetivos – condições para realizar os objetivos*. A necessidade é o fator desencadeador da atividade, ela motiva o sujeito a ter objetivos e a realizar ações para satisfazê-la. Como vimos ao longo do texto, essa estrutura não é estanque. A ação pode transformar-se em atividade, ou seja, uma ação que, em princípio, era realizada apenas como parte de uma atividade pode passar a ser para o sujeito um motivo em si. A ideia de seu movimento é uma grande contribuição de Leontiev para o ensino (SFORNI, 2004).

Para a disciplina de Matemática, as contribuições dessa perspectiva teórica podem auxiliar na organização do seu ensino (MORAES e MOURA, 2009). Quanto ao ensino de funções, os pressupostos da Teoria da Atividade possibilitam entender os elementos que envolvem o ensino deste conteúdo como uma atividade do ser humano na produção e apropriação dos seus saberes, propiciando a satisfação de suas necessidades criadas no conjunto das relações sociais. Em relação ao *laptop* educacional por meio da teoria, iremos compreender formas mais efetivas para o uso deste instrumento.

A partir da necessidade de conseguir levar o discente à aprendizagem, teremos que entender o papel do professor não apenas na organização lógica do conteúdo, mas também do modo de fazer corresponder o objeto de ensino com os motivos, desejos e necessidades do aluno, ou seja, “sua função maior é a de transformar a atividade de ensino em atividade de aprendizagem para o aluno” (SFORNI, 2004, p. 111).

3.2 Atividade de ensino e atividade de aprendizagem

Neste tópico, o conceito de atividade (LEONTIEV, 1978, 1983, 2010) vem sendo revisado no sentido de explicitar suas contribuições para o trabalho do professor na organização do ensino. Trataremos da atividade de ensino e da atividade de aprendizagem

como um modo de realização dos objetivos propostos na sala de aula, procurando evidenciar essas atividades com a formação do pensamento teórico.

As atividades de ensino e de aprendizagem são indissociáveis, porém, em cada uma, há a marca dos sujeitos em seus processos. Na atividade de ensino, destaca-se a importância do professor em sua organização; na atividade de aprendizagem, é evidenciado o estudante como sujeito das suas ações no processo de apropriação dos conhecimentos (MORAES e MOURA, 2009).

Segundo Moura (2002), o professor é o sujeito responsável pela ação pedagógica. Nessa perspectiva, afirma que é possível uma organização de processos de ensino mais eficientes que outros. Compreendemos, então, que a organização do ensino passa a ser um elemento importante da atividade da instrução, porque viabiliza maior apreensão de conhecimentos por parte dos aprendizes. Ainda de acordo com Moura *et al* (2010, p. 89),

A busca da organização do ensino, recorrendo à articulação entre a teoria e a prática, é que constitui a atividade do professor, mais especificamente a atividade de ensino. Essa atividade se constituirá como práxis pedagógica se permitir a transformação da realidade escolar por meio da transformação dos sujeitos, professores e estudantes.

Do ponto de vista da psicologia soviética, o ensino assume grande importância no desenvolvimento do indivíduo. Assim, pode-se verificar que a aprendizagem está relacionada à forma como o educador organiza o ensino. O fato de o professor estar efetivamente motivado na atividade de ensinar pode provocar a atividade de aprender por parte dos alunos. É nesse sentido que se pode concordar com Lopes (2009), quando afirma : desse modo, serão maiores as possibilidades das habilidades e os conhecimentos envolvidos serem apropriados pelos discentes, convertendo-se em atividades de aprendizagem.

A atividade de ensino deve promover a atividade de aprendizagem. É com essa intenção que o professor deve planejar suas ações. O professor que se coloca assim em atividade de ensino continua se apropriando de conhecimentos teóricos e práticos que lhe permitem organizar ações que possibilitem ao estudante a apropriação de conhecimentos teóricos explicativos da realidade e o desenvolvimento do seu pensamento teórico, ou seja, ações que promovam a atividade de aprendizagem de seus estudantes (MOURA *et al*, 2010).

A atividade de ensino pode propiciar ao professor, paralelamente, atividade de aprendizagem. É através desta atividade que o professor toma consciência de seu próprio trabalho, podendo lidar melhor com as contradições e inconsistências do sistema educacional, na medida em que compreende tanto o papel da escola, quanto o seu próprio papel na escola. Moura *et al* (2010, p. 92) afirmam que,

O ensino realizado nas escolas pelos professores deve ter a finalidade de aproximar os estudantes de um determinado conhecimento. Daí a importância de que os professores tenham compreensão sobre seu objeto de ensino, que deverá se transformar em objeto de aprendizagem para os estudantes. Além disso, é fundamental que, no processo de ensino, o objeto a ser ensinado seja compreendido pelos estudantes como objeto de aprendizagem. Para a teoria histórico-cultural, isso só é possível se esse mesmo objeto se constituir como uma necessidade para eles. Assim, os conhecimentos teóricos são ao mesmo tempo objeto e necessidade na atividade de aprendizagem.

Com o intuito de apresentar possibilidade de realização do ensino fundamentado nos pressupostos teóricos da teoria da atividade, Moura (1996, 2002 e 2010) desenvolveu o conceito de Atividade Orientadora de Ensino – AOE, que, segundo o autor, é o elemento de mediação entre a atividade de ensino e a atividade de aprendizagem. De acordo com Moura *et al* (2010, p. 100), “não há sentido na atividade de ensino se ela não se concretiza na atividade de aprendizagem; por sua vez, não existe a atividade de aprendizagem intencional se ela não se dá de forma consciente e organizada por meio da atividade de ensino”.

Nessa perspectiva, Moura *et al* (2010, p. 100) afirma que “a AOE constitui-se um modo geral de organização do ensino, em que seu conteúdo principal é o conhecimento teórico e seu objeto é a constituição do pensamento teórico do indivíduo no movimento de apropriação do conhecimento”. Desse modo, o autor (MOURA *et al*, 2010, p.109) afirma: “a AOE tem as características de fundamento para o ensino e é também fonte de pesquisa sobre o ensino”. Assim, iremos usar sua estrutura para identificar as necessidades, os motivos, as ações e operações desencadeadas na sala de aula no processo de ensino e aprendizagem.

A aprendizagem, conforme afirma Vygotsky (2002, p.115), “pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual os sujeitos penetram na vida intelectual daqueles que o cercam”. É na relação do sujeito com o meio físico e social, mediada por instrumentos e signos, que se processa o seu desenvolvimento cognitivo. Ainda em relação à aprendizagem, Leontiev (1991, p.74) afirma que,

...para aprender conceitos, generalizações, conhecimentos, o sujeito deve formar ações mentais adequadas. Isto pressupõe que estas ações se organizem ativamente. Inicialmente, assumem a forma de ações externas (...), e só depois se transformam em ações mentais internas.

Segundo Davydov citado por Sforzi (2004), a aprendizagem escolar vai além da aquisição de conteúdos ou habilidades específicas e consiste essencialmente em uma via de desenvolvimento psíquico. É mediante a educação escolar, que o sujeito começa a receber, de maneira sistematizada, as formas mais desenvolvidas da consciência social, consubstanciadas nas várias ciências, na arte e na moral. A atividade de aprendizagem é, portanto, o movimento de formação do pensamento, que conduz ao desenvolvimento psíquico do indivíduo.

A atividade de aprendizagem tem seu motivo direcionado para a aquisição do conhecimento. Dessa forma, a função do professor será planejar ações que possibilitem a apropriação do conhecimento por parte do aluno. No entanto, se o ensino não estiver intencionalmente organizado para isso, a atividade não se concretizará (LOPES, 2009). De acordo com Sforzi (2004, p. 105),

A possibilidade de desenvolvimento via educação escolar está na aquisição dos conhecimentos, mas não como acúmulo de informação. Tenho enfatizado que a aprendizagem de conceitos não deve ser um fim em si mesma, mas ser entendida como possibilidade de acesso a conteúdos e métodos de pensamento mais complexos, dificilmente acessíveis sem a intervenção da educação escolar.

Ainda segundo a autora, diferentemente do que ocorre em outras situações de aprendizagem, na educação escolar, a atividade principal é a própria aprendizagem; e é para ela, que a atenção está voltada. Nas demais situações, a aprendizagem está inserida como uma ação de outra atividade.

Em nossa pesquisa, iremos analisar a atividade de ensino, e, nessa análise, iremos observar o conteúdo de funções. Então, na observação do ensino deste conteúdo, procuraremos identificar os episódios de ensino, os quais são momentos em que o professor cria um ambiente motivador que possa levar o aluno à aprendizagem do novo conceito. Isto é, a passagem do pensamento empírico para o pensamento teórico, que ocorre mediante a presença da reflexão, da análise e do plano interior das ações (SFORZI, 2004).

Semenova (citada por Sforzi, 2004, p.116 - 117) postula que

a **reflexão** consiste na tomada de consciência por parte do sujeito das razões de suas ações e de sua correspondência com as condições do problema. Já a **análise** visa levantar o princípio ou modo universal para a resolução de diferentes tarefas. A finalidade do ensino é que o pensamento conceitual seja utilizado como uma operação dentro de uma ação mais complexa ou de uma tarefa particular. A capacidade de operar com o conceito é evidenciada na realização do plano interior das ações. O **plano interior das ações** é o que assegura a sua planificação e a sua efetivação mental. Constitui-se na capacidade de antecipar ações, ou seja, é o conhecimento conceitual presente como conteúdo e forma do pensamento, é a sua efetivação como instrumento do pensamento (grifos no original).

Estes aspectos do pensamento teórico são fundamentais para a análise das ações da atividade de ensino e da atividade de aprendizagem. No momento da observação das situações de ensino, que será feita nas aulas de funções, procuraremos identificar esses elementos e os movimentos das ações às operações conscientes.

No próximo tópico, iremos apresentar pesquisas na área de Educação Matemática que tomaram a Teoria da Atividade como aporte teórico. Assim evidencia-se a importância que lhe foi conferida pela academia para a análise de processos de ensino ou de aprendizagem da área.

3.3 Investigações do ensino e aprendizagem da Matemática com suporte na Teoria da Atividade

Alguns trabalhos na área da Educação Matemática, sob diferentes objetivos, tomaram a Teoria da Atividade como aporte teórico. É o caso de Ribeiro (2011) que investigou a apropriação de elementos constitutivos de organização do ensino por futuros professores de Matemática nas disciplinas de Prática de Ensino e Estágio na Universidade Federal do Paraná. A autora teve o intuito de identificar elementos norteadores para a organização do ensino pelos formadores de professores. Nessa perspectiva, discutiu, a partir de episódios de ensino, o modo como os estudantes se apropriam de um modo geral de organização do ensino, ao desenvolverem o pensamento teórico sobre a docência, por meio da reflexão, análise e planificação das ações. A autora organizou os seus dados em dois eixos de análise: o movimento de aprendizagem da docência pelos futuros professores e o movimento de aprendizagem da pesquisadora. A pesquisa ressalta indicativos acerca do papel do professor formador na universidade, dos instrumentos dos quais ele necessita dispor em sua atividade, do papel do professor orientador de estágio na escola, da necessidade de sua relação com a universidade e com o professor formador e da organização das ações de ensino no

movimento de reflexão, análise e planificação das ações. Por fim, a autora considera que colocar o sujeito em atividade deve ser condição norteadora para a organização do ensino nessas disciplinas.

Moraes (2008) também fez uso da Teoria da Atividade para avaliar o processo de apropriação dos conhecimentos matemáticos em movimento, buscando compreender a intervenção pedagógica como promotora do desenvolvimento humano. Para desenvolver essa investigação, foi formado um grupo colaborativo – Oficina Pedagógica de Matemática de Ribeirão Preto (OPM/RP). A formação foi pautada nos pressupostos da Atividade Orientadora de Ensino. De acordo com a pesquisadora, os dados foram organizados em três categorias – aprendizagem docente (apropriação dos conceitos teórico-metodológicos sobre o ensino de matemática), organização do ensino (como elaborar atividade de ensino para que os alunos se apropriem dos conceitos) e a prática pedagógica (como colocar os conceitos teórico-metodológicos em ação na sala de aula). A autora afirma que é nesta relação que o professor se desenvolve profissionalmente, isto é, aprende a ser educador em um contínuo processo formativo. Os resultados evidenciaram que a avaliação do processo de ensino e aprendizagem da Matemática constitui-se em um procedimento dinâmico de análise e síntese, e seu direcionamento é dado pelo objetivo da atividade de ensino elaborada pelo professor, ou seja, sua intencionalidade pedagógica. Segundo a autora, a característica principal da avaliação desse procedimento consiste no acompanhamento do processo de ensino e aprendizagem, por meio da análise do sistema de atividade, na dinâmica entre a atividade de ensino e a atividade de aprendizagem, considerando os elementos constitutivos da atividade (necessidade, motivos, objetivos, ações e operações). Por meio da análise das ações de ensino e de aprendizagem, tendo como parâmetros as características do pensamento teórico (reflexão, análise e planificação teórica), a pesquisadora conclui que a avaliação desse processo é mediadora entre a atividade de ensino elaborada pelo professor e a atividade de aprendizagem realizada pelos estudantes.

Panossian (2008) utiliza-se da Teoria da Atividade, visando investigar com estudantes da 6ª série do Ensino Fundamental, por meio de situações-problema, as manifestações e peculiaridades do movimento do pensamento e da linguagem algébrica. De acordo com a pesquisadora, o pensamento e a linguagem algébrica devem ser compreendidos a partir de seu movimento lógico-histórico, como produto da atividade humana. Da análise, decorrem as sínteses que indicam elementos que, em relação aos processos de pensamento e

linguagem, podem estar na origem das dificuldades dos estudantes com o conteúdo algébrico. A autora ressalta, ainda, que reconhecer as manifestações do pensamento e da linguagem algébrica dos estudantes é elemento relevante a ser considerado pelos professores na organização do ensino de álgebra.

A pesquisa de Barros (2007) discute as contribuições da Teoria da Atividade para investigar como se desenvolve o conceito de avaliação na formação de professores em atividade colaborativa. O projeto foi realizado no Clube de Matemática, acerca do projeto de estágio oferecido pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo – USP. De acordo com a autora, durante todo processo de ensino e aprendizagem vivenciado no Clube de Matemática, a avaliação das atividades pedagógicas, realizadas de forma coletiva, apresentou indícios sobre os processos formativos no que se refere à escolha dos conteúdos matemáticos trabalhados para a elaboração de atividades orientadoras de ensino, revelando um modo de formar-se do estagiário na ação de ensinar. Por fim, a pesquisadora considera que avaliar é parte da atividade pedagógica que se aprimora no desenvolvimento do profissional professor que faz de sua atividade de ensino uma atividade de pesquisa.

Moretti (2007), a partir dos referenciais teóricos da Teoria da Atividade, investigou o processo de formação de professores em atividade de ensino, ao elaborarem coletivamente situações desencadeadoras de aprendizagem. Ao focar a formação contínua de professores de Matemática que atuam no Ensino Médio, a pesquisadora propõe o avanço desse grupo por meio dos conceitos de atividade. Essa pesquisa se apoiou particularmente no conceito de atividade orientadora de ensino. Na análise dos dados provenientes de elaborações coletivas e de socializações das propostas de ensino, buscaram-se evidências que revelassem mudanças no movimento de organização das ações dos professores e como as mediações feitas em situação coletiva foram apropriadas por eles em seus discursos e planos de ação. Os resultados da pesquisa evidenciam que, na (re)organização coletiva de suas ações, os professores atribuíram novos sentidos às próprias ações, à mediação e à escolha de instrumentos, apropriando-se das formas de realização colaborativa da atividade de ensino.

A partir destas pesquisas passamos a compreender a importância e como trabalhar com uma adequada organização de ensino na formação de professores de Matemática. Evidenciamos que nesses processos de formação é relevante elaborarmos, coletivamente, situações desencadeadoras de aprendizagem. Nesse contexto, passamos a observar a prática

docente como um processo de mediação entre a atividade de ensino e atividade de aprendizagem. Além de reconhecermos que a Matemática, especificamente o pensamento e a linguagem algébrica, devem ser compreendidos a partir de seu movimento lógico-histórico, como produto da atividade humana.

No próximo capítulo, iremos expor as opções metodológicas deste trabalho, o que se constitui como aspecto essencial para garantir a viabilização de todo o desenvolvimento da investigação, bem como a obtenção de resultados confiáveis.

CAPÍTULO 4 – TRAJETÓRIA METODOLÓGICA: CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA COLABORATIVA

Neste capítulo expusemos a construção e o desenvolvimento de nosso modo de investigar, para atingirmos o objetivo de analisar o processo de geração de atividade em sala de aula, a partir do processo formativo com um professor de Matemática, visando o ensino de funções com o apoio do *laptop* educacional.

Iniciamos pela concepção de pesquisa, pensada em sua ligação com o real, vinculando pensamento e ação. Nas seções estão descritos o paradigma eleito, a abordagem e o método de pesquisa, o lócus e sujeito da pesquisa, os procedimentos da pesquisa e as etapas da formação.

4.1 O paradigma da pesquisa

O delineamento metodológico de uma investigação revela os compromissos assumidos entre o pesquisador e o universo pesquisado e sua visão de mundo para a compreensão do fenômeno. Esse conjunto de crenças e valores é o que Guba e Lincoln (1994) denominam de paradigma de pesquisa.

De acordo com Alves-Mazzotti (1996), três paradigmas são considerados como sucessores do positivismo, quais sejam: o pós-positivismo, a teoria-crítica e o naturalismo/construtivismo. A autora identifica-os como os paradigmas predominantes. A definição do paradigma é um elemento determinante para o desenvolvimento da pesquisa, uma vez que ele define os rumos da investigação, bem como a escolha do método de pesquisa a ser utilizado.

A despeito dos demais paradigmas, o interpretativo também conhecido como construtivista ou naturalista é o que apresenta maior sintonia com a nossa pesquisa. A característica principal deste paradigma está além da compreensão do fenômeno analisado, buscando agir no ambiente pesquisado.

Na perspectiva de Guba (citado por Alves-Mazzotti, 1996), o paradigma construtivista difere dos demais nos seguintes aspectos: ao peso da teoria nos fatos; a subdeterminação da teoria, este conceito nos explica que pode haver muitas construções teóricas sobre um mesmo fenômeno; uma investigação nunca é neutra, sendo vista através de

uma janela de valores; a natureza interativa da díade, a ideia aqui é a de que os resultados de qualquer investigação são influenciados pela interação pesquisador/pesquisado.

Em face destes atributos, ainda segundo Guba (citado por Alves-Mazzotti, 1996), conclui-se que o paradigma naturalista/construtivista detém as seguintes características: 1) ontologia relativista, que se baseia na compreensão de que em uma investigação há muitas interpretações possíveis e não há um processo que permita determinar a veracidade ou falsidade dessas interpretações, então a melhor maneira é uma explicação relativa dos fatos; 2) epistemologia subjetivista, como uma forma de fazer vir à luz as construções elaboradas pelos indivíduos e os resultados criados pela interação pesquisador/pesquisado; 3) metodologia hermenêutico-dialética que consiste nas construções individuais derivadas de interpretações constituídas por meio da hermenêutica e confrontadas dialeticamente; a busca por soluções dos problemas passa primeiramente pela procura de interpretação e compreensão dos significados atribuídos pelos envolvidos.

Nesse contexto, admitimos que os valores e crenças dos sujeitos envolvidos na pesquisa, incluindo o pesquisador, não podem ser desconsiderados. Com o paradigma definido para esta pesquisa iremos, no próximo tópico, discorrer sobre a abordagem e o método que serão empregados neste trabalho.

4.2 A abordagem e o método de pesquisa

No que se refere a sua abordagem, a presente pesquisa terá base qualitativa, permitindo que o nosso objetivo, analisar a construção da organização do ensino de função a partir dos elementos da teoria da atividade, de modo a favorecer a apreensão deste conceito com o uso do *laptop* educacional seja investigado de forma não só a medir ou enumerar eventos, mas entender e atuar sobre o fenômeno.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), a abordagem qualitativa significa uma investigação mais detalhada relativamente a pessoas, locais e conversas. As questões a investigar não se estabelecem mediante a operacionalização de variáveis, mas são formuladas de modo a investigar o fenômeno em toda a sua complexidade e em contexto natural. Ainda que os indivíduos que fazem investigação qualitativa possam vir a selecionar questões específicas, à medida que recolhem os dados, a investigação não é feita com o objetivo de responder a questões prévias ou de testar hipóteses. Privilegiam, essencialmente, a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação.

Segundo Minayo e Sanches (1993), a abordagem qualitativa realiza uma aproximação fundamental e de intimidade entre sujeito e objeto, uma vez que ambos são da mesma natureza. Pesquisador e pesquisado se envolvem com empatia aos motivos, às intenções, aos projetos, a partir dos quais as ações, as estruturas e as relações tornam-se significativas. Nas pesquisas qualitativas, é frequente que o observador procure entender os fenômenos segundo a perspectiva dos participantes da situação analisada e, a partir daí, situe sua interpretação em relação aos fenômenos estudados.

Lüdke e André (1986) afirmam que este tipo de abordagem privilegia a compreensão do fenômeno investigado, a partir da perspectiva dos participantes. Busca-se, nesse tipo de investigação, responder a questões particulares, compreender e explicar a dinâmica das relações sociais, a experiência e a cotidianidade, assim como o entendimento das estruturas e instituições como resultado da ação humana objetivada (MINAYO, 1996).

Nessa perspectiva, entendemos que a investigação qualitativa costuma ser direcionada ao longo de seu desenvolvimento. Além disso, não busca enumerar ou medir eventos, seu foco de interesse é amplo, dela faz parte a obtenção de dados descritivos, mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação do objeto de estudo. O investigador introduz-se no mundo das pessoas que pretende estudar, tenta conhecê-las, dá-se a conhecer e ganhar a sua confiança, elaborando um registro sistemático de tudo aquilo que ouve e observa (BOGDAN e BLIKEN, 1994).

D'Ambrósio (2010) postula que, na abordagem qualitativa, é essencial a pesquisa centrada no indivíduo, com toda a sua complexidade e a sua inserção e interação com o ambiente sociocultural e natural. Nesse contexto, a interação pesquisador-pesquisado é fundamental.

A investigação qualitativa em educação só veio a se firmar no final dos anos sessenta. Segundo Bogdan e Biklen (1994), há cinco características fundamentais na investigação qualitativa: a fonte direta dos dados é o ambiente natural, e o investigador é o agente da coleta dos dados; os dados possuem caráter descritivo; o investigador interessa-se mais pelo processo em si do que propriamente pelos resultados; a análise dos dados é feita de forma indutiva; e a compreensão dos significados que os participantes atribuem a suas experiências tem importância fundamental. Ao assumir tais características, o investigador está, de certa maneira, explicitando seu modo de pensar, fazer e estar na pesquisa.

Na pesquisa qualitativa, a validação é muito influenciada por critérios subjetivos, mas assegura o rigor com base na metodologia da pesquisa. Essencialmente, o registro dos dados deve ser o mais referenciado possível: se escrito, data, local e hora das anotações, com elementos identificadores dos locais e objetos descritos e dos indivíduos entrevistados; se gravado ou fotografado, as fitas devem ter esses mesmos dados. A análise dos dados depende de uma fundamentação teórica que, obviamente, resulta do pesquisador e de suas interpretações (D'AMBRÓSIO, 2010). Nesse sentido, Borba (2004, p.2) ressalta ainda que a

[...] pesquisa qualitativa deve ter por trás uma visão de conhecimento que esteja em sintonia com procedimentos como entrevistas, análises de vídeos, etc. e interpretações. O que se convencionou chamar de pesquisa qualitativa prioriza procedimentos descritivos à medida que sua visão de conhecimento explicitamente admite a interferência subjetiva, o conhecimento como compreensão que é sempre contingente, negociada e não é verdade rígida. O que é considerado "verdadeiro", dentro desta concepção, é sempre dinâmico e passível de ser mudado. Isso não quer dizer que se deva ignorar qualquer dado do tipo quantitativo ou mesmo qualquer pesquisa que seja feita baseada em outra noção de conhecimento.

Em relação ao método, nosso objeto de estudo nos levou a optar por trabalhar com base na pesquisa colaborativa. Nossa pesquisa se interessa não apenas pela natureza do trabalho desenvolvido pelo professor, mas igualmente pela formulação de alternativas de formação em serviço, fundamentais na perspectiva colaborativa.

A pesquisa colaborativa é um modelo de investigação pautado nos fundamentos da abordagem sócio-histórica (TELES e IBIABINA, 2009), na mediação social. Nesse sentido, a prática se volta para a resolução dos problemas sociais, especialmente aqueles vivenciados na escola, contribuindo com a disseminação de atitudes que motivam pesquisadores e educadores a trabalharem conjuntamente, em busca de conhecimentos voltados para a melhora da cultura escolar e para o desenvolvimento profissional dos docentes (IBIAPINA, 2008).

Segundo Zeichner (1993), a pesquisa colaborativa tem por objetivo criar, nas escolas, uma cultura de análise das práticas que realiza, a fim de possibilitar que os professores, auxiliados pelos pesquisadores da universidade, transformem suas práticas. De acordo com os pressupostos da teoria de Leontiev (2010), a atividade está sempre direcionada a satisfazer as necessidades dos sujeitos (professor e pesquisador), o que os levam a atuar e influir no espaço em que vivem, transformando-o; porém, assim, também se transforma.

Pimenta, Garrido, e Moura (2000) afirmam que outro objetivo desse método de pesquisa é oferecer subsídios à formação dos professores, promovendo o desenvolvimento profissional dos envolvidos.

De acordo com Loiola (2004), o papel do pesquisador também é de formador. Nesse contexto de trocas, assumiremos também o papel de formador e procuraremos realizar uma mediação dialética entre o professor e sua prática. A colaboração entre o pesquisador e o professor apoia-se no princípio de que cada um necessita da participação do outro para a realização do trabalho e para seu crescimento profissional.

Um dos motivos que conduzem à realização de uma pesquisa colaborativa é compreendê-la como atividade de pesquisa e de desenvolvimento profissional capaz de articular processo de investigação acadêmica e formação de professores (TELES e IBIAPINA, 2009). Essa parceria entre a universidade e a escola oferece subsídios para políticas de formação em serviço, considerando questões relacionadas ao processo de interação entre o pesquisador e o professor da escola parceira. Este método de pesquisa é movido pelo esforço de procura de novas soluções para os problemas vivenciados.

A forma de trabalho fundamentada nos princípios da pesquisa colaborativa não pretende que o pesquisador dite os rumos das mudanças nem que o professor da escola seja apenas um executor. A pesquisa é feita com a escola e não sobre a escola (PIMENTA, GARRIDO e MOURA, 2000).

Nessa perspectiva, Desgagné (2001) afirma que a pesquisa colaborativa investiga determinado objeto que frequentemente é proposto pelo pesquisador universitário, entretanto interessa e motiva o professor a repensar sua prática docente. Para Ibiapina (2008), no âmbito da educação, esse método de pesquisa é uma produção de conhecimentos científicos e desenvolvimento profissional, por meio da atividade de formação e reflexão.

Nesse contexto, todos trabalham conjuntamente e apoiam-se mutuamente, visando atingir objetivos comuns. Os motivos do pesquisador devem se aproximar do professor no desenvolvimento da prática educativa. Na colaboração, as relações, portanto, tendem a ser não hierárquicas, havendo liderança compartilhada e confiança mútua pela condução das ações (FIORENTINI e LORENZATO, 2009).

Essa modalidade de pesquisa tem influência direta com o referencial teórico adotado pelo pesquisador e o conhecimento produzido pelo professor. Nesse contexto, a pesquisa colaborativa reconhece a coincidência de pontos de vista entre pesquisador e professor. Nessa perspectiva, o grande interesse de colaboração entre pesquisador e pesquisado está na crença de que a produção de conhecimentos melhora a prática (DESGAGNÉ, 1997).

Portanto, Reali e Tancredi (2001) afirmam que esse tipo de pesquisa oferece uma formação que prioriza os instrumentos de análise das práticas docentes, assim como uma cultura da reflexão marcada pela ação pedagógica. As críticas partilhadas e as mudanças apoiadas permeiam a pesquisa colaborativa, tornando-se assim ferramenta para melhorar o desenvolvimento profissional de todos os envolvidos no processo.

Desgagné (citado por Loiola, 2004) postula que, nesse método de investigação, o pesquisador assume também o papel de formador, sua função é equilibrar e orientar a pesquisa, valendo-se do quadro teórico por ele proposto. Paralelamente, o professor engaja-se nesse processo de colaboração a partir da maneira como vê, sente e observa o seu contexto educativo. Assim, de acordo com a teoria da atividade, utilizada nessa pesquisa, podemos considerar que a atividade colaborativa tem o objetivo de satisfazer as necessidades investigativas do pesquisador e as necessidades de melhoria da prática docente do professor.

É necessário, entretanto, destacar que existem pesquisadores, a exemplo de Fiorentini (2004), que aceita a pesquisa colaborativa apenas quando há envolvimento dos participantes em todas as etapas da pesquisa, ou seja, a sua colaboração é iniciada desde a escolha e definição da problemática investigativa. Então, na vertente desse autor, nossa investigação não se constitui como uma pesquisa colaborativa ortodoxa, devido à definição do objeto de pesquisa e produção deste trabalho não ter sido feita em conjunto com o professor. Em nossa pesquisa, levamos a proposta para a escola e adequamos de acordo com a realidade e necessidade do docente.

Entretanto, na perspectiva de Desgagné (2001) e Ibiapina (2008), a pesquisa colaborativa não requer, necessariamente, que o professor participe da definição da problemática, da metodologia, dos procedimentos e da análise. Logo, na perspectiva desses autores, nossa investigação não deixa de ser uma pesquisa colaborativa, pois, ainda de acordo com os autores, colaborar significa que cada participante, sobre a base de um projeto comum,

preste sua contribuição específica. Então, em meio a esse debate teórico, podemos classificar nossa abordagem de pesquisa como uma pesquisa colaborativa.

A pesquisa colaborativa é composta por diferentes etapas que vão evidenciando um envolvimento crescente entre os participantes e transformando as práticas de todos. A seguir, o detalhamento das três etapas constituintes deste tipo de pesquisa.

4.2.1 Etapas da pesquisa

Segundo Anadón (2007), a pesquisa colaborativa é composta por três etapas. A primeira é a co-situação, momento da incorporação dos participantes na investigação. A segunda etapa denominada co-operação, diz respeito ao processo de reflexão acerca das questões de pesquisa. A terceira etapa é a co-produção, que é o momento de construção coletiva, ou não, do trabalho. A autora aponta ainda que essas etapas representam os espaços criados para a efetivação de pesquisa e formação, propostas pela pesquisa colaborativa.

As etapas da pesquisa delimitam nossa implicação, enquanto pesquisador, assim como a do professor. Três caminhos distintos que se complementam estarão na operacionalização metodológica da pesquisa: a co-situação, a co-operação e a co-produção. Fiorentini e Lorenzato (2009) salientam que o prefixo *co* significa ação conjunta.

A co-situação, segundo Desgagné (citado por Loiola, 2004), é a etapa da pesquisa colaborativa que deverá responder às preocupações do contexto do professor e do contexto da pesquisa. Nessa fase, o papel principal do pesquisador consiste em procurar a mediação entre esses dois contextos. Esse momento deve ser construído para que os envolvidos passem a se sentir motivados para colaborar e inserir-se no grupo. É nessa etapa que se dão as negociações e a inserção em um projeto que visa contribuir para a construção de saberes tanto para a comunidade escolar quanto para a científica (TELES e IBIABINA, 2009).

Antes de efetivamente iniciarmos a co-situação, necessitamos fazer a definição do município – Quixadá – e do estabelecimento educacional – Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio José Martins Rodrigues – onde iria ser realizada a pesquisa. A escolha desta cidade deve-se ao fato de termos uma relação estreita e afetiva com este município. Apesar de não sermos natural de Quixadá, foi lá que cursamos nossa Licenciatura em Matemática, onde trabalhamos como professor de Matemática da rede municipal de ensino e

para onde pretendemos retornar para continuarmos contribuindo com a educação desse município.

Já a definição pela escola deveu-se ao fato de ser a única instituição, em Quixadá, contemplada pelo Projeto UCA. A escolha por pesquisar uma escola contemplada por esse Projeto decorreu da percepção de que as tecnologias digitais, em especial computadores conectados à Internet, estão cada vez mais presentes na escola, tornando-se imprescindíveis os estudos que indiquem como melhor utilizar esses recursos no ensino, inclusive na Matemática. Na escola, escolhemos um sujeito da pesquisa que atendesse aos seguintes critérios: Lecionar efetivamente no 1º ano do Ensino Médio da escola; Ter disponibilidade para participar da pesquisa; Permitir e participar da análise e publicação dos dados colhidos no momento em que acontecesse a formação.

A etapa de co-situação ocorreu, efetivamente, no período de setembro de 2011 a maio de 2012. Foram realizadas nove visitas mensais, nas quais conversamos com o professor acerca do contexto do ensino da Matemática, suas dificuldades e possibilidades. Abordamos também a chegada do *laptop* educacional e seu potencial para melhoria do ensino e aprendizagem da Matemática. Expusemos a proposta da pesquisa, inclusive alguns elementos da Teoria da Atividade, tendo em vista perceber o interesse do professor pela participação efetiva em uma pesquisa dessa natureza. Participamos, ainda, do processo de formação dos professores, realizado pelo Projeto UCA, para trabalhar com os *laptops* educacionais. Encerramos esta etapa com a observação de duas aulas do conteúdo de funções, onde buscamos captar a estruturação da prática pedagógica do professor. Os dados colhidos nesta fase foram registrados em diário de campo e serão explicitados no capítulo de análise dos dados.

Consideramos o momento da co-situação importante para a nossa pesquisa, pois, a partir dessa atividade, iniciamos efetivamente a busca em torno de um objetivo comum, qual seja a articulação entre o desenvolvimento profissional do docente e a produção do conhecimento científico.

A co-operação é a fase do processo de formação, de explicitação dos diálogos entre o pesquisador e o professor. Nesse momento pesquisador e professor refletiram sobre a prática (LOIOLA, 2004) de ensinar o conceito de função com o uso do *laptop* educacional.

Esta fase foi realizada nos meses de junho a setembro de 2012, durante cinco semanas, com duas aulas semanais. As atividades de co-operação foram iniciadas com a observação das aulas. O nosso olhar sobre a aula tomou como referência a teoria da atividade e buscou os elementos presentes no roteiro de observação (ver apêndice 1).

Pesquisador e professor tiveram momentos de reflexão acerca de cada aula. Escolhemos como instrumento para esta fase a narrativa que foi realizada em torno de dois momentos da aula: aquele considerado mais importante pelo professor e aquele considerado mais importante pelo pesquisador. Estes dados foram coletados em gravações de áudio. Essas reflexões foram utilizadas como base para o planejamento da aula subsequente a ser ministrada pelo professor. O planejamento sempre levou em consideração os elementos da teoria da atividade, a partir da leitura de textos e debates entre os participantes. Assim, compôs-se um ciclo na pesquisa composto por observação, narrativa reflexiva, estudo teórico e planejamento.

A co-produção, de acordo com Loiola (2004), consiste como o próprio nome o sugere: produção, análise dos resultados e a sua difusão para servir ao grupo de pesquisadores e aos professores participantes da pesquisa colaborativa. Teles e Ibiapina (2009) complementam que essa etapa incide no processo de pesquisa como um todo, desde a organização, até a análise dos dados feita em colaboração ou não com o professor. A co-produção, no caso desta pesquisa, consistiu na elaboração do conhecimento acerca da realidade do ensino de função, a partir das percepções do pesquisador e professor, nas práticas reflexivas, ou seja, perpassou as etapas de co-situação e co-operação. Elaboramos também, juntamente com professor, um trabalho (ver apêndice) sobre uma experiência desta pesquisa que foi apresentado no I Seminário UCA-CE.

4.2.2. Instrumentos de coleta e análise de dados

4.2.2.1 Diário de campo

O registro da observação durante todo o processo foi possibilitado pela utilização do diário de campo. De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2009), este instrumento é essencial na pesquisa, pois é nele que o pesquisador registra observações de fenômenos, faz descrições de pessoas e cenários, descreve episódios ou retrata diálogos.

No diário de campo, registramos os dados relativos à prática docente em de sala de aula, caracterizando a ação do professor de Matemática no momento em que ele estava

ensinando funções com o uso do *laptop* educacional. Foram registradas também observações acerca das percepções do professor sobre a teoria da atividade, seus avanços e dificuldades. As narrativas fizeram parte do diário de campo, com todas as observações que se julgaram pertinentes.

4.2.2.2 As narrativas

Pelas narrativas, podemos conhecer a realidade de trabalho do professor e as formas como eles observam o contexto de sala de aula. Além de cumprir um papel fundamental nas investigações qualitativas em educação, elas também têm sido destacadas por sua posição relevante na formação de educadores (CONNELLY e CLANDININ, 1990; MIZUKAMI *et al*, 2002).

Bolzan (2002) postula que o uso de narrativas tem como característica principal explicitar as relações entre a atividade humana e as situações institucionais, históricas e culturais em que ocorrem as ações dos professores.

Cunha (1997) afirma que a utilização das narrativas na pesquisa se propicia a partir de um processo de construção e reconstrução das experiências vivenciadas pelos sujeitos da pesquisa. Nesse processo, o diálogo deverá ser instalado com o objetivo de garantir cumplicidade e colaboração dos participantes.

Esse processo de construção e reconstrução entre o professor e o pesquisador a partir das narrativas refere-se também à co-operação. Foi a partir da realização das narrativas, que o professor trabalhou dentro de uma perspectiva reflexiva. Foi também momento fundamental para a interação entre pesquisador e professor pesquisado.

De acordo com Loiola (2004), à medida que o professor narra um fato importante acontecido em sala de aula, ele reconstrói e, ao mesmo tempo, faz uma reflexão de sua própria prática, consolidando assim a construção de um saber produzido e que não é previamente determinado. Trata-se, na verdade, de um saber que é construído na ação. Esses foram os procedimentos que propiciaram a coleta dos dados.

4.2.2.3 Os episódios de ensino

Estes foram os instrumentos de análise dos dados, que podemos caracterizar como um conjunto de cenas reunidas em diferentes circunstâncias e momentos, nos quais se destacam a incorporação de elementos representativos do processo formativo, da observação e da reflexão da prática docente (RIBEIRO, 2011). Cada episódio selecionado representou uma primeira elaboração do dado, uma vez que em sua escolha houve uma intenção de que ele possibilite revelar algo valioso no processo de análise.

Dada a grande quantidade de dados coletados, primeiramente fizemos as transcrições de todos os dados, depois fizemos a seleção dos episódios consideramos fundamentais para os participantes da pesquisa e por últimos organizamos cada episódio pelo momento de planejamento, observação e reflexão da aula. Nosso próximo capítulo é destinado a análise dos dados, no sentido de atingir os objetivos delineados para esta pesquisa.

Capítulo 5 - ANÁLISE DA ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE FUNÇÕES COM USO DO *LAPTOP* EDUCACIONAL

Neste capítulo estão apresentados e analisados os dados que foram sendo construídos durante o período em que ocorreu o nosso processo de formação, nas etapas de co-situação, co-operação e co-produção. A primeira etapa correspondeu ao contato inicial com o lócus e com o participante da pesquisa, e nele se caracterizou a prática docente do professor de Matemática auxiliado pelo uso do *laptop* educacional. Nesse momento interessou-nos perceber como o professor estava inserido no novo ambiente do UCA. A segunda etapa constituiu-se das observações das aulas e formações em serviço, sob o olhar da Teoria da Atividade. Nesse processo buscamos discutir a inserção de ações e operações no processo de planejamento das aulas e na prática do professor, em episódios de ensino de função, com o auxílio do *laptop* educacional. Já a co-produção consistiu na elaboração de conhecimentos tanto pelo pesquisador, quanto pelo professor, nos momentos de vivência das atividades de sala de aula, e na elaboração de um texto (ver apêndice) em que se relata uma experiência com o *laptop* educacional na aulas de Matemática.

5.1 Co-Situação

A etapa de co-situação aconteceu no período de setembro de 2011 a maio de 2012. Foi realizada uma visita a cada mês, na qual conversamos com o professor acerca do contexto do ensino da Matemática, suas dificuldades e possibilidades. Abordamos também a chegada do *laptop* educacional e seu potencial para a melhoria do ensino da Matemática. Expusemos a proposta da pesquisa, inclusive os elementos da Teoria da Atividade, tendo em vista perceber o interesse do professor pela participação efetiva em uma pesquisa dessa natureza. Participamos, ainda, do processo de formação dos professores, realizado pelo Projeto UCA, para trabalhar com os *laptops* educacionais. Os dados colhidos nesta fase foram registrados em diário de campo.

Consideramos este momento importante para a nossa pesquisa, pois, a partir dessa atividade, iniciamos efetivamente a busca em torno da articulação entre o desenvolvimento profissional do docente e a produção do conhecimento científico, conforme preconiza a pesquisa colaborativa. Dividimos este momento da análise por categorias, que foram surgindo a partir de nossa análise, tendo em vista prezar a riqueza e fluidez do texto. A seguir, descreveremos as categorias: Integração: uma relação de construção, o contato com o

participante da pesquisa, os conflitos começam a surgir; A Teoria da Atividade: relação teoria e prática e Caracterização da prática do professor.

5.1.1 Integração: uma relação de construção

O primeiro contato com a escola foi realizado por meio da equipe de formação UCA, na pessoa da professora Silvana Holanda. Nessa conversa inicial, buscamos informações de como obter uma aproximação com o campo de pesquisa, o que a formadora orientou para que participássemos das formações do Projeto UCA. A primeira formação da qual participamos aconteceu na CREDE 12, onde a professora Silvana nos apresentou como um estudante de Mestrado Acadêmico em Educação da UECE, interessado em realizar a pesquisa nesta escola, na área de Matemática.

Após esta apresentação, percebemos que o diretor da escola já nos conhecia como aluno da Faculdade de Quixadá. Ele afirmou que a pesquisa proposta contribuiria bastante para a melhora do ensino de Matemática da instituição. Percebemos assim a abertura do Núcleo Gestor da escola para a realização do trabalho. Consideramos este momento importante, pois, de acordo com Loiola (2004), em uma pesquisa colaborativa, o momento de integração com os envolvidos no contexto da pesquisa é indispensável, para uma aproximação com o *lócus* e os participantes da pesquisa. Após este momento, detalhamos ao diretor da escola os interesses de nossa pesquisa. A proposta é que fosse realizada no 1º ano do Ensino Médio, devido ao fato de o conteúdo de funções ter destaque no currículo desta série. Foi-nos informado que a escola tem apenas duas turmas do 1º ano, uma pela manhã e outra à tarde, com um único professor de Matemática.

Assim, percebemos que a seleção do integrante da pesquisa estava feita. Restava conhecer o possível participante e saber do seu efetivo interesse ou não na realização de uma pesquisa desta natureza. O professor de Matemática não estava presente nessa formação, mas conseguimos o seu contato de e-mail e aproveitamos também para conhecer as condições de funcionamento do Projeto UCA, possível *lócus* de pesquisa. Conhecemos a realidade da escola no que diz respeito ao uso do *laptop* educacional, por meio da fala dos docentes que ressaltaram as vantagens em relação à mobilidade, pois agora podem ultrapassar os limites da sala de aula. Na opinião dos professores, apenas com o livro o discente se limita a trabalhar de forma linear, o que coincide com a posição de Soares (2002) quando afirma que o uso exclusivo do livro impõe uma estrutura e uma sequência que controla o leitor, lançando

protocolos de leitura que definem os limites da interpretação. Os professores percebiam que o *laptop* educacional podia ser explorado na forma de hipertexto.

De acordo com Soares (2002), o hipertexto é escrito e é lido de forma multilinear, acionando-se *links* que vão trazendo telas numa multiplicidade de possibilidades, sem que haja uma ordem predefinida. Dessa forma, o estudante torna-se sujeito ativo do conhecimento, pois o hipertexto é construído pelo leitor no mesmo ato da leitura, optando entre várias alternativas propostas. É ele quem define o texto, sua estrutura e seu sentido.

Segundo os professores, com a chegada desta ferramenta a escola está conectada ao mundo digital, e as aulas se tornaram mais atrativas. Os docentes relataram ainda que o aproveitamento e a atenção dos estudantes melhoraram, e eles se sentem atraídos pelo conteúdo. Afirmam que, com este recurso, o ensino e a aprendizagem renovaram-se no cotidiano da sala de aula entre alunos e professores. A porta da sala de aula é aberta em portais da web, pois, sem sair da escola, os estudantes podem visitar museus e laboratórios das diversas áreas do conhecimento, por exemplo. Ao ultrapassarem os limites da escola, podem fotografar e filmar as paisagens da comunidade. Os professores concluem que, com o *laptop* educacional, os alunos tornam-se agentes do saber, e a escola, o lugar do invento, capaz de gerar mudanças na forma de ensinar e aprender.

Embora ressaltando as vantagens do *laptop*, os professores apontaram para algumas limitações: a lentidão da Internet que comprometia a eficiência do equipamento; e a falta de suporte para a realização do planejamento das aulas, uma vez que se tratava de inserir uma tecnologia inovadora nas práticas docentes, o que escapava à rotina com a qual os professores estavam habituados.

Estivemos também presente no encontro geral das escolas contempladas pelo Projeto UCA, ocorrido no dia 20 de dezembro 2011. Nesse momento conhecemos mais os avanços e dificuldades do nosso lócus de pesquisa. A professora responsável pelo LIE destacou a visão geral dos professores e alunos em relação à chegada do *laptop* educacional e posteriormente abordou as tarefas realizadas durante o ano de 2011 com este instrumento.



Encontro Geral das Escolas UCA

Em apresentação, a Professora do LIE retratou a percepção de alunos, em relação ao UCA. Segundo ela, para os alunos, o *laptop* abre novas portas para o saber; eles têm oportunidade de ter aulas mais diversificadas e descontraídas, explorando os conteúdos. Eles veem a Internet como uma oportunidade de novas formas de pesquisas, ampliando o conhecimento. Consideram que o projeto melhorou o seu rendimento escolar.

Podemos observar que os depoimentos de professores e alunos desta instituição convergem com os objetivos do projeto. Valente (2011) afirma que a implantação dos *laptops* enfatiza o aumento dos ganhos educacionais dos alunos, indicando para melhora nas avaliações nacionais ou internacionais; o aumento do engajamento dos alunos, no sentido de ficarem mais interessados nos assuntos escolares; a ampliação da aprendizagem para além da sala de aula, pois os *laptops* possibilitam a aprendizagem em qualquer lugar e a qualquer momento.

Pudemos observar, entretanto, que a ênfase dada por professores e alunos está ligada à ideia de que o *laptop* educacional torna a aula mais atrativa e descontraída. Nas falas não foi possível perceber que, para além da atratividade que o recurso deve proporcionar, estivesse presente a preocupação com os aspectos pedagógicos, os conteúdos e a própria estruturação da prática do professor. O uso de recursos digitais deve ser adotado na disciplina com objetivos pedagógicos bem definidos. Segundo Maia (2012), o foco deve ser o desenvolvimento de uma competência. A simples criação de um ambiente lúdico e atrativo não é suficiente para a apreensão dos conceitos, por parte dos estudantes. O que, de fato, precisa acontecer é passar da fase do encanto pelo computador portátil para a fase de utilizar

este instrumento como uma operação para criar um ambiente efetivamente motivador em sala de aula que gere uma necessidade de aprender.

É importante destacar que somente o uso de tecnologias em sala de aula não trará a melhora esperada para a educação. A proposta pedagógica, assim como o planejamento incluindo os *laptops* educacionais, é o que fará a diferença (EBERLE *et al*, 2011). A presença das tecnologias digitais na escola implica em compreender as diversas possibilidades de envolvimento pedagógico, para que a atividade de ensino se transforme em atividade de aprendizagem. Para isso, o professor precisa ser capaz de realizar uma adequada organização do ensino. Eberle *et al* (2011, p. 2) afirma que “neste sentido a formação continuada dos professores é indispensável e fundamental”.

A professora do laboratório de informática destacou o uso do *laptop* educacional, listando as tarefas realizadas com o seu apoio: a produção de textos; a exploração do EduSyst¹⁹, que consiste em um conjunto de aplicativos para a área educacional que auxilia no desenvolvimento de atividades pedagógicas e didáticas do Ensino Fundamental e Médio; a realização de pinturas digitais, no Tux Paint; visita a *sites* educativos, pesquisas e leituras de imagens virtuais; criação dos *blogs* dos professores e alunos; socialização de conhecimento: postagem de textos produzidos e as imagens feitas nos *blogs*; filmagens. Foi destacado o uso do *laptop* em aulas de Biologia, Geografia, Artes e Filosofia.

De acordo com os relatos, pudemos perceber a ausência de menção ao uso do *laptop* educacional nas aulas de Matemática. Isto contraria a visão de Borba e Penteadó (2010), que enfatizam a necessidade de o computador estar inserido no cotidiano da sala de aula de Matemática para contar, entender gráficos e desenvolver noções espaciais, por exemplo. Este fato nos causou ainda mais interesse pela pesquisa, pois Mendes (2009, p.113) afirma que “o computador exerce um papel decisivo no ensino da Matemática, nos dias atuais, em virtude das possibilidades de construção de modelos virtuais para a Matemática imaginária”. Então nos questionamos se o computador é um recurso que potencializa o ensino da Matemática e se este recurso está presente nas escolas, então porque não utilizá-lo?

No dia 19.10. 2011, mês subsequente à primeira visita, ao chegarmos à escola encontramos-nos com professores e funcionários que não estiveram presentes na primeira

¹⁹ Fonte:

http://www.metasys.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=192&Itemid=75&lang=pt

formação de que participamos, então, logo começaram os rumores de que o fiscal do UCA havia chegado. Esta visão gerou um distanciamento, que mesmo com a nossa tentativa não foi possível, inicialmente, superar o diálogo cuidadoso e formal, como se tivéssemos a intenção e o poder de fiscalizar e prejudicar alguém. Esse fato não é bom para o desenvolvimento da pesquisa, pois gera uma relação hierárquica, que, de acordo com Fiorentini (2004), é um indício de que teremos dificuldades na colaboração, pois a pesquisa colaborativa prevê uma liderança compartilhada, em que todos os membros assumem a responsabilidade de cumprir e fazer os acordos do grupo, tendo em vista seus objetivos comuns.

Além disso, vale ressaltar que, no Projeto UCA, não existe nenhum fiscal, e sim um professor-multiplicador que auxilia na formação dos membros da escola. Nesse momento, o Diretor da escola, mostrando-se mais uma vez foi receptivo, afirma: “Vamos nos unir para melhorar estes índices de Matemática”. Tal atitude é fundamental na perspectiva colaborativa, pois aproxima a Universidade da Educação Básica (TELES e IBIAPINA,2009).

A escola, lócus da pesquisa, se caracterizava por ser pequena e ter passado por reformas para se adaptar às exigências do projeto, principalmente no que diz respeito a sua rede elétrica. Tal atitude está de acordo com as afirmações de Valente (2011, p. 30), segundo o qual, “para essa mudança de abordagem ocorrer, é necessário alterar certas estruturas físicas e educacionais da escola”. Podemos perceber que o Projeto UCA não deixou apenas as máquinas na escola, mas também se preocupou com toda uma política de estruturação física e de formação dos professores.

Nesse contexto, Almeida e Prado (2011) afirmam que estamos diante de um novo cenário, cada aluno e professor passam a ter um *laptop* em suas mãos na sala de aula. A chegada do *laptop* traz novos desafios em relação à formação de professores. Ainda segundo as autoras, o foco deve centrar-se na urgência e na necessidade de preparar os educadores para atuarem com os *laptops* na prática pedagógica.

A existência do laboratório de informática da escola, equipado com máquinas fixas chamou-nos a atenção. Questionamos a finalidade de um laboratório desta natureza diante da presença dos computadores portáteis. Ao conversarmos com alguns professores, fomos informado que geralmente a conexão da Internet sem fio é lenta, chegando diversas vezes a desconectar-se, o que nos pareceu como justificativa para a manutenção do LIE neste novo modelo de informática educativa. Nada existe a esse respeito nos documentos que

regulamentam o Projeto. Apenas encontramos observações acerca da necessidade de banda larga liberada em toda a escola, mas a realidade em Quixadá, não tem sido essa.

5.1.2 O contato com o participante da pesquisa

No período em que ocorreram os encontros iniciais de aproximação com a escola, com o grupo gestor e com o colegiado de professores, mantivemos contatos iniciais com o professor de Matemática, via *e-mail*. Ele demonstrou interesse em participar da pesquisa, afirmando:

“Estou interessado em participar da pesquisa e, desde já, me disponibilizo a contribuir no que for possível”. **(Professor)**

Esse momento foi fundamental para essa prática, pois se tratava da aceitação vinda do único professor da escola que trabalhava no 1º ano do Ensino Médio. Caso tivesse havido rejeição de sua parte, a pesquisa teria que se deslocar não só de escola, como também de município, visto que Quixadá participa do Projeto UCA com apenas essa escola. Na perspectiva colaborativa, o momento em que os participantes da pesquisa se unem para alcançar uma meta comum é quando eles se mostram envolvidos e compromissados entre si (FIORENTINI, 2004). Após este contato inicial, passamos de setembro a outubro de 2011 nos comunicando por *e-mail*, o que foi gerando uma aproximação, antes de nos conhecermos pessoalmente. Esse fato ajudou no desenvolvimento da pesquisa, pois cada contato nos aproximava e gerava uma relação de parceria e confiança, além de ir aproximando os nossos objetivos, que são aspectos fundamentais na pesquisa colaborativa (IBIAPINA, 2008). Os contatos presenciais com o professor inauguraram uma nova etapa na pesquisa.



Encontro presencial

Houve também receptividade por parte do Professor de Matemática, evidenciando seu envolvimento na realização da pesquisa. Os primeiros contatos evidenciaram pontos

comuns entre o professor e o pesquisador: o gosto pela Matemática, pela informática e pela docência, além da vontade de contribuir para a melhoria da educação em Quixadá.

Sempre gostei de Matemática, percebi que através desta disciplina poderíamos ampliar nossa visão de mundo. Gosto também da parte da informática. Sou aluno do curso Engenharia de Softwares. Quero utilizar estes dois conhecimentos para trabalhar em sala de aula e quem sabe posteriormente produzir objetos de aprendizagem. (Professor, 19.10.11)

Segundo Ibiapina (2008), o momento inicial de apresentação e interação com o professor participante é fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, pois, a partir daí, começamos a construir uma relação sólida de confiança e parceria, mesmo sabendo que haverá momentos de aproximação e de afastamento. Teles e Ibiapina (2009) ressaltam que pesquisadores e educadores trabalhando conjuntamente, embora construam conhecimentos voltados para a melhoria escolar e para o desenvolvimento profissional docente, provocam conflitos, pois cada pessoa tem pontos de vista diferentes, a questão é sabermos mediar esses conflitos.

5.1.3 Os conflitos começam a surgir

Dialogamos, professor e pesquisador, acerca de como compreendíamos o atual contexto do ensino e aprendizagem da Matemática, qual nossa visão em relação ao uso das tecnologias digitais em sala de aula, as concepções de aulas motivadoras, além de concepções acerca da construção de conhecimentos científicos. Nestes momentos, tivemos pontos de vista diferentes, que classificamos como situações de conflitos, que nos levaram a refletir em como contribuir para a melhora deste contexto.

O professor posiciona-se acerca das dificuldades referentes à sua prática em sala de aula, atribuindo-as à falta de atenção e interesse em aprender, por parte dos alunos.

“Tentei fazer aulas diferentes, mas os alunos não prestam atenção, isso desestimula a gente”. (Professor)

Podemos perceber que a responsabilidade recai exclusivamente sobre os discentes, eximindo o professor de qualquer encargo. O exercício da docência não é simples e sempre existirão as dificuldades. Naquele momento, entretanto o professor não nos pareceu questionar sua própria prática, visando amenizar o problema, preferindo responsabilizar os estudantes. Ele não se colocou diante da possibilidade de os alunos não prestarem atenção às aulas de Matemática por aquilo que estava sendo ensinado não fazer sentido para eles.

O fato de os discentes não verem necessidade de aprender o conteúdo que está sendo trabalhado, pode advir, conforme Machado (1997) da forma como ensinamos, pois ela pode levar os alunos a pensar que a Matemática é uma disciplina que só serve para fazer cálculos e complicar suas vidas. Essa ideia é reafirmada nas palavras de Mendes: “matemáticos, filósofos e educadores enfatizam, cada vez mais, que a concepção de Matemática influencia decisivamente no que se ensina e como se ensina” (MENDES, 2009, p. 9). A partir desta afirmação, podemos estender as considerações, sublinhando a influência também sobre o como se aprende.

Até este momento da co-situação, onde não havíamos ainda observado a aula do professor, não era possível perceber sua concepção acerca da Matemática e de seu ensino. Entretanto, como o professor havia se referido a “aulas diferentes”, perguntamos em que elas consistiriam. O professor ressaltou que elas deveriam conter o trabalho com jogos, com o Datashow e com o *laptop* educacional. Embora reconhecendo a relevância do *laptop* como ferramenta para o ensino e capaz de tornar a aula diferente, volta a culpabilizar os alunos por não se concentrarem nas aulas e preferirem acessar *sites* alheios a elas.

O professor tem a mesma percepção veiculada na literatura acerca de que as tecnologias digitais podem potencializar o ensino de Matemática (MENDES, 2009), mas reafirma a falta de atenção dos alunos, desta vez, associando a dispersão às infinitas possibilidades que a Internet disponibiliza. É consenso que a Internet tem inúmeras possibilidades, entretanto as dificuldades na sua mediação parecem acometer o professor observado.

De acordo com Valente (2011, p. 30), os *laptops* podem ser úteis, funcionando como ferramentas para ajudar os alunos a pensar, resolver problemas e tomar decisões, contudo “os *laptops* jamais poderão ser integrados às atividades curriculares se elas continuarem explorando somente o lápis e papel para representar e explicitar os conhecimentos dos alunos”. O fato de o docente associar o uso do computador portátil a aulas diferentes está em desacordo com o que propõe o Projeto UCA, onde se preconiza que o *laptop* educacional seja um instrumento que deve estar presente em sala de aula, e não ser usado de forma esporádica.

A concepção de tornar a aula mais atrativa com o uso do *laptop* já vem sendo considerada como uma inovação conservadora há mais de uma década (CYSNEIROS,1999).

Nesta inovação conservadora, a escola apresenta mudanças apenas pela chegada dos recursos digitais, permanecendo com a mesma prática docente. É como, por exemplo, usar o *laptop* educacional em sala de aula para estudar a tabuada. Nesse contexto, Valente (2011) afirma que os computadores só fazem sentido se forem implantados para enriquecer o ambiente de aprendizagem, e, se nesse ambiente, existirem as condições necessárias para favorecer o aprendizado de cada aluno.

Segundo Maia (2012, p. 127), na sala de aula, o professor “poderia utilizá-los [recursos digitais] para acessar objetos de aprendizagem, que simulam situações-problema de Matemática através de animações”. Essa prática possibilitaria aos alunos o desenvolvimento de suas ideias, além de proporcionar acesso a diversas fontes de informação sobre o assunto pela Internet.

A intensidade na utilização do *laptop* em sala de aula também colocou pesquisador e professor em oposição. O professor afirma ter utilizado pouco o *laptop*, pois “os alunos têm muitas dificuldades em manuseá-lo; às vezes, em uma aula, eles sentem mais dúvidas de como mexer na máquina do que no próprio conteúdo” (**Professor**). Mais uma vez a responsabilidade fica para o aluno e, em lugar de utilizar mais frequentemente a ferramenta para superar essa alegada dificuldade, o professor faz a opção por utilizá-la menos.

A fala do docente, no entanto, deixa entrever outras justificativas para a pouca utilização da ferramenta:

“Conheço a parte de hardware do computador, mas em relação aos softwares, não conheço quase nenhum recurso digital para se trabalhar com o ensino de Matemática. Além disso, o laptop educacional tem pouca memória, e a tela é muito pequena”. (**Professor**)

Aqui se apresentam aspectos de dificuldades do próprio professor, além de limitações da máquina. Desta forma, podemos identificar que a pouca utilização do *laptop* não pode ser atribuída, como o fez o professor, apenas às carências de competência dos alunos. O seu pouco conhecimento de *softwares* para o ensino de Matemática limita a utilização do instrumento.

A concepção de ensino também gerou conflito entre os participantes da pesquisa. O docente demonstrava acreditar na necessidade de um momento em que o professor transfere para o aluno seus conhecimentos, cabendo a estes a prática para sedimentação do saber.

“O laptop torna a aula mais atrativa. Podemos ensinar o conteúdo e depois mostrá-lo na prática”. (Professor)

Essas divergências entre professor e pesquisador provocaram crescimento profissional de ambos, pois o olhar da Universidade e o olhar vindo da Escola Básica se modificam no embate da realidade da sala de aula, aproximando-os (IBIAPINA, 2008).

Assim, buscando solução para os problemas que haviam causado divergências, construímos a ideia de que o trabalho fosse realizado com o *software* conectado à Internet, sem precisar fazer download; ou com Objetos de Aprendizagem – OA escritos em flash, para ocupar menos espaço no computador. Para o problema do tamanho da tela nenhuma solução foi apontada, a não ser registrar como sugestão para uma possível modificação do Projeto.

Nesse mesmo processo de construção coletiva de alternativas, decidimos que havia necessidade de conhecer *softwares* e OA relacionados ao ensino de função. Este trabalho resultou na seleção do OA Grande Prêmio Funcional, ou simplesmente GP Funcional e do *software* Geogebra para serem explorados no momento de co-operação. No próximo tópico, iremos abordar conversas que tivemos sobre a Teoria da Atividade.

5.2 A Teoria da Atividade: relação teoria e prática

Neste tópico, estão analisados os diálogos que tivemos sobre a Teoria da Atividade. Foram discutidos oito textos, os autores tratados foram Barreto (2010); Leontiev (2010); Moura *et al* (2010); Lopes (2009); Moraes e Moura (2009); Moretti (2007); Sforzi (2004); e Moura (2002). Os textos selecionados tratavam de tal teoria, iniciando por elementos da sua própria estruturação até aproximar-nos da sua aplicação à Matemática. Primeiramente, o professor solicitou a contextualização deste aporte teórico. Relatamos que, na pesquisa, a proposta é que tratemos do ensino de Matemática com o uso do *laptop* educacional sob o olhar da Teoria da Atividade. Esta teoria foi desenvolvida por Leontiev, e muitos teóricos a utilizam na Educação. No ensino de Matemática, quem se tornou referência em utilizar essa teoria aqui no Brasil foi Professor Moura, da Universidade de São Paulo – USP.

O diálogo acerca da Teoria da Atividade revelou um antagonismo percebido pelo professor, entre teoria e prática. Para ele a teoria não embasa a prática de sala de aula, devendo ficar restrita aos momentos de formação. É o que se pode perceber na expressão:

“Será que realmente é possível aplicar uma teoria em sala de aula? Porque a teoria é diferente da prática”. (Professor em 19.10.11)

Embora partindo desse ponto, ao longo das discussões chegamos ao consenso de que é necessário compreender a teoria para saber no que ela pode contribuir ou não na prática. Para tomar algo próximo das orientações pertinentes à sala de aula, analisamos o que determina o plano anual de Matemática do 1º ano do Ensino Médio (2012) da escola. Nele estavam presentes duas competências e habilidades necessárias:

- 1) *Compreender a construção do conhecimento matemático como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época, de modo a permitir uma visão crítica da ciência em constante construção, sem dogmatismos ou certezas definitivas;*
- 2) *Adquirir uma compreensão do mundo do qual a Matemática é parte integrante, por meio dos problemas que ela consegue resolver e dos fenômenos que podem ser descritos por meio de modelos e representações.*

Embora tendo participado da construção do documento, o professor se mostrou resistente à concepção ali expressa. Foi por meio desse documento que se introduziram as discussões sobre a Teoria da Atividade, evidenciando que a origem do conceito de função está relacionada à necessidade de registrar fenômenos e generalizar leis e padrões (ZUFFI, 2001). Que esse conteúdo assim como toda a Matemática é produto da atividade humana (MOURA, 2002).

O professor demonstrou dificuldade na compreensão do termo Atividade. Para ele, o sentido estava vinculado às tarefas que passamos em sala de aula. As leituras levaram-no a perceber que atividade é algo que envolve os sujeitos do processo de ensino e de aprendizagem em uma perspectiva ampla de motivação. A sua ansiedade permanecia, entretanto, em como levar a teoria para as suas aulas:

“E se a gente levasse isso para a sala de aula, como seria”? (Professor em 24.02.12)

“E as categorias atividade, ação e operação, como poderemos levá-las para a sala de aula”? (Professor em 24.02.12)

Percebemos que já havia uma nova perspectiva sendo construída com o professor, pois, mesmo sem saber como, ele já admitia levar a teoria para a sala de aula. Este é um dos ganhos apontados por Teles e Ibiapina (2009), quando se vivencia a pesquisa colaborativa, pois ela articula o processo de investigação acadêmica com a formação de professores.

Corroborando com as autoras, tentamos levar este aporte teórico para a sala de aula, pois compreendemos que o professor pode organizar ações de ensino mais eficientes que outras, que oportunizem a apropriação dos conhecimentos teóricos pelos discentes, assim o docente também estará se desenvolvendo.

Em busca da compreensão do conceito de Atividade, o docente afirma: “podemos dizer que a atividade é onde você quer chegar, ou seja seu objeto”. Buscando articular a atividade dos sujeitos do processo didático – professor e aluno – ele demonstra perceber que a atividade docente deve estar vinculada com a atividade discente:

“Então pelo que pude entender, em sala de aula, nossa atividade será ensinar para que os alunos aprendam Matemática”. **(Professor em 19.04.12)**

Percebemos que o professor avançou na compreensão de como utilizar este aporte teórico em sala de aula. Sua fala vai ao encontro dos pressupostos da Teoria da Atividade, pois, de acordo com Sforni (2004), a função do professor em sala de aula é transformar a atividade de ensino em atividade de aprendizagem para o aluno. Registramos, ainda, o interesse do docente em levar a teoria para a sala de aula, superando aquela visão de que uma teoria não se aplica à prática. A preocupação do docente se transforma, buscando situar-se em como utilizar a teoria para o trabalho com os seus alunos:

“Como faremos para criar nos alunos essa necessidade de aprender Matemática”? **(Professor em 19.04.12)**

Nesse sentido, discutimos a forma rotineira que comumente caracteriza as aulas de Matemática, onde é dado o conteúdo e depois são passados exercícios de fixação. Dessa forma, os estudantes compreendem a Matemática como uma disciplina que só serve para dificultar a vida deles, que já nasceu pronta e acabada (ZUFFI, 2001). As grandes criações do mundo da Matemática e a forma como os matemáticos chegaram a elas não chegam à sala de aula. Os PCN (1998) recomendam que os alunos passem pela mesma experiência vivida pelos matemáticos em suas descobertas. Embora o professor não tivesse tal prática, concordou que essa seria uma maneira de levar os estudantes a melhor compreender os conceitos e gerar em sala de aula a necessidade de aprender.

Nesse sentido, na visão de Mendes (2009), é desafiante abraçar a complexidade e o caráter multifacetado da Matemática enquanto atividade e corpo de conhecimentos, pois se considerarmos que ela não permaneceu a mesma ao longo dos tempos, cada mudança nos seus aspectos mais essenciais a transforma constantemente em um sistema organizado, uma

linguagem, um instrumento ou uma atividade cujas perspectivas refletem as questões emergentes dos meios social, cultural, político, econômico e científico.

Para as discussões acerca das ações e operações, o professor não teve a mesma dificuldade enfrentada com o conceito de atividade. Ele já havia incorporado a possibilidade de trabalhar teoricamente em sala. As categorias da Teoria – ações e operações – referidas pelo professor, foram vistas como organizadoras do ensino em sala de aula, com uma visão articulada entre os motivos que impulsionam os sujeitos a agir, os objetivos delimitados nas ações e os meios que são as operações. “Ao compreendermos esta articulação, é possível perceber se o que planejamos para a nossa aula produz em nossos alunos a motivação necessária para atingir os objetivos propostos” (BARRETO, 2010, p.128).

O trabalho foi conduzido a partir das leituras anteriormente mencionadas e a partir do conteúdo que iríamos observar na fase subsequente – a função. Com ele se discutia a delimitação de diferentes ações com seus objetivos e os meios, isto é, as operações de que dispúnhamos para chegar a eles; além disto, o processo de transformação de uma ação em operação consciente.

A relação do novo conteúdo com o anterior é uma forma de não deixar que um conceito estudado seja esquecido, além de ser uma forma de certificarmos que o aluno efetivamente aprendeu o conteúdo anterior. (Professor em 19.04.12)

Ao longo da pesquisa, pudemos perceber uma mudança na concepção do professor, pois em nossas primeiras conversas ele acreditava que a teoria é diferente da prática; posteriormente começou a se interessar como seria possível ministrar uma aula fundamentada em um aporte teórico. Com o desenrolar da pesquisa, o docente já estava comentando aspectos da relação teoria e prática para contribuir na melhora do ensino de Matemática.

Ao término deste momento, pudemos também constatar avanços na compreensão do professor em relação à Teoria da Atividade, percebendo-a, conforme preconizam Moraes e Moura (2009), como uma perspectiva teórica que pode auxiliar na organização do ensino, de modo que o trabalho com os conteúdos de Matemática oportunize aos estudantes a sua apropriação.

5.3 Caracterização da prática do professor



Observação da aula em 03.05.12

Neste tópico, discutimos a observação de duas aulas de Matemática do professor participante da pesquisa, sobre o conteúdo de funções. Nossa intenção era observar quatro aulas nesta fase de co-situação, para caracterizar a prática do professor, entretanto, após essas duas aulas, iniciou-se o Projeto Primeiro Aprender. Trata-se de um projeto, criado pela Secretaria de Educação do Ceará - SEDUC para os alunos do 1º ano do Ensino Médio, estruturado em módulos, com a finalidade de revisar os conteúdos principais das séries finais do Ensino Fundamental. O conteúdo de funções só compõe o segundo módulo, de forma que houve uma quebra em relação à observação do tratamento dado pelo professor a esse conteúdo.

Convém lembrar que não tivemos a intenção de comparar como estava e como será a prática do professor durante e depois da realização da pesquisa, mas, na verdade, conhecer a sua prática para saber de que maneira poderíamos contribuir para o desenvolvimento do seu trabalho.

Ao iniciar a primeira aula, o docente informa que ela será dividida em dois momentos, primeiramente os estudantes irão pesquisar no *laptop* educacional sobre as contribuições de matemáticos, como Newton, Leibniz, Galileu, Descartes e Euler, para o avanço do conceito de função. No segundo momento, os discentes deveriam debater em forma de seminário sobre os achados da pesquisa. O objetivo da atividade de ensino foi mostrar para os estudantes que o conteúdo de funções, assim como toda a Matemática, é produto da

atividade humana e não nasceu pronto e acabado, porém este objetivo não foi explicitado aos alunos. Descobrimos o objetivo ao conversarmos posteriormente com o professor.

De acordo com os pressupostos da Teoria da Atividade, interpretamos a importância de que se explicita para os estudantes as *ações* e os seus respectivos objetivos pedagógicos. Com esta clareza, é possível contribuir para que, no decorrer desta ação, os alunos possam se motivar e efetivamente vivenciarem a atividade de aprender. Pois a atividade deve estar sempre direcionada a satisfazer as necessidades dos sujeitos, o que os levará a atuar e influir na sala de aula.

Para o início da tarefa com os *laptops* educacionais, o professor sai da sala e chama a professora responsável pelo LIE para abrir o armário em que os *laptops* se encontram guardados. Então, a professora do laboratório faz uma chamada para distribuir as máquinas. Este movimento tem duração de aproximadamente 20 minutos, o que altera a turma, tornando-a eufórica. O professor utiliza aproximadamente 10 minutos para conseguir retomar o foco da aula, ou seja, já são 30 minutos perdidos em sala de aula.

O fato de os *laptops* educacionais estarem trancados em um armário, em que nem o professor tem a chave, chamou-nos bastante atenção, pois os computadores portáteis não estão disponíveis a qualquer momento para os discentes como é proposto pelo Projeto UCA. De acordo com Almeida e Valente (2011), os *laptops* educacionais devem estar disponíveis para serem usados pelos alunos e professores no momento em que for necessário. Assim, torna-se evidente que as mudanças quanto ao uso das tecnologias ainda não haviam ocorrido na escola em análise.

A mudança fundamental está ligada apenas ao fato de os alunos não precisarem sair da sala de aula para ir ao laboratório de informática, pois os *laptops* estão fazendo a função de um laboratório móvel. Um dos objetivos da implantação dos *laptops* é tirar vantagem do momento em que os assuntos são tratados em sala de aula (VALENTE, 2011), e não que estes recursos sejam usados em horários agendados. Dentre os princípios pedagógicos do Projeto, descritos no documento, destaca-se a integração do *laptop* ao currículo, e não como atividade paralela (BRASIL, 2007).

Depois de toda esta movimentação, os estudantes, ao ligarem os *laptops* educacionais, perceberam que a Internet sem fio não estava conectada, então a pesquisa teve que acontecer no laboratório de informática. Alguns professores já haviam relatado que

geralmente a conexão da Internet sem fio é lenta, chegando diversas vezes a desconectar-se. Acreditamos que esse seja um dos motivos que fazem com que as escolas contempladas pelo Projeto ainda optem por continuar também com os laboratórios de informática. Convém lembrar que o Projeto UCA prevê Internet banda larga nas escolas, assim a lentidão da Internet e a desconexão é um problema técnico que está sujeito a ocorrer, mas não com a frequência em que ocorre.

Chegando ao laboratório de informática, o professor dividiu os alunos em equipes, pedindo que eles fossem aos computadores fazer a pesquisa. Nenhuma orientação foi dada para a sua realização, ou para a etapa seguinte de apresentação dos resultados, por exemplo, sugestões de *sites*, de vídeos, como poderia ser a organização da apresentação, se poderiam postar no *blog*. Surgem diversas dúvidas entre os alunos, o que os levam a participação na aula por iniciativa própria.

Mas professor o que é para fazer mesmo? (Aluno A)

Pesquisar sobre a importância dos matemáticos para o desenvolvimento de funções. (Professor)

Mas é para copiar tudo o que tem aqui no computador? (Aluno B)

Somente o mais importante. (Professor)

A ideia da pesquisa utilizando a história da Matemática é fundamental, pois, de acordo com Mendes (2009), é com base em informações fornecidas pela história que podemos criar um conjunto de fatos cognitivos, que são elaborados e praticados nos mais diversos contextos socioculturais. Nessa perspectiva, percebemos que a história passa a ter uma função decisiva na construção da realidade matemática. A partir do contexto histórico e cultural, os alunos podem compreender que o conceito de função é produto da atividade humana, ou seja, foi sendo desenvolvido a partir das necessidades de cada geração em sua época.

Contudo, a partir do diálogo acima, podemos perceber que a tarefa não havia sido efetivamente planejada. Para que o trabalho docente possa constituir-se em mediador entre o conhecimento que o estudante possui e os conhecimentos teóricos elaborados historicamente, faz-se necessária uma adequada organização do ensino (MORAES e MOURA, 2009). Quanto à utilização do computador, ainda está enraizado o seu uso apenas para cópia. Borba e Penteadó (2010) argumentam a favor do uso do computador como um recurso que possa ir além das tarefas que podem ser realizadas pela manipulação do lápis e do papel. Almeida (2000, p. 21) já se referia a esse problema, afirmando que “não se trata de uma junção da

informática com a educação, mas sim de integrá-las entre si e à prática pedagógica, o que implica em um processo de preparação contínua do professor e de mudança da escola”.

Após a pesquisa proposta aos alunos, o professor volta com eles para a sala de aula para iniciar as apresentações. O docente inicia perguntando se as apresentações estão todas prontas. Alguns alunos afirmam que não terminaram de preparar, outros dizem que têm que esperar por colegas da equipe, alguns perguntam se podem apresentar outro dia. Então o docente assim se manifesta:

Queria fazer uma aula diferente, mas já que vocês não querem não posso fazer nada. (Professor em 03.05.12)

O docente, assim como em nossas conversas sobre a percepção do ensino de Matemática, volta a responsabilizar os estudantes por não terem conseguido o que ele esperava na aula. Contudo, faltou uma reflexão sobre sua prática, pois, nesta aula, não teve planejamento para uma boa execução das tarefas. Moura (2002) destaca que o professor é o sujeito responsável por sua prática, nesse contexto, podemos organizar o ensino e torná-lo mais eficiente.

Anteriormente, o professor já havia se manifestado a respeito de que a teoria não se aplica à prática. Pudemos perceber que essa concepção estava limitando o seu exercício pedagógico, caminhando em sentido contrário ao que preconiza Moura *et al* (2010), quando preconiza que para trabalharmos com uma adequada organização do ensino, devemos recorrer à articulação entre a teoria e a prática.

Outra concepção do professor e que agora se refletiu em sua prática é relacionar o uso do computador portátil com aulas diferentes. O docente não conseguia integrar o uso dos *laptops* aos conteúdos curriculares, tratava-o como um recurso a ser usado apenas em momentos especiais. Entretanto, a mudança dessa concepção demanda articulação do sistema de ensino, além da reelaboração do planejamento (EBERLE *et al*, 2011).

Ao iniciarem as apresentações, a primeira equipe estava responsável por expor as contribuições de Newton para o desenvolvimento do conceito de funções. Contudo se deteve a falar sobre sua vida, pois disse não encontrar o que foi pedido. No início da observação, evidenciamos que o docente não explicitou os objetivos da tarefa, ou ação. Também não tentou provocar os conhecimentos prévios dos estudantes, de modo a abrir possibilidade de que eles os utilizassem como suas operações para conseguirem realizar a tarefa. Ele deixou

que os alunos descobrissem apenas orientados pela Internet, tudo o que esses matemáticos fizeram para o desenvolvimento do conceito de funções. Nesse contexto, os estudantes fugiram do tema e não pesquisaram o que foi solicitado, isso pode ser devido ao primeiro momento em que eles foram ao laboratório de informática, pois percebemos que faltou sugestões do professor sobre como realizar a pesquisa.

Apenas uma equipe socializou suas pesquisas, a turma encontrava-se desmotivada, e as demais equipes praticaram improvisos e pediram para apresentar na aula seguinte. O professor tinha planejado que as apresentações durassem o restante da aula, então, ficou sem saber como continuar a aula.

Depois de alguns minutos, pediu aos alunos para realizarem a leitura no livro didático na parte da introdução do conceito de funções. O professor ficou em silêncio, não dialogando com os alunos sobre o conteúdo. Após a leitura, alguns estudantes começaram a fazer questionamentos por iniciativa própria. Os alunos indagavam sobre os conceitos e os exemplos de funções e começaram a perguntar sobre variável dependente e independente. Depois de algum tempo em silêncio, o docente fez a seguinte indagação:

Em uma função o que podemos chamar de variável dependente e independente?
(Professor)

O professor indaga os alunos após sistematizar seus questionamentos. Este fato ocorre porque o docente não tem intenção de dar a resposta pronta aos estudantes e sim que eles reflitam e cheguem as suas próprias conclusões. Entretanto, após a indagação, os alunos ficaram em silêncio e o professor não questiona mais. Assim, o docente não atinge o seu objetivo neste momento e ainda deixa o *laptop* educacional de lado e passa a usar somente o livro didático (DANTE, 2010). Aborda exemplos sobre a relação da quantidade de gasolina que abastece um carro e o total de dinheiro gasto; sobre o lado de um quadrado e o seu perímetro. O docente ilustra que ambos os exemplos têm variável dependente e independente, pois o dinheiro que gasto depende da quantidade que abasteço, e o perímetro de um quadrado depende do valor do seu lado, observa ainda que esses valores podem variar.

Podemos perceber que o docente trabalha a questão da dependência e variância, fundamental na compreensão do conceito de função. Contudo, deixa a desejar nos questionamentos com os alunos, pois, nesse momento, poderia levar os estudantes à reflexão,

à análise e ao plano interior das ações que, de acordo com Sforni (2004), são fundamentais para a passagem do pensamento empírico para o teórico.

Um aluno pede para o docente explicar um exemplo sobre a relação distância e tempo. O professor faz a seguinte indagação:

Neste caso, qual é a variável dependente e independente? **(Professor)**

O tempo que eu gasto para chegar a um local depende da distância que esse lugar fica. **(Aluno A)**

Com este questionamento, o docente usa um conceito trabalhado anteriormente como instrumento para que os estudantes compreendam a relação de distância e tempo, outro fato importante é que o professor não responde a questão, e sim questiona os alunos, isso os leva a refletir sobre esta relação.

O professor continua dialogando com os discentes e faz outros questionamentos:

E quando falamos da variação de velocidade para percorrer uma mesma distância? Por exemplo, uma Ferrari, uma CB 300 e uma Honda pop, andando em velocidades diferentes, quem chegaria primeiro em um mesmo lugar? **(Professor)**

Claro que é a Ferrari. **(Aluno H)**

Não necessariamente, vai depender! A Ferrari pode atingir uma maior velocidade, mas, se, por acaso, ela estiver andando a uma velocidade menor que a CB 300 ou a Honda Pop, ambas podem chegar primeiro que a Ferrari. **(Aluno B)**

Então que conclusões podemos tirar? **(Professor)**

Que vai depender da velocidade de cada um. E que toda função tem variável dependente e independente. **(Aluno B)**

Podemos constatar que, a partir dos questionamentos dos alunos, o professor faz outras perguntas para tentar levá-los a refletir sobre suas ações. Nesse exemplo dado entre a velocidade da Ferrari, da moto de trezentas cilindradas (CB300) e da moto de 100 cilindradas (Honda Pop), o docente contextualiza o conteúdo de funções, e isso gerou mais interesse dos alunos nas discussões. Nesse debate, percebemos que os discentes compreenderam a relação entre variável dependente e independente e generalizaram que estas variáveis estão presentes em todas as funções.

Outro ponto que observamos é que o professor não aborda mais nada sobre as contribuições dos matemáticos para o desenvolvimento do conceito de funções. Esta foi a tarefa proposta e logo em seguida abandonada. O professor não utilizou o histórico proposto como instrumento para os estudantes compreenderem a relação de variáveis dependentes e

independentes, por exemplo, os estudos de Galileu que tratava sobre a relação de velocidade e tempo que contribuiu nos aspectos de variância e dependência.

Depois dessa discussão, o professor passa um exercício do livro didático sobre funções. Os alunos começam a conversar sobre outros assuntos, e poucos se envolvem efetivamente com a tarefa até o término da aula. Por solicitação da coordenação da escola, na próxima aula, os docentes iriam trabalhar com a apostila do Primeiro Aprender.

O Primeiro Aprender é dividido em três módulos e busca que os professores de todas as disciplinas se insiram em uma ação para melhorar o desempenho dos alunos em Português e Matemática. Conforme a SEDUC, o objetivo deste projeto é que o aluno chegue ao final do Ensino Médio com uma boa capacidade de leitura, por ser uma questão fundamental para melhorar a aprendizagem. No caso específico da Matemática, além da leitura, o projeto visa ao desenvolvimento do raciocínio lógico.

Contudo, o projeto descrito acima em seu primeiro módulo não contém o conteúdo de funções, foco de nossa pesquisa. Este módulo foi trabalhado no mês de maio e é composto por conteúdos básicos das séries finais do Ensino Fundamental, como Razão, Proporção e Regra de Três. Após uma conversa, o professor explicitou que o conteúdo de funções iria começar somente no mês de junho e nos perguntou se queríamos realmente continuar naquele mês na escola ou nos afastaríamos e retornaríamos no mês seguinte.

Enquanto pesquisador e seguindo os fundamentos de nossa metodologia escolhida, resolvemos ficar e colaborar mesmo não sendo o nosso objeto de estudo. Visou-se com isso não permitir que ocorresse corte na produção da relação que deve ser estabelecida na fase da co-situação. Foi neste período que ocorreu a nossa maior aproximação com o professor e realmente se constituiu uma relação de confiança, fundamental na perspectiva colaborativa. Após este período iniciou-se a segunda etapa da pesquisa colaborativa.

5.4 A Co-operação

Nesta seção apresentamos os elementos relativos à fase de co-operação vivenciada entre o professor e o pesquisador. Esta fase da pesquisa ocorreu nos meses de junho a setembro de 2012, durante cinco semanas com duas aulas semanais. A dinâmica vivenciada e que se buscou evidenciar constituiu-se de: planejamento, observação e reflexão acerca da aula, para reiniciar com novo planejamento. Cada aula foi planejada em conjunto –

pesquisador e professor – visando à produção de motivação em sala de aula para que os alunos aprendessem função, sempre tomando por base as principais categorias da Teoria da Atividade; em seguida dava-se a observação da aula, e registro dos elementos no diário de campo; finalmente realizava-se uma sessão de reflexão acerca do momento considerado mais importante pelo professor e daquele considerado mais importante pelo pesquisador. Teles e Ibiapina (2009) afirmam que este momento aproxima a pesquisa científica da escola, logo, viabiliza a aproximação entre teoria e prática. Este modelo de pesquisa dá destaque à prática, na formação dos participantes e na produção do conhecimento científico, além de possibilitar, entre outras situações, o envolvimento do professor e do pesquisador no processo de construção do conhecimento.

Dada a profusão de dados coletados, eles foram estruturados em três episódios: 1) conceito de função; 2) o conceito de gráfico da função afim através do OA GP Funcional; 3) O uso do Geogebra na interpretação de gráficos da função afim.

Episódio 1: O conceito de função

Este episódio aconteceu no dia 02.08.12, foi realizado planejamento, observação e reflexão referentes a duas aulas. A partir da necessidade da pesquisa em abordar os pressupostos da Teoria da Atividade em sala de aula, iniciamos uma discussão sobre quais elementos poderiam contribuir para a aprendizagem dos alunos, em uma proposta de ensino. Organizamo-nos a partir do nosso foco, ou seja, do conteúdo de funções.

No planejamento, debatemos com o docente os aspectos mais gerais sobre a organização do ensino, como o trabalho na sala de aula em equipe, pois percebemos na caracterização de sua prática que já era uma cultura do professor e dos alunos trabalhar em grupos, então abordamos este aspecto por ser uma prática importante de acordo com os pressupostos teóricos da Atividade. Abordamos também neste momento a importância de explicitar os objetivos pedagógicos para os alunos, posteriormente conhecemos alguns repositórios educacionais e selecionamos *softwares* e OA para se trabalhar funções, por último planejamos as aulas e discutimos a respeito do conceito de função.

Sobre a organização dos alunos na sala de aula em grupos, o docente afirma que costuma trabalhar dessa forma e relata a importância:

... nestes momentos ocorrem uma construção coletiva de soluções, tanto nos grupos, quanto entre os grupos, embora em alguns momentos ocorram conversas paralelas que não estão relacionadas ao conteúdo. (Professor)

De acordo com Moretti (2007), o trabalho em equipe é importante por permitir a interação entre o sujeito com o grupo, ao passo que proporciona uma experiência de aprendizagem de cunho coletivo. Nesses momentos ocorre a reflexão, onde os alunos tomam consciência da própria ação.

Quanto à importância de se explicitarem os objetivos para os alunos, o professor afirmou:

Não tenho esse costume, mas acho uma ideia legal para fazer daqui para frente, mesmo sabendo que isso não mudará em nada para os alunos. (Professor)

O docente demonstra que não vê importância em explicitar os objetivos pedagógicos em sala de aula. Ele parece aceitar a ideia de explicitar os objetivos mais para acatar o que foi discutido do que por estar efetivamente convencido de tal necessidade. Entretanto, em sala de aula esta é uma prática importante, pois fica explícito para os alunos o que eles devem aprender em cada momento.

No período de co-situação, constatamos que o *laptop* educacional raramente estava sendo utilizado. Este fato acontecia principalmente porque o professor desconhecia *softwares* e OA para o ensino de Matemática. A partir dessa realidade selecionamos alguns *softwares* e OA para trabalhar com funções e conhecemos repositórios educacionais que contêm estes recursos.

Não conheço este tipo de recurso [OA]. (Professor)

Dialogamos que são recursos digitais, disponíveis na Internet, de fácil acesso, e como o próprio nome sugere são utilizados para a aprendizagem. Alguns tipos de OA são: animação ou simulação; áudio; experimento prático; hipertexto; imagem; mapa; *software* educativo e vídeo. Após este momento, fomos conhecer alguns portais de acesso em que podemos encontrar os objetos de aprendizagem.

- 1) O **Portal do Professor** (MEC) é um repositório de recursos educacionais digitais; planos de aula e ferramentas para interação com outros professores, com foco na Educação Básica e Profissional. O endereço é: <portaldoprofessor.mec.gov.br/>

- 2) A **Rede Interativa Virtual de Educação - RIVED** (SEED/MEC) é um repositório de OA para o Ensino Fundamental, Médio, Profissionalizante e Superior. Os OA da RIVED acompanham um *Guia para o Professor*. O endereço é: <rived.mec.gov.br/>
- 3) O **Banco Internacional de Objetos Educacionais – BIOE** (MEC e Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT) é um repositório com OA da Educação Infantil ao Ensino Superior e outras modalidades de ensino. Para o Ensino Superior, na área das *Ciências Exatas e da Terra* existem: 2168. O endereço é :
<objetoseducacionais2.mec.gov.br/>
- 4) O Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem - **PROATIVA**, da Universidade Federal do Ceará – UFC, tem por objetivo desenvolver atividades multimídia, interativas, na forma de animações e simulações que têm a ideia de quebrar o conteúdo educacional disciplinar em pequenos trechos que podem ser reutilizados em vários ambientes de aprendizagem, possui disponível o Projeto Primeiro Aprender Digital. O endereço é:
<proativa.vdl.ufc.br/oa.php?id=0>

Depois de conhecer esses repositórios, o professor relata o seguinte:

Agora o problema não é mais falta de opção! (Professor)

.Neste momento, constatamos uma contribuição da pesquisa para o processo formativo dos envolvidos. De acordo com Ibiapina (2008) este fato é fundamental que ocorra em uma perspectiva colaborativa. O planejamento da aula foi realizado de forma conjunta, entre professor e pesquisador, conforme está descrito a seguir:

| Objetivo | Conteúdo | Metodologia | Avaliação |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| Compreender o conceito de função. | Introdução ao conceito de função. | Exemplos citados pelos alunos de situações de funções aplicadas a vida cotidiana, abordando as ideias de variável dependente e independente. Uso do Primeiro Aprender Digital como instrumento de leitura e interpretação de situações – problemas, trabalhando os | Participação dos alunos nas atividades; Trabalhos em equipe. |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>conceitos de domínio, contradomínio e imagem da função.</p> <p>Utilização do <i>laptop</i> educacional como meio para trabalhar com ferramentas de manipulação virtual, com seus links no blog, http://www.glaubertoi.blogspot.com.br.</p> | |
|--|--|---|--|

Após elaborarmos o plano de aula para este episódio, discutimos sobre o conceito de função. Que foi criado e desenvolvido a partir da atividade humana, sua origem se deu a partir da necessidade do homem em resolver problemas. Nesse contexto, o docente demonstra perceber a função de uma forma diferente do que estava habituado a realizar:

O conceito de função é produto de uma união de fatores históricos e sociais e não foi criado já com uma formalização. Por isso que na aula irei fazer a mediação para levar os alunos a formalizarem seus conceitos. (Professor)

Evidenciamos que a compreensão do professor em relação ao conceito de função, vai ao encontro das ideias abordadas por Caraça (2000). Este autor destaca o movimento histórico e a necessidade de produção de conhecimento para a formalização do conceito de função, afirmando que este conteúdo é um organismo vivo, impregnado de condição humana e subordinado às grandes necessidades do homem.

Debatemos também sobre os aspectos de variável dependente e independente como fundamentais para a compreensão do conceito de função e as três partes componentes de uma função $f: A \rightarrow B$, um conjunto A, chamado o **domínio** da função, ou o conjunto onde a função é definida. Um conjunto B, chamado o **contradomínio** da função, ou o conjunto onde a função toma valores, e uma regra que permite associar cada elemento $x \in A$, um único elemento $f(x) \in B$, chamado o **valor** que a função assume em x.

Em qualquer função existe a relação de dependência e variância. Podemos relacionar a variável independente com o domínio e a variável dependente com o contradomínio e esse valor que a função assume é a imagem, ou seja, um subconjunto do contradomínio. (Professor)

Entendemos que neste momento a relação feita pelo professor visa responder a necessidade de organização do ensino. Essa necessidade se objetiva no motivo da atividade na

qual o professor se encontra, ou seja, na elaboração de propostas de ensino que possam propiciar condições de aprendizagem aos alunos (MORETTI,2007).

O professor inicia a aula pedindo para os discentes para se dividirem em quatro equipes. Solicitou que relacionassem uma situação onde usam funções no cotidiano e depois que cada equipe postasse em seu blog, pois assim poderiam socializar o conhecimento não somente na sala de aula, mas para o mundo e ainda ficariam como arquivos para fontes de pesquisas posteriores. Explicita o objetivo da aula para os estudantes, que é compreender o conceito de função. O docente dá tempo para a reflexão das equipes, neste momento fica circulando nos grupos e também participa das discussões, sempre fazendo indagações.

Onde podemos encontrar funções em nosso dia – a dia? (Equipe 1)

Será que realmente as funções estão presentes em nossas vidas? (Professor)

Achamos que sim, vamos procurar saber onde. (Equipe 3)

Notemos a importância atribuída pelo professor para a organização do ensino, pois para iniciar o conteúdo, toma como base as vivências dos alunos com o conceito de função e expressa o objetivo da aula. Este fato pode ser considerado um avanço na pesquisa e na prática do professor. Tendo em vista que no momento de co-situação, na primeira caracterização de sua prática, percebemos que este não explicitou os objetivos em sala de aula e posteriormente nos momentos de formação relatou que mesmo achando uma ideia interessante não percebia influência no decorrer da aula.

Segundo Ribeiro (2011), estes elementos presentes na organização do ensino tornam-se objeto de conscientização à medida que os alunos passam a perceber o conteúdo estudado como resultado de necessidades humanas de aprimoramento da realidade. Tais elementos permitem o sujeito entrar em atividade.

O professor utiliza os conhecimentos espontâneos dos alunos, sobre a utilização de funções no dia-a-dia, como instrumento, para a partir deles buscar conectar o aluno com o conceito de função, levando-os a avanços em sua compreensão. Como instrumento utiliza o *laptop* educacional, para o debate no blog. Percebemos que o *laptop* educacional não está mais no armário e sim disponível nas carteiras para ser usado no momento em que for necessário, indo de acordo com o que o Projeto UCA. Isto sugere que os computadores portáteis deixaram de ser usados em momentos pontuais durante o período letivo, para

tornarem-se ferramentas didáticas constantes e presentes dentro da sala de aula. A seguir está exposta a socialização das equipes.

*Quando abastecemos uma moto, o **preço** que pagaremos **depende** da **quantidade de gasolina** que colocaremos. (Equipe 1, grifos nosso)*

*O **tempo** que levaremos para chegar ao centro de Quixadá **depende** da **velocidade** que iremos. (Equipe 2, grifos nosso)*

*A **colheita** de milho **depende** do **inverno**. (Equipe 3, grifos nosso)*

*Nossa **nota** na prova de Matemática **depende** do número de **questões** que acertaremos. (Equipe 4, grifos nosso)*

Os alunos se sentiram motivados a explicitarem seus conhecimentos espontâneos do conceito de função, em suas explanações as equipes explicitam sempre duas variáveis e a relação de dependência, que são fundamentais na compreensão deste conceito. De acordo com os pressupostos da Teoria da Atividade, o trabalho desenvolvido em equipe, através de uma adequada mediação, possibilita contribuições significativas para os alunos, na perspectiva de sua formação para a reflexão, a análise, a socialização e negociação de ideias, a elaboração própria e a formulação de problemas, chegando à planificação de suas ações.

Nesse contexto, Sforzi (2004, p. 95) destaca que o desenvolvimento psíquico do indivíduo à medida que participa de uma atividade coletiva lhe traz novas necessidades e exige novos modos de ação. “É a sua inserção nessa atividade que abre a possibilidade de ocorrer um ensino realmente significativo”. Nessa perspectiva, com uma mediação intencional a atividade coletiva é caminho para a atividade individual do sujeito, ou seja, a atividade que favorece o desenvolvimento psíquico do aluno.

A seguir o docente chama a atenção das equipes e discute a respeito de que conclusão é possível tirar dos exemplos anteriores postados no blog.

O preço que pagaremos depende da quantidade de gasolina. (Equipe 1)

Em uma função existe uma variável dependente e independente. (Equipe 2)

Que usamos função no cotidiano. (Equipe 3)

Sempre existem grandezas variando. (Equipe 4)

Neste momento, o professor leva os alunos a refletir sobre o conceito de função, ou seja, a tomar consciência da própria ação. Segundo Sforzi (2004) a consciência da ação, ocorre pela reflexão, fazendo parte da atividade de aprendizagem.

O que as equipes 2 e 4 falaram será que vale para toda função? Ou para o exemplo que elas relataram? (Professor)

Valem para todas as funções. (Equipe 4)

Notemos que as equipes 2 e 4 generalizam um caso específico para todos os casos de funções. A partir desta observação o professor faz mais questionamentos, para ter certeza se as equipes tomaram consciência de suas ações. A generalização rompe os limites da situação específica, dessa forma transfere o conhecimento adquirido para toda uma classe de problemas análogos, realizando-se assim o papel da análise.

De acordo com Bruner (1984, p. 130), a percepção da ação é a primeira condição para a generalização, ou seja, o processo de análise depende da reflexão. “Uma notável característica das estratégias, uma vez dominadas, é que podem ser aplicadas a uma extensa variedade de circunstâncias, sendo sua regra fundamental genérica, com respeito aos estímulos que são relevantes e às respostas que são admissíveis”.

A formalização de que em uma função existe uma variável dependente e outra independente, é um passo fundamental para a compreensão deste conceito. Após este momento, o docente inicia o trabalho com o Primeiro Aprender Digital. Percebemos que este recurso foca a característica multimidiática, ou seja, podem ser trabalhados com áudios, vídeos e imagens, o que proporciona atividades que ultrapassam a “era do papel e lápis”. O professor começa explorando esta aula com um vídeo que aborda a relação do consumo de energia e o valor que teremos que pagar ao fim do mês.

Figura 2



Vídeo sobre funções²⁰

²⁰ Convém ressaltar que as imagens geradas foram tiradas do *laptop* educacional, isto demonstra a limitação da tela deste recurso.

O que acontece se o consumo de energia aumentar? (Professor)

O valor que pagaremos também aumenta. (Equipe 2)

O que isto significa? (Professor)

Que o valor que pagaremos ao fim do mês depende da quantidade de energia que consumimos. (Equipe 4)

Show de bola! A relação de variável dependente vale para todas as funções. (Equipe 1)

O conteúdo de função é muito massa! (Equipe 3)

O professor utiliza como ferramenta um vídeo para dar base aos alunos na realização da operação de variância e dependência. Evidenciamos um clima motivacional muito bom em sala de aula e que os alunos compreenderam este conceito e ainda complementaram relatando que as funções estão presentes em toda parte. Através de uma pesquisa na Internet perceberam este conceito em alguns fenômenos físicos e biológicos. Chamamos atenção também para a motivação das equipes 1 e 3 com o conteúdo, isto demonstra que o docente está gerando Atividade em sala de aula. A seguir está exposta uma tarefa do Primeiro Aprender Digital que relaciona o preço de um tecido com a quantidade de metros comprada.

Figura 3

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying www.proativa.vdl.ufc.br/primeiroaprender/curso_matematica/aula41/programacao/03.htm. The page content includes the heading "ENTENDENDO AS IDEIAS" and a text box explaining that a table below shows two dependent variables: length and price. The table is as follows:

| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Comprimento (m) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Preço (R\$) | 12,00 | 24,00 | 36,00 | 48,00 | 60,00 |

Varição de preço de um tecido por metro

Figura 4

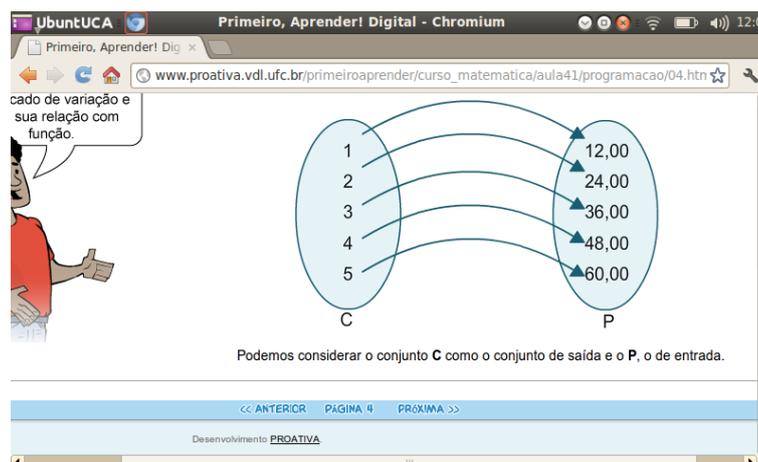


Diagrama de flechas

O professor através da aula digital trabalha também com outro tipo de representação, o diagrama de flechas. Relaciona com os alunos que eles compreenderam que a função tem duas variáveis que uma depende da outra, então neste caso específico, o valor que pagarei depende da quantidade de tecidos que eu comprar. Sendo assim pede para os estudantes calcularem o valor a ser pago por 30 metros do tecido. Disponibiliza tempo necessário para as equipes pensarem e discutirem entre si e solicita que as equipes criem estratégias para resolver a questão.

Utilizamos o raciocínio lógico. Se 3 metros deste tecido custa R\$ 36,00 então 30 metros custa R\$ 360,00, é só aumentar 10 vezes o valor. (Equipe 1)

Utilizamos regra de três. Se 1 metro está para R\$ 12,00 então 30 metros está para quanto? Resolve a regra de três e encontra o valor. (Equipe 2)

Utilizamos a multiplicação. Multiplicamos 30 por 12. (Equipe 3)

Há! Então podemos pegar qualquer valor e multiplicar por 12 que dá certo. Fizemos assim também. (Equipe 4)

Como assim, qualquer valor que dá certo? (Professor)

Se pegarmos $12x$ encontraremos y . (Equipe 4)

Por que isso acontece? (Professor)

Porque toda função tem uma lei de formação. (Equipe 3)

Evidenciamos, que para o professor o que interessa é a estratégia e o procedimento utilizado na questão, o docente adota uma postura questionadora, mesmo quando a resposta da equipe está de acordo com o esperado, tanto para saber todas as maneiras possíveis de resolução feitas pelos alunos, quanto para que cada equipe explicita o porquê de suas ações. Nessa perspectiva, o docente está levando os estudantes a refletirem

sobre suas ações. Segundo Sforni (2004) a reflexão é um dos componentes essenciais na passagem do pensamento empírico para o teórico.

A equipe 1 usa uma estratégia de raciocínio, percebe que três metros do tecido custa trinta reais, então trinta metros são dez vezes o valor. A equipe 2 resolve por regra de três, que foi um conteúdo abordado no primeiro módulo da apostila do primeiro aprender e o professor utilizou como instrumento quando estava passando nos grupos e discutindo as formas de resolução desta questão. A equipe 3 utiliza a multiplicação para resolver a tarefa, que por sua vez foi o mesmo método utilizado pela equipe 4, este fato ajudou a última equipe, a generalizar, ou seja a criar um lei geral para esta função.

Evidenciamos que o professor através de sua mediação, levou os alunos a criarem estratégias para resolver a tarefa, refletir sobre a sua resolução e por último generalizar este conceito. Moura (2002, p.159) considera a importância de estar atento às particularidades dos conteúdos que se objetiva ensinar, de modo a orientar as ações e operações específicas para o seu desenvolvimento. Nesse contexto é preciso compreender que “o modo de se conhecer certos conteúdos é quase que perseguir um modo de construí-los e, sendo assim, envolve ações educativas que se diferenciam umas das outras”.

Evidenciamos que o professor em atividade de ensino, busca a ação de motivar os alunos, utiliza a operação de dedicar atenção aos estudantes. Colocava-se como um membro do grupo, sempre dialogando com os alunos, seja a respeito do conteúdo, ou em momentos de descontração conversava sobre assuntos de interesse particular dos estudantes.

Notemos que neste episódio, assim como nos outros selecionados, o professor consegue produzir motivação em sala de aula. Nessa perspectiva, a atividade é *ensinar e aprender Matemática*. Neste momento, para desencadear o ambiente propício, motivador para que compreender o conceito de função se torne efetivamente uma atividade para os estudantes, o professor elege as *ações* de 1) *motivar os alunos*; 2) *orientar trabalhos em grupos*; 3) *caracterizar os conhecimentos espontâneos dos alunos em relação ao conceito de função*; 4) *propor exercícios*; 5) *debater a resolução dos exercícios*; 6) *questionar as dúvidas dos alunos*; e 7) *dedicar atenção aos alunos*. Os estudantes para concretizar a atividade de aprender Matemática, realizam as ações propostas pelo professor, assim como expõem suas ideias sobre o conceito de função, resolvem a tarefa do Primeiro Aprender Digital, discutem a resolução nas equipes e posteriormente socializam com toda a turma, gerando assim uma

tomada de consciência da ação, que fica explícita a concretização das atividades realizadas em sala de aula.

No momento de reflexão sobre este episódio, evidenciamos que em alguns momentos a aula não ocorreu como planejado. Podemos elencar como exemplo o fato de o professor não abordar os conceitos de domínio, contradomínio e imagem. No decorrer das aulas é natural que sejam feitas adaptações ao plano inicial, pois existem inúmeros fatores que podem interferir em um plano de aula. Nesse sentido, o docente comenta:

O debate sobre variável dependente e independente estava tão envolvente, que não deu tempo abordar os conceitos relativos a domínio, contradomínio e imagem. Mas como os alunos compreenderam os conceitos abordados, poderemos utilizá-los para abordar os novos conceitos. (Professor)

Caraça (2000) já relatava que no decurso de uma ação pode surgir o inesperado, ou seja, um fator que não havia sido considerado se revela. O inesperado, apesar de não poder ser previsto, pode ser desencadeador da mobilização de novos conhecimentos. Pode acontecer em uma aula que o planejado não seja totalmente executado, como aconteceu neste momento. Pudemos evidenciar a consciência do professor que não deu tempo trabalhar estes conceitos, mas podem ser trabalhados em outros momentos, outro fato que nos chamou atenção foi o seu nível de apreensão em relação à aplicação dos fundamentos da Teoria da Atividade, ao relatar que pode usar o conteúdo ensinado como um instrumento para ensinar os novos conceitos.

Questionamos também sobre a necessidade de utilizar o Primeiro Aprender, quanto a isso o docente afirma:

Temos um programa a cumprir (Professor)

Evidenciam-se assim dificuldades em adaptar as amplas possibilidades abertas através do uso do *laptop* educacional ao que continua a acontecer na sala de aula, diante de um currículo rígido a ser seguido. Neste caso específico foi possível, devido ao material que estava sendo trabalhado estar disponível também em meio digital. Entretanto, este fato fica para uma reflexão dos pesquisadores que compõem o Projeto UCA, para tentarem uma articulação com os órgãos responsáveis pela formulação do currículo escolar e pensarem também sobre uma alteração neste atual modelo. Em relação ao momento mais importante da aula, o professor relata que foi:

“Quando solicitei para os estudantes refletirem sobre os exemplos de funções citados no cotidiano”. (Professor)

No momento abordado pelo professor, evidenciamos a presença da reflexão e da análise (generalização). Esta primeira capacidade psíquica ocorreu quando os alunos tiveram tempo para refletirem sobre situações de funções presentes no dia-a-dia da sociedade. Segundo Sforzi (2004) a tomada de consciência e a apreensão são formações fundamentais em sala de aula, sob as quais a atividade de ensino se concretiza em atividade de aprendizagem. A segunda capacidade aconteceu no instante em que os estudantes constataram os aspectos de variância e dependência para toda a classe das funções, assim generalizaram o conceito. Ainda de acordo com a autora, o processo de análise depende da reflexão, a percepção da ação é a primeira condição para a generalização, assim os alunos podem transferir um conhecimento específico para toda uma classe de problemas equivalentes. O pesquisador relata que o momento que considerou mais relevante foi:

“Quando o docente criou condições para que os estudantes discutissem sobre as diferentes estratégias e procedimentos para a resolução da tarefa”. (Pesquisador)

Em relação ao momento elegido pelo pesquisador, o professor considera que mais importante do que olhar somente para o resultado final é o debate sobre diferentes estratégias na resolução de uma tarefa. Assim os alunos refletem sobre suas ações o que fica explícito que ocorreu aprendizagem.

Evidenciamos que o momento escolhido pelo professor e pelo pesquisador, foram situações que ficaram evidentes a atividade de aprendizagem. Este fato vai ao encontro do que sugere a pesquisa colaborativa, pois de acordo com Ibiapina (2008) neste método de pesquisa os objetivos do pesquisador e do professor devem se aproximar. No momento escolhido pelo docente os alunos conseguiram generalizar um conceito e no momento selecionado pelo pesquisador os alunos ao discutirem as estratégias de resolverem uma tarefa, refletem e conseqüentemente tomam consciência da própria ação.

De acordo com Ibiapina e Ferreira (2005) a colaboração é um empreendimento complexo que leva tempo para ser apreendido. Para sua concretização é indispensável à condução de ações formativas que possam auxiliar o professor a valorizar o pensamento do outro e a construção de um ambiente de discussão, de autonomia e de respeito mútuo. Na visão de Leontiev (1978), o discurso exteriorizado desempenha um papel central no processo colaborativo voltado para a formação de conceitos.

Episódio 2: O conceito de gráfico da função afim através do OA GP Funcional

O episódio analisado ocorreu nos dias 09.08 e 23.08.12, com a duração de quatro aulas. No planejamento, debatemos com o professor aspectos gerais sobre a organização do ensino, por perceber, no decorrer da pesquisa, que era um dos aspectos de mais fragilidade da prática docente. Inicialmente avançamos no debate da inserção de ações e operações nas aulas de Matemática. Em seguida, abordamos a importância dos questionamentos durante o ensino do conteúdo. Posteriormente exploramos o OA GP Funcional do Proativa, que trabalha função afim, por último organizamos as aulas e discutimos a respeito do ensino de função afim com tecnologias digitais.

Na discussão acerca das ações e operações no cotidiano da sala de aula, com base nos estudos, foi possível constatar que a primeira, quando consciente, passa para o nível das operações também conscientes, permitindo ser automatizada e ao mesmo tempo controlada pelo sujeito (SFORNI, 2004). Este foi um momento de desenvolvimento tanto do pesquisador, quanto do professor. Ambos em atividade colaborativa chegaram à compreensão do conceito desta perspectiva teórica.

Uma vez dominado o conceito de função afim, esse passa a ser utilizado na definição e interpretação de gráfico. Essa mobilidade não ocorre se o conceito de função afim for apenas memorizado mecanicamente. (Professor em 09.08.12)

O professor demonstra progresso na compreensão sobre como utilizar os pressupostos da Teoria da Atividade em sala de aula, mostrando a superação de sua concepção inicial acerca da incompatibilidade entre teoria e prática na sala de aula.

Na discussão acerca da importância dos questionamentos colocados pelo professor a seus alunos, o professor assim se expressa:

Temos que questionar os alunos e não dar a resposta, além de ser necessário valorizar o procedimento e não olhar somente para o resultado final. (Professor em 09.08.13)

O professor demonstra valorizar o que é ressaltado por Sforini (2004, p. 133), “a explicitação, pelos alunos, das razões de determinadas ações é um momento de “tomada de posse” da própria ação, um momento fundamental e direcionador da aprendizagem de conceitos científicos em relação à aprendizagem de conceitos espontâneos”. Ainda de acordo com a autora, a ênfase no resultado correto, sem momentos para deduções, faz com que as tarefas escolares sejam realizadas sem que a aprendizagem efetivamente ocorra.

Após estas discussões mais gerais, sobre a utilização da Teoria da Atividade nas aulas de Matemática, exploramos o OA GP Funcional. A partir da manipulação conjunta, o professor passou a conhecer o recurso como ferramenta para o ensino do gráfico da função afim e dos seus coeficientes. Ele fez proposta de estratégia preliminar de exploração do recurso junto aos alunos:

Podemos deixar os alunos manipularem livremente os coeficientes e perceberem o comportamento da reta no gráfico. Para depois, formalizarem seus próprios conceitos (Professor em 09.08.12)

Ao permitir que os estudantes manipulem livremente os coeficientes e formalizem seus conceitos, o professor insere os alunos na aula como sujeitos ativos do conhecimento. Segundo Vygotsky (2002) esta é uma característica essencial para se concretizar a aprendizagem. Neste momento evidenciamos contribuições no processo formativo do professor e também do pesquisador, pois juntos aprenderam a manusear este OA e criaram estratégias para abordar o conteúdo de função afim.

Como estávamos trabalhando *online* conseguimos agregar mais uma ferramenta ao trabalho. Encontramos no ambiente um Guia do Professor com sugestões para trabalhar com o OA em sala de aula. Foi possível verificar que o OA pode ser utilizado *online*, deixando livre a memória do *laptop* educacional, ou fazer o *download*, pois o OA ocupa pouco espaço na memória.

Figura 5



Tela inicial do OA GP Funcional

A seguir observemos a fala do professor quanto a esta questão.

Resolvemos o problema de memória do computador! Agora vou poder trabalhar de fato com o laptop em sala de aula. (Professor em 09.08.12)

O professor que pouco usava o *laptop* educacional nas aulas de Matemática, agora está manifestando a ideia de usá-lo efetivamente. Voltamos para a questão abordada por Fiorentini e Lorenzato (2009), ao afirmarem que equipar as escolas com tecnologias digitais não é complicado, a questão é formar profissionais para utilizá-las com eficácia em sala de aula. Embora o Projeto UCA contemple esta formação um dos aspectos que o professor relatou sentir carência, foi a falta de oficinas mais específicas para as disciplinas e de um acompanhamento no planejamento das aulas, para de fato inserir a tecnologia no contexto de sala de aula.

O planejamento da aula que foi realizado de forma conjunta, entre professor e pesquisador, está descrito a seguir:

| Objetivo | Conteúdo | Metodologia | Avaliação |
|--|-----------------|--|---|
| Identificar a representação algébrica e gráfica da função afim; Reconhecer através do gráfico, uma função afim: crescente, decrescente e constante. | Função afim. | Uso do OA GP Funcional como recurso para os estudantes manipularem livremente os coeficientes a e b , discutirem como a reta se comporta no gráfico e formalizarem o conceito. | Participação dos alunos nas atividades; Trabalhos em equipe. |

Após elaborarmos o plano de aula para este episódio, discutimos como deveria ser a abordagem do conceito de função afim com o uso deste recurso.

Explicarei o conceito e depois utilizarei o OA para praticar. (Professor em 09.08.12)

Percebemos que a ideia do docente em relação ao ensino do conteúdo de função afim permanece atrelada a ensinar o conceito e praticar com o *laptop* educacional. O professor

não percebe que com esta postura ele contraria o que foi planejado. Conforme a metodologia acordada, o professor deveria levar os alunos a formalizarem o conceito como um corolário da discussão e não iniciar a aula já com a definição, conforme sua afirmação. De acordo com Moretti (2007) o professor em atividade de ensino deve propor uma situação-problema antes de ensinar o conceito, comparar as soluções dos alunos com o desenvolvimento histórico do conceito e favorecer a troca de informações entre os grupos. Nessa perspectiva, segundo Moura (2002, p. 160)

Uma didática que proporciona o desenvolvimento da educação matemática é aquela que reconhece as particularidades do desenvolvimento da matemática na organização de atividades de ensino. A aprendizagem dos conteúdos é acompanhada de uma aprendizagem de procedimentos sobre os processos de apreensão e construção de conhecimentos. Isto poderá ser concretizado em atividades de ensino que nascem de uma necessidade de aprender desencadeada por situações-problema que possibilitem os sujeitos agirem como solucionadores de problemas: definindo ações, escolhendo os dados e fazendo uso de ferramentas que sejam adequadas para a solução da situação posta.

Em relação ao uso do *laptop* educacional, a visão do professor ainda se prende à prática do conteúdo ensinado. Isto é uma visão limitada, pois este instrumento deve ir bem além do que somente praticar o conteúdo de função afim, deve oportunizar a convergência de outras mídias, tais como imagem, áudio ou vídeo, por exemplo. Um dos objetivos dos computadores portáteis nas escolas é o de possibilitar “aprender pela interação em redes sociais e desenvolver novas competências e habilidades exigidas pela sociedade atual, descortinando novos e promissores horizontes nas escolas” (BRASIL, 2007, p. 10).

O professor ressalta a importância do uso do OA, principalmente por ele permitir o trabalho com as representações algébricas e gráficas concomitantemente. Sua fala expressa essa concepção:

É importante para a aprendizagem dos estudantes perceberem que um gráfico representa uma função afim na forma algébrica e vice-versa. Vamos trabalhar estas duas representações de forma conjunta, daí a importância do objeto de aprendizagem. (Professor em 23.08.12)

Segundo Borba e Penteado (2010) no ensino deste conteúdo é necessário abordar diferentes representações para uma mesma função. Nesse contexto, os estudantes passam a coordenar representações, que é uma competência fundamental na aprendizagem deste

conceito. Essa abordagem ganha força no GP Funcional que gera gráficos vinculados a expressões algébricas.

Uma vez encerradas as discussões acerca do planejamento, passamos para a fase de vivência da própria aula. O professor iniciou a aula explicitando os objetivos – ou *ações* – para os alunos, quais sejam: a) *identificar a representação algébrica e gráfica da função afim*; e b) *reconhecer através do gráfico, uma função afim: crescente, decrescente e constante*. Após este momento, o docente aborda como instrumento os fundamentos históricos sobre o desenvolvimento do conceito de função, para trazer à tona questões sobre a necessidade da humanidade em relacionar grandezas variáveis, como por exemplo, a velocidade e o tempo. Abordou também o desenvolvimento da Geometria Analítica, assim as funções puderam ser representadas na forma algébrica e gráfica. Ao utilizar como instrumento a história do conceito de função, que já tinha sido trabalhada anteriormente em sala de aula, o professor percorreu um caminho na direção do desenvolvimento do conhecimento como produto da atividade humana (MOURA, 2010), que vai ao encontro da perspectiva teórica adotada.

Após esta exposição, o docente pediu aos alunos que cada um ligasse seu *laptop* educacional e acessassem o site onde estava disponível o OA GP Funcional. Notemos que o professor continua valorizando a aula expositiva e somente depois que ele fala é que se utiliza o *laptop*. Dessa maneira ficará complicada a integração da tecnologia digital ao que acontece em sala de aula (VALENTE, 2011). Posteriormente, solicitou aos estudantes que se dividissem em quatro equipes, entrassem na opção “conhecendo os coeficientes” do OA, para manipularem livremente os coeficientes a e b e observassem e discutissem como o gráfico se comportava. Em seguida sugeriu que cada equipe relatasse diferentes situações observadas.

Percebemos que o professor visa estimular a colaboração e a participação dos estudantes. Nesse sentido, o docente ao planejar suas ações, percebe a necessidade de momentos de produções em grupos e de socializações de tais produções como estratégias que criam condições para que se estabeleçam mediações necessárias entre alunos e conhecimento de forma que se dê a aprendizagem por meio das apropriações que os sujeitos estabelecem sobre conhecimentos que são construções sócio-históricas (MORETTI, 2007).

O professor passa pelos grupos para ouvir e orientar os estudantes. As intervenções nos grupos passam a ser no sentido de discutir o movimento da reta em

diferentes situações. Assim, o docente leva os alunos a refletir sobre suas ações no OA. Por isso o professor faz diversas perguntas, tanto para verificar se os alunos estão compreendendo o movimento da reta como para exigir que eles explicitem para eles mesmos e para o grupo as razões de sua ação, envolvendo-os em um movimento reflexivo que objetiva conduzir à tomada de consciência da própria ação.

Quando mudamos a função algébrica o que acontece com a posição da reta no gráfico? (Professor)

A reta muda também de posição. (Equipe 1)

Por que a reta muda de posição? (Professor)

Porque cada função corresponde a uma reta. (Equipe 2)

Na função $f(x) = 5x - 3$. Quem é o valor de a e b ? (Professor)

O valor de a é igual a cinco e o valor de b é menos três. (Equipe 3)

E quando temos a função $f(x) = 2 - x$. Qual será os coeficientes a e b ? (Professor)

O a é menos um e o b é dois. (Equipe 4)

Através dessa mediação o professor buscou garantir o movimento indivíduo-coletivo das soluções apresentadas, ao passo que proporcionou uma experiência de aprendizagem de cunho sócio interacionista (VYGOTSKY, 2002), oportunizando aos estudantes o trabalho em grupo, mediatizado por ferramentas tecnológicas. Ao compartilhar e articular ideias, os alunos podem ensinar uns aos outros e assim construir e compreenderem conceitos. Neste caso, o OA fomentou o levantamento, a troca, a experimentação (BORBA e PENTEADO, 2010) e partilha de ideias pelos aprendizes. Após experimentações e discussões entre os grupos, constatamos que o professor conseguiu produzir uma motivação nos alunos, criando uma efetiva necessidade de aprender o conteúdo. Nesse contexto, apresentaremos o momento de socialização das soluções encontradas por cada equipe.

Quando o valor de a é positivo a reta fica para cima. (Equipe 1)

Quando o valor de a é negativo a reta fica para baixo. (Equipe 2)

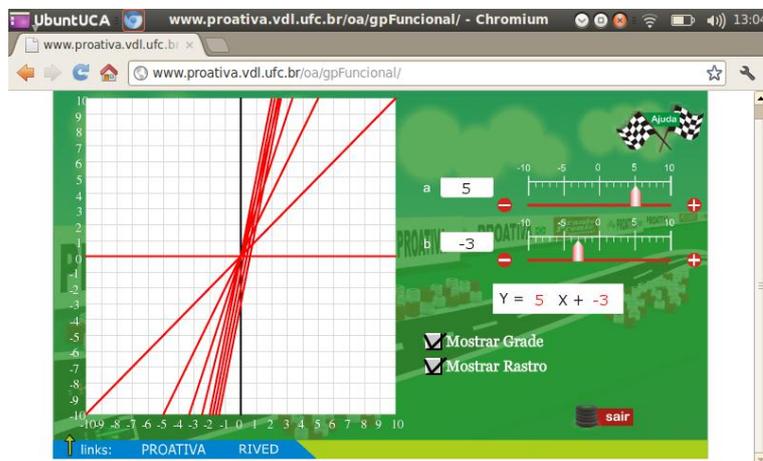
O gráfico de uma função afim sempre é uma reta. (Equipe 3)

Quando o valor de a é igual a zero a reta é paralela ao eixo x . (Equipe 4)

Segundo Leontiev (1983), tão importante quanto a ação é a consciência da própria ação. Para Vygotsky (2001), a tomada de consciência e a apreensão são formações essenciais na idade escolar, sob as quais giram todas as funções básicas envolvidas na aprendizagem.

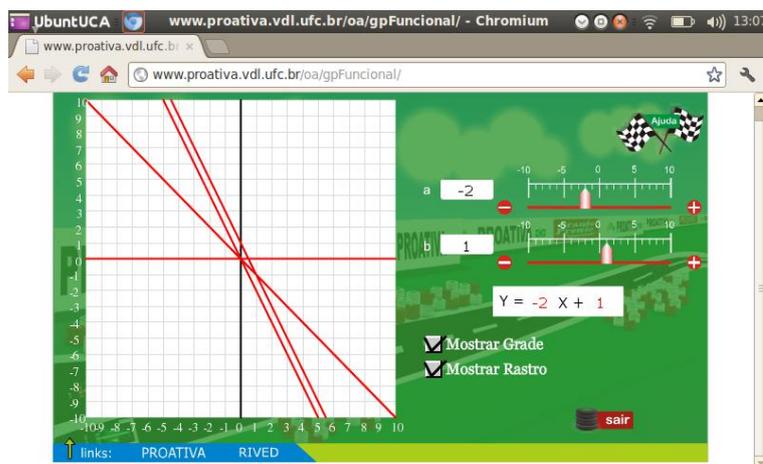
Bruner (1984) considera que a consciência da ação é fundamental para a aprendizagem de qualquer habilidade, essa é uma capacidade que influencia na realização da generalização.

Figura 6



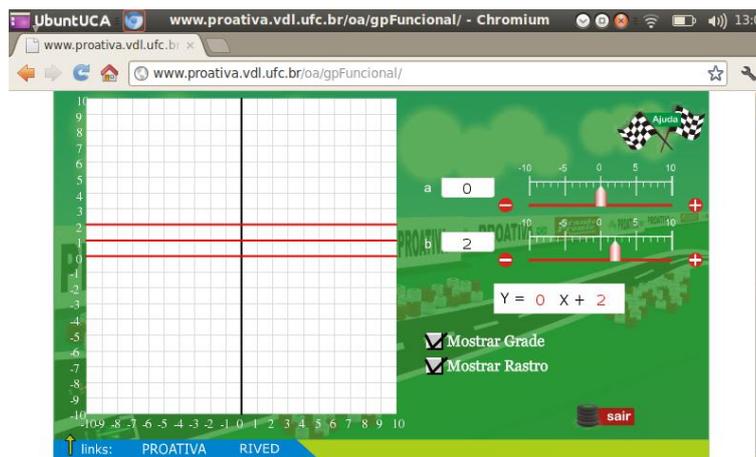
Fonte: Equipe 1 com o OA GP Funcional: Coeficiente $a > 0$

Figura 7



Fonte: Equipe 2 com o OA GP Funcional: Coeficiente $a < 0$

Figura 8



Fonte: Equipe 4 com o OA GP Funcional: Coeficiente $a = 0$

Evidenciamos que manipulando o OA as equipes conseguiram compreender os conceitos em estudo (ALMEIDA e VALENTE, 2011). Outra vantagem do recurso é que os alunos puderam visualizar o rastro da reta desde a origem até chegar à função algébrica indicada, esta tarefa torna-se praticamente impossível com a simples utilização do lápis e papel. Tomando por base a Teoria da Atividade, nesse momento de socialização do conhecimento, os estudantes tomam consciência de suas próprias ações. Mesmo o professor julgando que os alunos deram respostas coerentes, continua a questionar. Dessa forma evita-se que sob a afirmação de cada equipe esteja oculto um ato mecânico, sem significado conceitual para o indivíduo.

Quando o valor de a é positivo porque a reta fica para cima? **(Professor)**

Porque o valor de a vai sempre crescer, a função é crescente. **(Equipe 1)**

O professor repete a resposta da equipe 1 com um questionamento e consegue com que os alunos formalizem um tipo de função afim, a crescente. Os alunos partiram de um caso geral de função afim e chegaram a um caso específico, a função afim crescente. De acordo com Davydov (1982) este é o caminho ideal para a aprendizagem conceitual. A equipe 2 fica eufórica, vibra bastante com a resposta da primeira equipe e formaliza também o seu conceito.

Então quando o a é negativo a função é decrescente! Muito massa! **(Equipe 2)**

Quando a segunda equipe formalizou este conceito e disse que era “muito massa”, também se referia ao OA GP Funcional, pois movimentando os coeficientes livremente os estudantes conseguiram compreender o conceito de função afim crescente e decrescente.

Observe-se que em momento algum o professor disse as características dos tipos de função. Esses conceitos foram compreendidos pelos alunos com a interação no AO, entre eles e com a mediação do professor. Ribeiro (2011) reforça que a interação social é fundamental para a aprendizagem de novos conceitos.

Como se pode perceber, utilizando o *laptop* educacional, o professor partiu da ação para chegar à formalização, assim como geralmente acontece com as descobertas matemáticas. Isto, aliás, é o que os PCN caracterizam como o fazer Matemática na sala de aula (BRASIL, 1998). A equipe 3 chegou à conclusão de que a curva do gráfico de uma função afim sempre será uma reta; o quarto grupo concluiu que quando o valor do coeficiente a é igual a zero a reta é paralela ao eixo x .

De acordo com Ferraz e Gitirana (2007) em uma primeira abordagem de gráficos de funções, o método de manipular livremente gráficos é importante para que o aluno possa ter a ideia da curva que representa o gráfico da função. Para cada família de função, há um tipo de curva geométrica que corresponde a seu gráfico, como, por exemplo, na função afim a curva é uma reta. Isto é importante que seja percebido pelos estudantes, como neste caso, para que não haja uma mecanização da atividade.

Na discussão acerca do coeficiente a na função, o professor indagou sobre o seu significado. Mesmo com as discussões anteriores que estavam ligadas a esse coeficiente, nenhum aluno conseguiu responder. Demonstra-se assim a dificuldade dos alunos em generalizar o conceito, ou seja, de romper os limites de uma situação específica e transferir o conhecimento adquirido para toda uma classe de problemas equivalentes.

Vocês me disseram que quando a é positivo a reta fica para cima e quando o a é negativo a reta fica para baixo. Então o coeficiente a significa o que na função?
(Professor)

Neste momento o professor utilizou uma consideração já trabalhada em sala de aula pelos alunos, para conseguir a generalização deste conceito. Note-se que o professor não ofereceu a resposta pronta, mas optou por questionar, para que os alunos refletissem sobre o conceito e posteriormente o generalizassem.

Significa que a reta fica para cima e para baixo. (Equipe 1)

A explicação da equipe reforça o pressuposto de que a ação sobre o instrumento é um elemento importante na aprendizagem, porém não é suficiente (SFORNI, 2004), é

fundamental a mediação do professor para que ocorra a generalização. Nesta concepção a presença do *laptop* educacional não dispensa o papel do docente, como aquele com mais expertise no assunto (VYGOSTSKY, 2002). A este coube, através da organização do ensino, mediar a descoberta dos alunos. Tanto que, depois de debates entre as equipes e de fazerem consultas na Internet, os integrantes da equipe 4 chegaram à conclusão de que o coeficiente significa a inclinação da reta; a equipe 2 complementou falando que de acordo com suas pesquisas haviam deduzido que no gráfico o coeficiente b sempre corta o eixo y .

Portanto, podemos concluir que, com essas situações os discentes, de forma autônoma e cada um em seu próprio ritmo, compreenderam que: a) o gráfico de uma função afim sempre é uma reta; b) quando o coeficiente a é positivo ($a > 0$) a função é crescente, quando for negativo ($a < 0$) será decrescente e quando a for igual a zero a reta será paralela ao eixo x ; e c) que a reta cruza o eixo y no valor de b , no ponto $(0,b)$.

Percebemos que em determinado momento da aula a ação do professor passa a ser disciplinar os alunos. O docente percebe a necessidade de conter a conversa dos estudantes para não prejudicar o andamento da exploração dos conteúdos matemáticos, realizando, para tanto, as seguintes operações: pedir silêncio, atribuir pontos e dedicar atenção aos alunos. Notemos que a última operação fez parte, no episódio passado, da ação de motivar o aluno, este fato vai ao encontro dos pressupostos da Teoria da Atividade, onde podemos utilizar a mesma operação para realizar diferentes ações. Podemos afirmar que a operação de dedicar atenção aos alunos foi um meio eficaz para conter a turma. Assumindo uma postura amigável com os alunos, o docente conseguiu criar um ambiente colaborativo.

A continuidade deste momento se faz com a exploração do OA, ao trabalhar mais conceitos de função na opção “colocando em prática” presente no ambiente virtual. Nesta ferramenta, é disponibilizado um jogo de corrida de fórmula 1, que leva os alunos a perceberem a relação da velocidade com o espaço percorrido e o tempo. Após trabalhar estes conceitos o professor conversa com os alunos que a origem do conceito de função está intimamente ligada à necessidade do homem de registrar regularidades observadas em fenômenos e generalizar leis e padrões.

Figura 9



Colocando em prática

Neste momento os estudantes também refletem e generalizam situações. Elencamos como exemplo, a atividade de livre manipulação do objeto de aprendizagem; o momento de desenvolvimento das ações de elaboração dos conceitos sobre a posição da reta no gráfico da função afim; e a discussão desses momentos como oportunidade de socializar o conhecimento e tomar consciência das ações, no sentido do movimento de reflexão e análise, rumo à constituição do plano interior das ações.

As *atividades de ensinar e aprender função*, realizadas respectivamente pelo professor e pelos alunos continuam em destaque em sala de aula. As ações praticadas pelos alunos desencadeadas por situações apresentadas intencionalmente pelo professor foram: 1) *identificar a representação algébrica e gráfica da função afim*; e 2) *reconhecer através do gráfico, uma função afim: crescente, decrescente e constante*. O professor pratica as ações de: 1) *disciplinar os alunos*; 2) *orientar trabalhos em grupos*; 3) *abordar fundamentos históricos sobre o desenvolvimento do conceito de função*; 4) *discutir como o gráfico de uma função afim se comporta através da manipulação de seus coeficientes*; e 5) *instigar o debate nos grupos*. Como operações os alunos: 1) *movimentam a reta no gráfico* e 2) *manipulam os valores dos coeficientes a e b* .

Os discentes para concretizarem a *atividade de aprender Matemática*, fizeram seus trabalhos em grupos, utilizaram o OA e discutiram na equipe e entre as equipes, como a reta se comporta no gráfico, após a manipulação dos coeficientes a e b e por fim formularam hipóteses sobre os conceitos socialmente construídos de função afim e suas representações

gráficas e algébricas. A partir do exposto, podemos considerar que a atividade de ensino se transformou em atividade de aprendizagem.

Na reflexão deste episódio, ao considerarmos o momento de mais relevância da aula, o professor relata o seguinte:

“No instante em que as equipes formalizaram seus conceitos sobre função crescente, decrescente. E depois de consultas na Internet, os grupos chegaram a conclusão que o coeficiente a significa a inclinação da reta e no gráfico o coeficiente b corta o eixo y ”. **(Professor)**

No momento eleito pelo professor os alunos partiram de aspectos gerais de funções para formalizarem dois casos específicos. De acordo com Davydov (1982) partir de questões gerais do conhecimento em estudo é o ideal para se concretizar a aprendizagem. Este caminho levou os alunos à tomada de consciência da própria ação, a generalização do conceito ao formalizarem que a reta intercepta o coeficiente b no eixo y . Além de tudo, este momento do geral para o específico, levou os estudantes a uma abstração dos conteúdos, assim evidenciamos a passagem do pensamento empírico para o teórico. O pesquisador elencou como fato mais importante da aula:

“O momento em que os estudantes manipularam livremente os coeficientes de uma função afim, até perceberem como a reta se comporta no gráfico”. **(Pesquisador)**

Em relação ao ponto destacado pelo pesquisador o professor comenta que geralmente ensinamos o conteúdo dando pronto todos os conceitos e depois passamos os exercícios, assim fica evidente a ocorrência de um ato mecânico. Aborda ainda que através da Teoria da Atividade, conseguiu perceber a relevância dos estudantes debaterem e formalizarem seus próprios conceitos, dessa forma ocorre uma efetiva aprendizagem. O docente afirma ainda, que neste processo de experimentação os alunos desfrutam de suas próprias descobertas.

As falas do docente e do pesquisador convergem no sentido de que os estudantes, ao manipularem livremente o recurso conseguiram avançar rumo à formalização do conceito de função afim, ou seja, partiram da experimentação para a formalização. Assim fica evidente que ocorreu a aprendizagem. Os participantes da pesquisa também conferem importância à mediação intencional na utilização do OA, concluindo que os recursos digitais utilizados em uma metodologia de ensino que promova a interação entre os alunos, potencializam o ensino do conteúdo de função afim. Notemos que novamente os momentos selecionados pelo professor e pelo pesquisador, foram situações que desencadearam a aprendizagem, isto

demonstra, que tanto os objetivos da pesquisa, quanto do docente é que a atividade de ensino se transforme em atividade de aprendizagem.

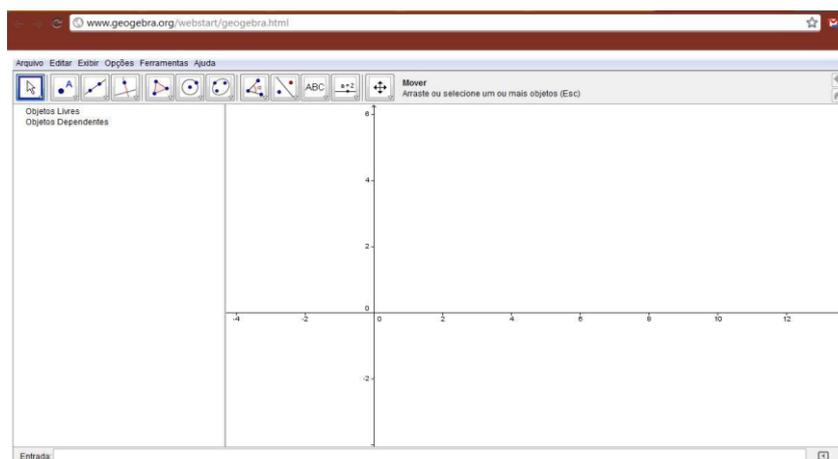
Episódio 3: O uso do Geogebra na interpretação de gráficos da função afim

O episódio ora analisado ocorreu nos dias 30.08 e 06.09.12, com a duração de quatro aulas. Nesses dias planejamos, observamos e refletimos sobre as aulas. Continuamos o trabalho com gráficos da função afim. No planejamento, inicialmente conhecemos o *software* Geogebra e posteriormente discutimos sobre o plano das aulas. Com este *software* pudemos elaborar tarefas para combinar elementos algébricos e geométricos. O professor já tinha outras experiências com o Geogebra e contextualizou este recurso.

O Geogebra é classificado como um software de Matemática Dinâmica. Já trabalhei com a parte de Geometria, que reúne pontos, segmentos, retas, semi-retas e seções cônicas, como também equações e coordenadas. Não conheço a parte da Álgebra, mas imagino que também tenha diversas possibilidades. (Professor em 30.08.12)

Como se pode perceber, diferentemente do OA GP Funcional, anteriormente discutido, o Geogebra já era de conhecimento do professor, embora ele não tivesse ainda feito uso pedagógico do recurso. Dessa forma, fomos trabalhar pedagogicamente com o *software*, explorando a área de trabalho e o Campo de Entrada, conforme Figura 10, abaixo. Neste momento conhecemos o Geogebra de maneira geral, e vimos o que cada comando disponibiliza.

Figura 10



Tela Principal

Posteriormente exploramos na janela de visualização as opções eixos e malha. A primeira opção traz o par de eixos cartesianos, já a segunda disponibiliza uma malha quadriculada que poderá ser utilizada para localização de um ponto no plano. Observamos também, que a opção janela de álgebra permite visualizar a representação algébrica dos objetos representados graficamente na janela principal. Após a experiência de conhecer e manusear o recurso o professor relata.

Estas opções são importantes para o estudo da função afim. Pois a partir da ligação dos pontos no plano cartesiano os alunos podem perceber o porquê o gráfico de uma função afim representa uma reta. No episódio passado os estudantes fizeram esta dedução, mas acho que eles não têm a consciência de porque isto acontece. Outra vantagem de se trabalhar com este software, é que podemos abordar a forma gráfica e algébrica das funções. (Professor em 30.08.12)

Podemos observar um avanço do professor no planejamento deste episódio, ao sinalizar que mais importante do que os alunos realizarem suas ações é tomar consciência da própria ação (SFORNI, 2004). Nessa perspectiva, o docente quer levá-los a compreender o porquê de o gráfico de uma função afim ser uma reta, pois no episódio passado ao manipular o OA GP Funcional sempre aparecia uma reta, então este pode ser um dos motivos das equipes terem deduzido este conceito. O professor ainda aponta a relevância de se trabalhar com as representações gráficas e algébricas no Geogebra. A este respeito, Borba e Penteado (2010) afirmam a importância dos estudantes coordenarem múltiplas representações para a aprendizagem do conteúdo de funções e que isto se torna possível em ambientes computacionais.

Na discussão acerca da inserção de um ponto no plano, a partir de suas coordenadas no campo de entrada, o docente destacou que o trabalho a ser realizado pelos alunos seria utilizado inicialmente como operação, pois eles já compreendiam o conceito. Tal operação seria utilizada para a ação de compreender do conceito de função afim. Exploramos também, a inserção de uma função afim no programa, descobrimos que digitando no campo de entrada, a função referente à reta, em seguida, o Geogebra apresenta a representação gráfica da função na janela principal e, na janela algébrica mostra a respectiva função da reta.

O conteúdo de função afim sendo abordado desta maneira, podemos proporcionar aos alunos condições para compreender como uma função algébrica pode ser representada graficamente. Poderemos utilizar nas aulas as noções de função afim que foram formalizadas no episódio anterior, e pedir que cada equipe manipule livremente o software e formule situações – problemas, relacionadas a funções, e representasse na forma algébrica e gráfica no Geogebra. (Professor em 30.08.12)

Evidenciamos que o professor vê a importância de os estudantes compreenderem como uma representação algébrica pode se transformar em uma representação gráfica. Percebemos também, durante o planejamento, avanços da parte do professor no sentido de usar as categorias da Teoria da Atividade para organizar a sua aula de Matemática. Depois de manusearmos o Geogebra, percebemos que a manipulação deste recurso está bem além do alcance do lápis e do papel. Outras vantagens evidenciadas, de acordo com Borba e Penteadó (2010, p.37), é que os recursos digitais “além de naturalmente trazer a visualização para o centro da aprendizagem matemática, enfatizam um aspecto fundamental na proposta pedagógica da disciplina: a experimentação”.

A seguir, o planejamento da aula realizado após os debates do professor e pesquisador:

| Objetivos | Conteúdo | Metodologia | Avaliação |
|--|---------------------|--|--|
| <p>Identificar a representação algébrica e gráfica da função afim;</p> <p>Compreender a função linear como expressão de uma proporcionalidade direta entre as variáveis dependentes e independentes;</p> <p>Expressar essa proporcionalidade por meio de gráficos.</p> | <p>Função afim.</p> | <p>Elaboração de situações – problemas, pelos alunos, de aplicação das funções na sociedade, abordando as ideias de variável dependente e independente.</p> <p>Utilização do <i>software</i> Geogebra como recurso para os estudantes exporem suas situações – problemas nas formas algébricas e gráficas.</p> | <p>Participação dos alunos nas atividades;</p> <p>Trabalhos em equipe.</p> |

Notemos que o primeiro objetivo do plano deste episódio é o mesmo do episódio anterior. Dessa forma nosso planejamento sendo realizado com suporte da Teoria da Atividade, nos assegura que uma mesma ação pode ser realizada por meio de operações diferentes, ou vice-versa. Nos momentos de planejamento chegamos ao consenso de que os

alunos irão criar situações – problemas de função afim, que tem por objetivo colocá-los diante da necessidade de aprender o conceito a ser ensinado. De acordo com Moretti (2007), quando as ações dos alunos estão ao mesmo tempo estimuladas pelo motivo e direcionadas para o objeto, podemos dizer que os sujeitos estão em atividade.

O professor ao iniciar a aula explicita os objetivos – ou *ações* – para os alunos, quais sejam: a) *identificar a representação algébrica e gráfica da função afim*; b) *compreender a função linear como expressão de uma proporcionalidade direta entre as variáveis dependentes e independentes*; e c) *expressar essa proporcionalidade por meio de gráficos*. Em seguida utiliza como instrumento os conceitos sobre função afim, seus meios foram: *abordar os conceitos relativos a variáveis dependentes e independentes*; e *compreensão das relações que existem entre os coeficientes a e b da escrita algébrica e gráfica da função*.

Constatamos que o docente retomou conceitos que já foram tratados anteriormente em sala de aula e explicitou os objetivos nas aulas de Matemática. Nesse contexto, o professor dá condições aos estudantes de tomarem consciência da importância de determinados elementos para a realização da atividade educativa, bem como da identificação e compreensão do significado de cada um desses objetivos.

Com os objetivos explicitados para os alunos, o professor solicitou a utilização dos *laptops* educacionais, que já estavam disponíveis nas carteiras. Notemos um avanço na prática docente, pois agora nas aulas de Matemática o computador portátil está sendo utilizado como um recurso para o momento em que for preciso, isto vai ao encontro da proposta do Projeto UCA, que prevê os *laptops* integrados ao que acontece em sala de aula.

Os alunos começaram a trabalhar com o Geogebra, o professor abordou as técnicas básicas de como manuseá-lo e solicitou que os estudantes, divididos em três equipes, pois nesse momento estavam presentes apenas nove alunos em sala de aula, manipulassem livremente este *software*. Cada equipe deveria formular situações-problema, relacionadas a funções, representando-as na forma algébrica e gráfica, no Geogebra. Notemos que a intencionalidade do professor é que os discentes ao operarem com este instrumento possam concretizar as ações determinadas no início da aula.

Percebemos a cultura dos alunos e do professor em trabalhar em equipe, que é um aspecto importante nas aulas de Matemática. Na perspectiva da Teoria da Atividade a

aprendizagem é um fenômeno social, acontece e se desenvolve nas relações estabelecidas entre os sujeitos mediados pelas trocas simbólicas (MOURA e MORETTI, 2003). Nesse momento percebemos a reafirmação da atividade coletiva na organização do ensino, como um caminho para a atividade individual.

Quanto ao uso do computador portátil, Borba e Penteado (2010, p. 41) afirmam que, com o uso de tecnologias digitais em sala de aula “a experimentação se torna algo fundamental, invertendo a ordem de exposição oral da teoria, exemplos e exercícios bastante usuais no ensino tradicional, e permitindo uma nova ordem: investigação e, então, a teorização.”

Segundo Vygotsky (2002), o sujeito ao buscar relacionar-se com os objetos, em nosso contexto com o *laptop* educacional, utiliza-se dos sistemas simbólicos de que dispõe, fornecidos pela cultura, pelo meio social. Esse tipo de operação permite o desenvolvimento da abstração e da generalização que, nessa perspectiva, vai do social para o individual. Estes aspectos são essenciais na passagem do pensamento empírico para o teórico.

Durante a aula o professor passava pelos grupos, gerando um debate em sala de aula, desencadeando situações de diálogo para que os alunos operassem com seus conhecimentos prévios sobre plano cartesiano.

O nome plano cartesiano foi dado em homenagem a René Descarte, que é considerado o pai da Matemática Moderna, por ter sido o precursor da fusão da álgebra com a geometria, sendo fundamental para o avanço do conceito de função.

(Professor)

É muito legal olhar uma equação se transformando em uma reta. (Equipe 1)

Nesse sentido, nos ancorando na Teoria da Atividade é a história que nos faz compreender a evolução dos fenômenos que ocorrem hoje. O docente, dialogando com as equipes, fala em par ordenado, abcissa e ordenada, e questiona se os alunos lembram esses conceitos. As equipes encontravam-se em clima motivacional, o que era perceptível pelo diálogo entre o grupo e com os outros grupos e rapidamente responderam aos questionamentos do professor:

O primeiro número do par é o x e o segundo é o y . (Equipe 2)

Na parte vertical colocamos os valores de y e na horizontal os valores de x . (Equipe 3)

A cada episódio é notável o progresso na prática do professor e quanto isto implica na atividade de aprendizagem dos alunos. Nesse momento ficou evidenciado que as

oportunidades em que foi possível revisitar as concepções que os estudantes já detinham sobre plano cartesiano e preencher as lacunas ainda existentes foram bem aproveitadas pelo docente. As equipes geraram gráficos e o professor fez a mediação dos resultados obtidos, o que serviu de sustentação aos alunos para formularem as situações-problema propostas. Nesse processo de experimentação com o Geogebra, as equipes formalizam suas definições.

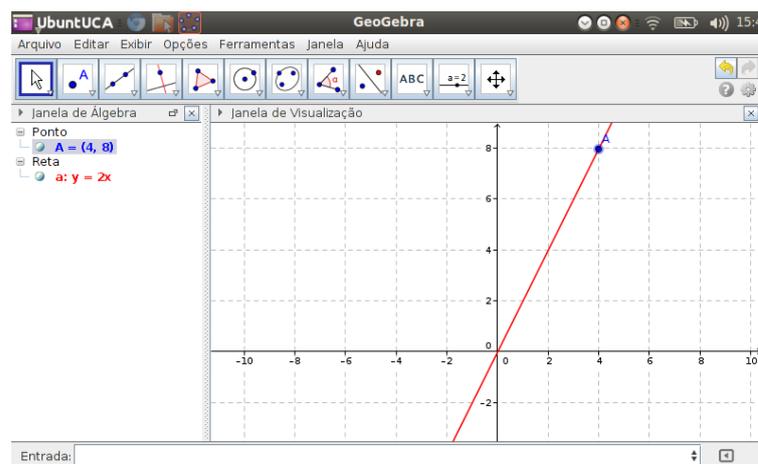
Quando o coeficiente b é positivo a reta vai cortar o eixo y em sua parte positiva e quando o coeficiente b for negativo corta o eixo y na parte negativa. (Equipe 1)

Percebemos que a intervenção docente estava provocando o avanço dos alunos na compreensão do gráfico de uma função afim, pois no episódio anterior haviam compreendido que o b corta o eixo y e agora entenderam a relação entre a parte positiva e negativa do coeficiente em sua forma gráfica. O desenvolvimento do ensino a partir de situações de investigação é capaz de mobilizar o sujeito para a apropriação de novos conceitos (RIBEIRO, 2011).

Percebemos que os momentos citados anteriormente surgiram a partir das investigações feitas no *laptop* educacional equipado com o *software* Geogebra. Nesse contexto podemos destacar a importância das tecnologias digitais em sala de aula. Segundo Borba e Penteadó (2010) as mídias informáticas associadas a uma adequada mediação do professor podem transformar o tipo de Matemática abordada em sala de aula. A seguir iremos expor a formulação de cada situação – problema das equipes e suas representações algébricas e gráficas.

O preço que um moto táxi cobra em sua corrida, na cidade de Quixadá, é R\$ 2,00. Se durante um dia precisaremos fazer quatro corridas, quanto gastaremos no total? Qual é a lei de formação da função? Com o auxílio do software Geogebra construa o gráfico desta função. (Equipe 1)

Figura 11



Fonte: Equipe 1 representando a função afim $y = 2x$ no *software* Geogebra

A equipe 1 relatou que a lei de formação da função é $y = 2x$, sendo x o número de corridas e y o total que pagaremos. Neste caso $y = 2 \cdot 4 \rightarrow y = 8$ reais. Por sugestão do professor quando passava nas equipes proporcionando os debates, o grupo representou também em forma de par ordenado (4,8). Observando que o primeiro valor é o número de corridas e o segundo o total do gasto. Constatamos que o docente utilizou um conteúdo já estudado como instrumento, qual seja, plano cartesiano, para conseguir a ação de compreender gráficos da função afim. A equipe relata que o ponto está na coordenada (4,8), que na janela de visualização aparece em sua forma geométrica e na janela de álgebra apresenta a referida coordenada. Consideram ainda, que a reta passa sobre ele e sobre infinitos pontos que correspondem a esta função.

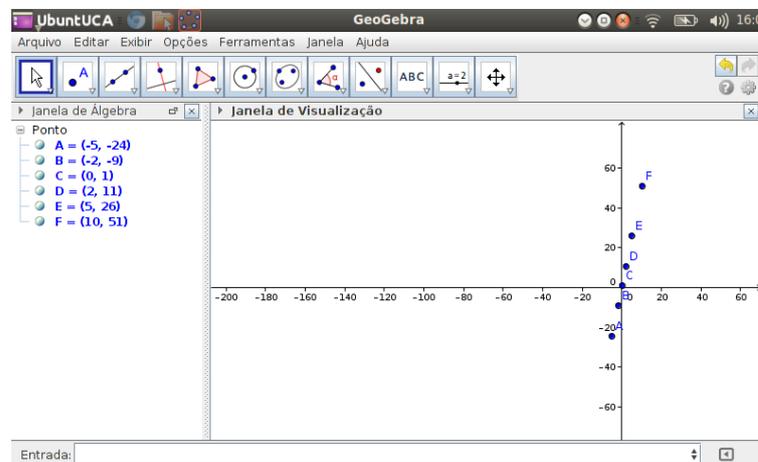
A primeira equipe observa que apesar de ter compreendido o conceito, mas para eles, utilizando o Geogebra é mais difícil do que fazendo os cálculos no lápis e papel. O professor argumenta que esta dificuldade no início é normal, já que a turma ainda está aprendendo a manusear o *software*. A equipe 1 diz que, na verdade, ainda sente dúvida como uma reta pode representar uma equação. Notemos que o docente já tinha previsto esta dúvida no momento do planejamento, nesse caso fica evidente sua clareza em relação à atividade de aprendizagem dos alunos e mais uma vez constatamos a relevância de tomar consciência da própria ação. O professor utiliza os instrumentos pincel, quadro branco, o *laptop* educacional com o Geogebra e a linguagem para explicar este conceito aos estudantes.

Utilizando, como exemplo, a função $y = 5x + 1$, vamos atribuir valores quaisquer a x , que é a variável independente e obter os valores da variável dependente que é y , observem o quadro abaixo. **(Professor)**

| x | $y = 5x + 1$ | y |
|-----|------------------|------|
| - 5 | $y = 5 (-5) + 1$ | - 24 |
| - 2 | $y = 5 (-2) + 1$ | - 9 |
| 0 | $y = 5 (0) + 1$ | 1 |
| 2 | $y = 5 (2) + 1$ | 11 |
| 5 | $y = 5 (5) + 1$ | 26 |
| 10 | $y = 5 (10) + 1$ | 51 |

O professor explicita que agora os estudantes devem colocar os pares ordenados no campo de entrada do Geogebra, para aparecer em seu plano cartesiano. Os pares ordenados $(-5,-24)$; $(-2,-9)$; $(0,1)$; $(2,11)$; $(5,26)$; $(10,51)$ são colocados no *software*.

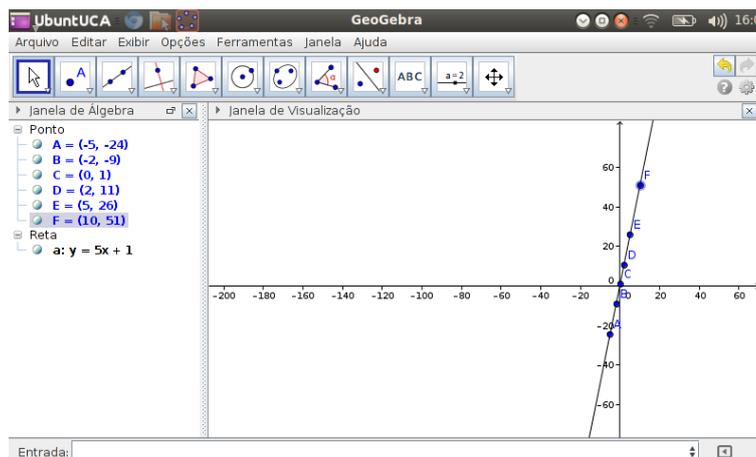
Figura 12



Representação de pontos no *software* Geogebra

O docente agora relata que se unirmos os pontos ou se colocarmos a função no campo de entrada encontraremos uma reta e como já foi estudado isso acontecerá em toda função afim. Os estudantes, bastante entusiasmados, confirmam que agora compreenderam o problema.

Figura 13

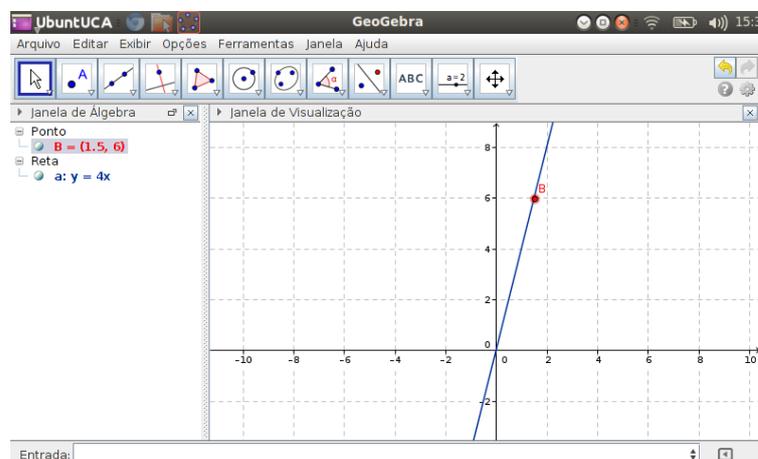
Representação da função afim $y = 5x + 1$ no *software* Geogebra

Estes momentos de debate geram situações desencadeadoras que levam os estudantes a uma postura de reflexão e análise, nesse contexto, evidenciamos a formação de conceitos (RIBEIRO, 2011). Estes aspectos estão em consonância com os pressupostos da Teoria da Atividade.

A equipe 2 também propôs uma situação problema, que foi representada no Geogebra, conforme pode ser visto na figura 14 abaixo:

O perímetro de um quadrado é determinado a partir da medida de seu lado. Nessas condições, qual é o perímetro de um quadrado medindo 1,5 cm de lado? Quais as variáveis envolvidas? Determine a forma algébrica e gráfica desta função. (Equipe 2)

Figura 14

Fonte: Equipe 2 representando a função afim $y = 4x$ no *software* Geogebra

De acordo com a segunda equipe as variáveis envolvidas são o lado e o perímetro do quadrado. O grupo explica que para generalizar basta fazer $y = 4x$, onde y é o perímetro e x é o lado do quadrado. O grupo explicita que fazendo $y = 4 \cdot 1,5 = 6$, logo o perímetro de um quadrado de 1,5 cm de lado equivale a 6 cm. A representação em pares ordenados deste resultado é (1,5;6). Os estudantes revelam que assim é possível fazer o cálculo do perímetro de qualquer quadrado. Este grupo ainda contesta a posição da equipe 1 ao falar que no lápis e papel é mais fácil.

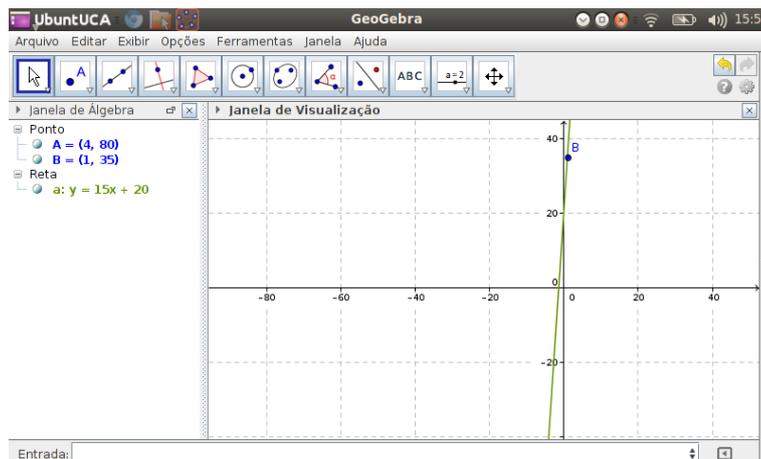
Quando não utilizamos o Geogebra não podemos ver o movimento da reta. Este software é fácil de manipular. (Equipe 2)

Ao aprendermos manipular o Geogebra realmente concordamos com vocês. (Equipe 1)

Os alunos evidenciaram a importância dos recursos digitais como potencializadores da compreensão dos conceitos de gráfico da função afim. Os da equipe 1 que haviam se manifestado contrários, consideraram a importância do recurso, uma vez que eles venham a saber lidar com o *software*. Além disso, os alunos criaram as suas próprias situações-problema e refletiram sobre sua solução; também generalizaram uma situação específica para uma classe de problemas análogos. Assim, fica explícita a presença da reflexão e da análise, aspectos fundamentais na passagem do pensamento empírico para o teórico. A seguir será exposta a situação-problema da equipe 3, notemos que este grupo propõem um problema bem mais elaborado que as outras equipes, utilizando também o coeficiente b da função afim. Ao serem indagados sobre esta boa elaboração os alunos relataram que tomaram como exemplos um banco de questões que lhes foram disponíveis anteriormente, mas mudaram o contexto e os dados.

Em uma apresentação cultural dos alunos da EEFM José Martins Rodrigues na cidade de Quixadá, que começou às 17h, na abertura da escola, às 13h, havia no local vinte pessoas. A partir dessa abertura o público aumentou cerca de quinze pessoas a cada hora. Quantas pessoas havia no horário previsto para o início da apresentação? Tendo em vista que o auditório da escola tem capacidade para 75 pessoas, será que comportou todos os convidados? (Equipe 3)

Figura 15



Fonte: Equipe 3 representando a função afim $y = 15x + 20$ no *software* Geogebra

A equipe 3 relatou seu problema, explicando que como aumentava 15 pessoas a cada hora e das 13:00h as 17:00h temos um intervalo de 4 horas, basta multiplicarmos $15 \times 4 = 60 + 20 = 80$. O número 20 corresponde ao total de pessoas que havia na abertura do portão. Como o auditório tem capacidade para 75 pessoas, a festa não comportou todos os convidados, teriam que ficar 5 pessoas de fora ou em pé. Ainda de acordo com o grupo, para generalizarmos basta fazer $y = 15x + 20$, onde y é o número total de pessoas e x é quantidade de horas que estão se passando. A equipe também discutiu que poderia representar diversos outros pares ordenados, por exemplo, (4,80) ou (1,35), pois quando se passasse uma hora teriam trinta e cinco pessoas presentes no local. Neste momento os alunos deste grupo estão generalizando uma situação para uma série de problemas análogos, que de acordo com a fundamentação teórica da Atividade é essencial para aprendizagem.

O professor em todos os momentos utiliza a ação de motivar os alunos. Solicitando primeiramente que formulem e discutam as questões em seus grupos, em seguida, socializem o conhecimento para a sala de aula, as equipes se mostraram motivadas e mantiveram-se envolvidas com o trabalho. Este movimento de socialização do conhecimento é fundamental para levar os alunos à reflexão, ou seja, para que tomem consciência de suas próprias ações. Na explicação dos estudantes em cada situação-problema, observamos também o processo de análise, pois em todos os momentos elaboraram um princípio geral para resolução de problemas análogos. Tratava-se de um processo de reflexão mais apurado, que foi além da conscientização sobre o fato, elevando-se a uma condição de compreensão de diferentes elementos envolvidos na atividade de resolução de problema.

Além da importância da exposição das equipes sobre suas situações-problema, convém destacar a importância da intencionalidade pedagógica na atividade educativa, que também é indicada por Moura *et al* (2010) na teorização sobre a AOE. Isso quer dizer que, nesta atividade de ensino, a proposta para os alunos elaborarem os problemas teve a intenção pedagógica de mobilizá-los na compreensão do significado e do modo de ação envolvido na resolução de problemas.

Ao manipularem o Geogebra, os alunos trabalharam com as representações algébricas e gráficas, ou seja, coordenam diferentes representações. Segundo Duval (2011) este é um aspecto fundamental para compreender o conceito de função. Na explanação das equipes todas explicitaram a lei de formação da função, generalizando o conceito a partir de uma situação específica. Sobre esta questão Davydov (1982, p. 221-222), destaca que

tomar consciência das operações mentais supõe reconstituí-las na imaginação com o fim de lograr sua expressão discursiva, o que necessariamente está relacionado com a generalização dos processos psíquicos. E este reflexo de conversão da consciência em sua própria atividade engendra esse tipo especial de generalização que está presente no conceito científico e nas formas superiores do pensamento humano.

O professor, mesmo percebendo positivamente a participação dos estudantes, continuou indagando, pedindo para que as equipes explicitem quem é a variável dependente e independente em cada um dos casos. Em seguida o docente organizou no quadro branco uma síntese das generalizações e discussões de cada equipe: 1) $y = 2x$ (para determinar o custo de cada corrida de moto – táxi), a variável dependente é o valor que pagarei e a variável independente é o número de corridas; 2) $p = 4l$ (para determinar o perímetro de um quadrado a partir da medida do seu lado), a variável dependente é o perímetro e a variável independente é o lado; 3) $y = 15x + 20$ (para determinar o número de pessoas em uma apresentação cultural a partir da hora de abertura dos portões até o início do evento), a variável dependente é número total de pessoas e a variável independente é a quantidade de horas. O movimento de tomada de consciência é mediado por situações desencadeadoras representadas basicamente pelos questionamentos do professor.

Posteriormente as equipes, a partir da mediação do professor, chegaram à conclusão de que a representação algébrica de uma função afim é do tipo $f(x) = ax + b$, com $a \neq 0$. Neste momento surgiu uma euforia na sala e as equipes começaram um debate. O professor pediu que cada grupo explicitasse seu pensamento.

E quando a função for $y = 2x$? Não temos o b , então não é função afim? (Equipe 3)

Então pessoal, será que $y = 2x$ não é uma função afim? (Professor)

É uma função afim com $b = 0$. (Equipe 1)

Pesquisando aqui na Internet encontramos que este caso se chama função linear. (Equipe 2)

Notemos que através da mediação do professor, os alunos conseguiram generalizar a forma algébrica da função afim e a partir dessa generalização compreender um caso específico de função afim, a função linear. Percebemos também, a importância da pesquisa no *laptop* educacional, conectado à Internet, para as interações no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Davydov (1982) já afirmava que é necessário partir de teses gerais da área do saber e não dos casos particulares, buscando a célula dos conceitos, sua gênese e essência, o que se consegue ao construir e transformar um objeto mentalmente. Os estudantes também chegaram à conclusão que no caso da função linear, com $b = 0$ a reta passa pela origem, pois o coeficiente b sempre corta o eixo y .

Segundo Ribeiro (2011) no movimento de generalização, o elemento reflexão se encontra necessariamente presente, uma vez que essa apropriação de elementos para um modo geral da forma algébrica da função afim subentende um avanço qualitativo nas aquisições dos estudantes, para além da tomada de consciência sobre o conteúdo. No desenvolvimento deste episódio, podemos destacar elementos como situações reveladoras da planificação das ações. Como a atividade de resolução de problemas, no momento de desenvolvimento das ações de elaboração e resolução, e a proposição de discussão dos problemas, como oportunidade de socialização das resoluções, na direção de um movimento dialético de reflexão e análise, rumo à constituição de novas planificações das ações.

Nesse caminho, podemos constatar que a organização destes episódios apresenta evidências de que os alunos aprendem quando colocados em atividade, não no sentido de coloca-los para fazer tarefas, mas na perspectiva de inseri-los num movimento de apropriação do conhecimento, pela via da proposição de situações desencadeadoras e mobilizadoras desse processo de aprendizagem.

Semelhante ao que aconteceu nos episódios 1 e 2, observamos neste último que a atividade em sala de aula foi *ensinar e aprender Matemática*. A seguir destacamos as ações dos alunos desencadeadas pelo professor que serviram de base para a realização destas

atividades: 1) *identificar a representação algébrica e gráfica da função afim*; 2) *Compreender a função linear como expressão de uma proporcionalidade direta entre as variáveis dependentes e independentes*; e 3) *expressar essa proporcionalidade por meio de gráficos*. O professor utiliza as ações de 1) *motivar os estudantes*; 2) *solicitar que os alunos formulem e discutam situações-problema*; e 3) *formalizar os conceitos discutidos na aula*.

Os alunos para concretizarem a atividade de aprender Matemática, fizeram trabalhos em grupo; formularam e discutiram problemas relacionados à função na equipe e entre as equipes; utilizaram o Geogebra e por último formalizaram os conceitos debatidos na classe, ou seja, se sentiram motivados a fazerem todas as orientações sugeridas pelo docente. Ao fim deste episódio pudemos constatar que ambas as atividades, tanto do professor, quanto dos alunos foram concretizadas.

Na reflexão deste episódio, ao considerarmos o momento mais importante da aula, professor aborda:

“Quando cada equipe explicou suas situações-problema, pois neste momento pudemos perceber que os alunos compreenderam o conceito de função afim.”
(Professor)

Na ocasião detalhada pelo docente, constatamos que além de verificar as soluções dos alunos, sua intenção foi levá-los a um significado conceitual de suas situações-problema. O que interessa em uma atividade de aprendizagem é a qualidade de pensamento que dirige esta ação, por isso não basta somente verificar se a resposta está correta, mas acompanhar a organização do pensamento em torno da ação, o que é concretizado nos momentos de reflexão (SFORNI, 2004). O pesquisador relata que o seu momento escolhido foi:

“Quando surgiu o conflito na turma indagando que se o coeficiente $b = 0$, então será ou não uma função afim?” (Pesquisador)

Em relação ao momento eleito pelo pesquisador, o professor relata que os alunos já haviam compreendido o conceito de função afim, mas entraram em conflito em um caso específico, a função linear. Entretanto, logo conseguiram compreender este conceito, pois como já haviam generalizado ficou mais fácil entender um caso particular. O docente considera que o momento de debate é importante para os estudantes tomarem consciência de suas ações e gerar um clima motivacional muito bom em sala de aula, aspectos importantes para os alunos sentirem a necessidade de aprender o referido conteúdo.

Neste último momento de reflexão fica claro o avanço da concepção do professor do que seja a atividade de ensinar e aprender Matemática. Evidenciamos que tanto o momento selecionado pelo professor, quanto pelo pesquisador são ocasiões em que ocorreu a aprendizagem em sala de aula, isto revela que nosso principal objetivo está de acordo, qual seja, transformar a atividade de ensino em atividade de aprendizagem.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa permitiu fazer considerações acerca do ensino de funções com o uso do *laptop* educacional, sob o olhar da Teoria da Atividade. No processo de interpretação e análise dos dados, buscamos evitar que as concepções do pesquisador direcionassem as análises. Os registros feitos a seguir levam em conta, o ensino de Matemática, especificamente o ensino de funções, o *laptop* educacional presente na sala de aula e a Teoria da Atividade. Esses pontos contemplam as três vertentes deste estudo.

Em nosso estado da questão, observamos que diversas pesquisas foram realizadas relacionando o conceito de função com o uso de tecnologias digitais, este fato revela as dificuldades que os alunos apresentam em relação à compreensão deste conceito e a busca que a academia vem fazendo no sentido de que estes instrumentos potencializem o ensino de Matemática. Em nossas análises evidenciamos que a criação de situações desencadeadoras de ensino concebida à luz da Teoria da Atividade, mediada pelo professor a partir do uso do *laptop* educacional contribuiu para a compreensão do conceito de função.

Os pressupostos da Teoria da Atividade foram fundamentais na condução da pesquisa. Podemos destacar a *atividade* de ensino, ao abordar que os conteúdos devem ser ensinados como elementos culturais formados ao longo da história, que o sujeito – aluno – apropria-se de forma ativa dos elementos culturais mediado pelos sujeitos mais experientes – seus pares e o professor. O outro polo refere-se à *atividade* de aprendizagem, que deve ser entendida como a apropriação dos elementos da cultura. Segundo a perspectiva teórica adotada, ensinar o conceito de função somente através de definições ou demonstrações não é suficiente para garantir a ocorrência da atividade de aprendizagem. Uma ação que não avança no sentido de buscar seus elementos de generalização torna a aprendizagem limitada ao contexto específico em que foi abordada.

Constatamos em nossa pesquisa, na perspectiva teórica da Atividade, que a apropriação do conhecimento matemático só é possível na atividade do sujeito em unidade dialética entre a teoria e a prática. O professor deve agir intencionalmente de forma a criar condições desencadeadoras para a aprendizagem. Entretanto para a concretização deste fato, no processo de formação do professor nos apropriamos de saberes sobre a prática docente a partir da Teoria da Atividade, o que implicou a articulação teórica e prática na práxis

pedagógica. Nesse contexto o docente mudou sua visão em relação à percepção de que teoria e prática são elementos de realidades distintas, passando a considerar que são indissociáveis.

O professor ao trabalhar durante o percurso na perspectiva da Teoria da Atividade desenvolveu situações desencadeadoras de aprendizagem em sala de aula. Se, por um lado, fez com que cada ação planejada considerasse a realidade da escola, por outro, a reflexão sobre a ação efetivamente desenvolvida em sala de aula permitiu que o professor reavaliasse sua prática docente, e nesse processo colaborativo a reorganizasse tendo como norteador o motivo da atividade.

Os debates entre professor e pesquisador nos períodos de co-situação, co-operação e co-produção sobre o ensino e aprendizagem da Matemática a partir dos fundamentos da Teoria da Atividade, criaram condições para os envolvidos na pesquisa perceberem a importância de ensinar e aprender Matemática para apropriação de um conhecimento socialmente construído e necessário para a compreensão e desenvolvimento dessa mesma sociedade. Foi essa tomada de consciência que criou condições para a identificação de elementos necessários a uma adequada organização do ensino.

No decorrer desta pesquisa compreendemos que o desenvolvimento profissional docente implica também na capacidade de planejar adequadamente as situações de ensino. Nos momentos de formação, discutimos elementos conceituais para o desenvolvimento dessa capacidade. Nesta perspectiva, os conteúdos matemáticos devem ser formados primeiramente como ações, para posteriormente se tornarem operações conscientes.

Destacamos como um aspecto relevante na organização do ensino a utilização de conceitos já trabalhados como instrumentos para se conseguir novas ações. Pensar os conceitos nessa perspectiva implica reconhecer que a sua apropriação não se resume à definição e à memorização. Isso privilegia a possibilidade da realização de operações como facilitadoras para aprendizagem do novo conceito.

Durante a realização da pesquisa empírica, conduzimos a atenção para o movimento das ações às operações conscientes. Percebemos que o que qualifica uma ação ou uma operação é o nível de consciência presente na relação do sujeito com o objeto. É por isso que, em um momento, interpretar o gráfico de uma função afim é uma ação e, em outro, uma operação.

Constatamos também que o trabalho em equipe realizado em sala de aula permitiu que as ações propostas pelo professor, fossem mais significativas para os alunos. Essa organização coletiva favoreceu a tomada de consciência dos estudantes, levando-os assim à aprendizagem. O trabalho coletivo criou condições para que os alunos, ao resolverem situações-problema desencadeadoras de aprendizagem se transformassem e se apropriassem de elementos da cultura humana construída historicamente.

Ao longo da explanação dos episódios selecionados no capítulo de análise dos dados, também foram apresentados e discutidos momentos do movimento da atividade de ensino para a atividade de aprendizagem, configurado por meio da reflexão, da análise e da planificação das ações. O uso dessas capacidades psíquicas permitiu a apropriação consciente dos conceitos, nesta pesquisa o desenvolvimento dessas competências foi mediado pelo professor na interação das equipes. A primeira ocorreu na explicitação das razões das ações dos alunos; a segunda, nos momentos das explicações das situações-problema, onde os estudantes generalizaram o conceito; e a terceira na formulação das situações-problemas quando os alunos planejaram diferentes estratégias para a resolução.

Um dos objetivos do ensino da Matemática é utilizar os conceitos desenvolvidos ao longo da história da humanidade para a solução de problemas que demandaram, antes de tudo, um esquema de pensamento. As tecnologias digitais podem contribuir para alcançarmos este objetivo, pois a sociedade tem se utilizado cada vez mais de recursos tecnológicos, nesse contexto proporcionar aos estudantes o conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo é imprescindível. O espírito investigativo, bastante difundido, pode ser um elemento desenvolvido a partir das tecnologias digitais, característica intimamente relacionada com a aprendizagem matemática.

Efetivamente estes recursos trazem diversas possibilidades para se trabalharem os conteúdos matemáticos em sala de aula. Contudo, é importante destacar o papel determinante do professor para o sucesso da aprendizagem discente, em cada uma das situações desencadeadoras de ensino com os recursos digitais. Por isso é fundamental que professores sejam formados com elementos teórico-metodológicos básicos para se trabalhar com estes recursos na escola. Podemos destacar a importância do Projeto UCA para a formação de professores com o uso de tecnologias digitais, especificamente o *laptop* educacional.

Embora o Projeto UCA estivesse realizando este processo de formação, no período da pesquisa empírica, constatamos a ausência de formações para as áreas específicas. Oficinas para conhecer e manusear objetos de aprendizagem e *softwares* para o ensino de Matemática não faziam parte do trabalho de formação naquele momento. Embora já não estejamos mais no campo, essa formação está acontecendo neste ano de 2013, que é um aspecto fundamental para inserir a tecnologia digital ao currículo.

Constatamos também que o *laptop* educacional tem limitações de *hardware*, ou seja, tem pouca memória. Esta restrição, entretanto, pode ser sanada parcialmente com o trabalho com objetos de aprendizagem direto da Internet em memória flash, onde o processamento se torna mais rápido. Contudo, em alguns momentos a Internet fica lenta e cai à conexão, estas condições impossibilita o uso do *laptop* educacional. Nesse contexto, um aspecto que nos chama atenção é que apesar da implantação do cinturão digital ainda continuam acontecendo esses problemas, daí a importância do planejamento das políticas públicas para que o Projeto possa caminhar com qualidade e não apenas as máquinas serem deixadas na escola sem nenhum apoio técnico.

Verificamos também, que a tela do *laptop* educacional é pequena, pudemos evidenciar esta limitação nas imagens geradas no capítulo de análise dos dados. Ao chegamos à fase de campo da pesquisa este fato surgiu como uma explicação do professor para a pouca utilização deste instrumento. Apesar dessas limitações tem todo um investimento e os equipamentos acabam quase não sendo utilizados, entretanto, como o Projeto UCA é uma experiência piloto, sugerimos que essas dificuldades sejam consideradas em suas fases de ampliação e que esses recursos sejam repensados visando uma melhor apropriação e utilização do computador portátil pela escola.

Nas situações desencadeadoras de aprendizagem com o uso do *laptop* educacional, evidenciamos que este recurso potencializa o ensino de Matemática. Pois a partir daí os alunos reconheceram que o gráfico de uma função afim é dado por uma reta de equação $f(x) = ax+b$. Os estudantes desta turma também articularam os registros de representação algébrica e gráfica no estudo da função afim, que foi um aspecto fundamental para a concretização da atividade de aprendizagem.

Ressaltamos que o uso do OA GP Funcional e do *software* Geogebra apresentou contribuições no processo de compreensão da análise do comportamento de gráficos da

função afim, no que se refere às alterações que estes sofrem quando submetidos às mudanças dos valores de seus coeficientes.

Por fim, compreendemos que existem diversas questões para serem tratadas no universo de uma pesquisa que uma investigação não é capaz de dar conta. Estudos posteriores poderão verificar mais detalhadamente, com suporte em outras teorias, de que forma os professores continuam a utilizar essa tecnologia e se novos avanços no ensino de Matemática foram obtidos com a continuidade do Programa UCA.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria Elisabeth Bianconcini de. ; VALENTE, José Armando. *Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?* São Paulo: Paulus, 2011 – (Coleções Fundamentais da Educação – 10).

_____, Maria Elisabeth Bianconcini de. PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito. Indicadores para a formação de educadores para a integração do *laptop* na escola. In Almeida, M. E. B.; Prado, M. E. B. B. (Org.) *O computador portátil na escola: mudanças e desafios nos processos de ensino e aprendizagem*. São Paulo: Avercamp, 2011.

_____. Educação e tecnologias no Brasil e em Portugal em três momentos de sua história. In: *Educação, Formação & Tecnologias*, v. 1, n. 1, pp. 23-36, 2008.

_____. *Informática e formação de professores*. Brasília: MEC, 2000. (Coleção Informática para a Mudança na Educação). Disponível em: <<http://www.proinfo.mec.gov.br>>. Acesso em: 30 Jun. 2011.

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. O debate atual sobre os paradigmas de pesquisa em educação. In: *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 96, p. 15-23, fev/abr, 1996.

ANADÓN, Maria Elisa. Novas dinâmicas na pesquisa educativa e formação continuada dos docentes: os modelos participativos. In: ANAIS DO COLÓQUIO NACIONAL. EPISTEMOLOGIA DAS CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO, 9., 2007, Natal, *Anais...* Natal: EDUFN, 2007. p. 1-14.

ANGIOLIN, Alexandra Garrote. *Trajетórias Hipotéticas de Aprendizagem sobre Funções Exponenciais*. 2009. 196 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

AUGUSTO, Claudio Ricardo. *Aprendizagem de função afim: uma intervenção de ensino com auxílio do software Graphmatica*. 2008. 127f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

BARRETO, Antonio Luiz de Oliveira. *A análise da compreensão do conceito de função mediado por ambientes computacionais*. 2009. 363 f. Tese (Doutorado em Educação Brasileira) – Pós-Graduação em Educação Brasileira. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BARRETO, Marcilia Chagas. Contribuições da teoria da atividade para a compreensão das relações estabelecidas em sala de aula. In: FARIAS, I.M.S de; NUNES, J.B.C.; NÓBREGA-THERRIEN, S.M. (Org.). *Pesquisa científica para iniciantes: caminhando no labirinto*, v.1. Fortaleza: EdUECE, 2010.

BARROS, Luciana Alvares Paes de. *Desenvolvimento do conceito de avaliação na formação inicial de professores em atividade colaborativa*. 2007.123 f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BITTAR, Marilena. *A parceria Escola x Universidade na inserção da tecnologia nas aulas de Matemática: um projeto de pesquisa-ação*. In: DALBEN, Ângela; DINIZ, Júlio; LEAL, Leiva; SANTOS, Lucíola (orgs.). *Convergências e tensões no campo da formação e do*

trabalho docente: Educação Ambiental, Educação em Ciências, Educação em Espaços não-escolares, Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2010, p. 591-609.

BOGDAN, Robert C.; & BLIKEN, Sari Knopp. *Investigação Qualitativa em Educação*. Uma introdução a teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994. Traduzido por Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista.

BOLZAN, Dóris Pires Vargas. *Formação de professores: compartilhando e reconstruindo conhecimentos*. Porto Alegre: Mediação, 2002.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. *Informática e Educação Matemática*. 4ª ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010. - (Coleção Tendências em Educação Matemática).

_____. Pesquisa qualitativa em educação matemática. In 27 reunião anual da Anped, Caxambu, MG. *Anais...* Minas gerais: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 11, 2004, 1-18.

BORGES NETO, Hermínio; BORGES, Suzana Maria Capelo. *O papel da informática educativa no desenvolvimento do raciocínio lógico*. 2004.

BOYER, Carl B. *História da Matemática*. 2ª Edição – 3ª reimpressão – Tradução: Elza F. Gomide. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2001.

BRAGA, Ciro. *Função: a alma do ensino da matemática*. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática*. Brasília : MEC/SEF, 1997.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica do Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio: Matemática*. Brasília: SEMTEC/ MEC. 1999.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: - orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

_____. Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC; SEB, 2006.

_____. *Princípios orientadores para o uso pedagógico do laptop na educação escolar*. Brasília, 2007.

_____. Secretaria de Educação a Distância. *Um computador por aluno: formação Brasil – projeto, planejamento das ações/cursos*. Brasília: MEC/SEED, 2009. 31p.

_____. Ministério da Educação. *Site do projeto um computador por aluno – UCA*. Disponível em: <<http://www.uca.gov.br/institucional/>>. Acesso em: 21/11/2011.

BRUNER, Jerome. *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza Editorial, 1984.

CARAÇA. Bento de Jesus. *Conceitos fundamentais da matemática*. Gradiva: Lisboa, 2000.

CASTRO FILHO, José Aires de; FREIRE, Raquel Santiago; LEITÃO, Magno de Almeida.; MACÊDO, Laércio Nobre. O desenvolvimento de conceitos matemáticos e científicos com o

auxílio de objetos de aprendizagem. In LOPES, C. R.; FERNANDES, M. A. (Orgs.). *Informática na educação: elaboração de objetos de aprendizagem*. Uberlândia: EDUFU, 2007.

CARRAHER, Terezinha Nunes; SCHLIEMANN, Ana Lúcia Dias; CARRAHER, David. *Na vida dez, na escola zero*. 10ª ed. São Paulo: Cortez, 1997.

CEARÁ, Secretaria da Educação Básica do Estado do; 12ª Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (Quixadá, CE). Francisco Glauberto Abreu da Silva. *Plano Anual da 1ª série do Ensino Médio*, 2012.

CONNELY, Michael F.; CLANDININ, D. Jean.; Stories of experience and narrative inquiry. *Educational Research*, v.19, n.5, p.2-14, 1990.

COSTA, Ricardo Carvalho. *A formação de Professores de Matemática para uso das Tecnologias de Informação e Comunicação: uma abordagem baseada no ensino de funções polinomiais de primeiro e segundo graus*. 2010. 119f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

CUNHA, Maria Isabel. Conta-me agora! As narrativas como alternativas pedagógicas na pesquisa e no ensino. *Revista da Fac. Educ.*, São Paulo, v. 23, n. 1-2, Jan./Dez. 1997.

CURY, Helena Noronha; BIANCHI, Alaydes Sant'Anna; AZAMBUJA, Cármen Regina Jardim de; MÜLLER, Marilene Jacintho; SANTOS, Mônica Bertoni dos. *Formação de Professores de Matemática*. Canoas;v.4;n.1;p. 37- 42 jan./jun. 2002. In: Revista Acta Scientiae / Universidade Luterana do Brasil. Área de Ciências Naturais e Exatas - Canoas: Ed. ULBRA, 2002. Semestral

CYSNEIROS, Paulo Gileno. Novas tecnologias na sala de aula: melhoria do ensino ou inovação conservadora? In: *Revista Informática Educativa*. Universidad de los Andres. v. 12, n. 1, 1999, p. 11-24.

D'AMBRÓSIO, Beatriz Silva. Como ensinar Matemática hoje? In: *Revista Temas & Debates*, Ano II, n. 2, Brasília: SBEM, 1989, p. 15-19.

_____. "Formação de professores de matemática para o Século XXI: o grande desafio". *Proposições*, vol.4, no 1[10], março de 1993.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Uma história consisa da matemática no Brasil*. – Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

_____. *Educação Matemática: Da teoria à prática*. – Campinas, SP : Papyrus, 21 ed, 2010. – (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

DANTE, Luiz Roberto. *Matemática: contexto e aplicações*. 1ª impressão da 1. ed.v.1. São Paulo: Ática, 2010.

DAVYDOV, Vasili Vasilievich. *Tipos de generalizacion em la ensenanza*. Habana: Editorial Pueblo y Educacion, 1982.

DESGAGNÉ, Serge. Lê concept de recherche collaborative. L'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticieres enseignants. *Revue des Sciences de L'éducation*, v. 2, n. 23, p. 371-393, 1997.

_____. Et all. L'approche collaborative de recherché em education: um rappot nouveau na établir entre recherché et formation. *Revue des Sciences de L'education*, v.27,n.1, 2001,p.1-48.

DOMINGUES, Higino H.; IEZZI, Gelson. *Álgebra Moderna*. 4 ed. ref. São Paulo. Editora Atual, 2003.

DUVAL, Raymond. Graphiques et équations: L'articulation de deux registres. *Annalles de Didactiques et de Sciences Cognitives*. v.1. Strasbourg: ULP – IREM, 1988. Tradução: Méricles Thadeu Moretti. Gráficos e equações: a articulação de dois registros. In: REVEMAT, Florianópolis (SC), v. 6, n. 2, p. 96-112, 2011.

EVES, Howard. *Introdução à história da matemática*. Trad. Hygino H. Domingues. 5ª ed. – Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2011.

EBERLE, Eveline de Souza; BRIZZI, Maristela Stolz; FAGUNDES, Léa da Cruz. Formação UCA: integrando teoria e prática. In: *Anais do XXII SBIE - XVII WIE*. Aracaju, 2011.

FERRAZ, Ademir Gomes; GITIRANA, Verônica. Uma análise do esboço de gráficos de função em livros textos de cálculo diferencial e integral. In: *Anais do IX Encontro Nacional de Educação Matemática*. Belo Horizonte, 2007.

FERREIRA, Ana Cristina. Um olhar retrospectivo sobre a pesquisa brasileira em formação de professores de matemática. In: FIORENTINI, Dario (org.). *Formação de professores de Matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2003.

FERREIRA, Verônica G. Gomes. Aproveitando o Potencial Dinâmico do Computador no Ensino de Função Matemática. In: *13. Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste: Educação Matemática*, 1997, Natal. John A. Fossa (Org). – Natal: EDUFRN, 1998.

FIORENTINI, Dario (org.). *Formação de professores de Matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2003.

_____. Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente? In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola (Orgs). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. Belo Horizonte- MG: Autêntica, 2004.

_____; LORENZATO, Sérgio. *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos*. - 3. ed. rev. - Campinas, SP: Autores Associados, 2009. – (Coleção formação de professores)

GLADCHEFF, Ana Paula; ZUFFI, Edna Maura; SILVA, Dilma Menezes da. Um instrumento para avaliação da qualidade de softwares educacionais de Matemática para o Ensino Fundamental. *Anais do XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, 2001.

GRANGER, Gilles-Gaston. *A ciência e as ciências*. Tradução de Roberto Leal Ferreira. – São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1994. – (Ariadne).

GUBA, Egon G.; LINCOLN, Yvonna S. Competing paradigms in qualitative research. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Ed.). *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, California: SAGE, p. 105-107, 1994.

IBIABINA, Ivana Maria Lopes de Melo. *Pesquisa colaborativa: investigação, formação e produção de conhecimentos*. – Brasília : Líber Livro Editora, 2008.

_____; FERREIRA, Maria Salonilde. A Pesquisa Colaborativa na Perspectiva Sócio-Histórica. In: *Linguagens, Educação e Sociedade*: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Piauí/Centro de Ciências da Educação – n.12, (2005) – Teresina: EDUPI, p. 26 – 38, 2005.

IMBERNÓN, Francisco. *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. São Paulo: Cortez, 2006.

_____. *Formação continuada de professores*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Resultado da Prova Brasil*. Brasília: MEC, 2011. Disponível em:

<http://portal.inep.gov.br/web/prova-brasil-e-saeb/resultados> Acesso em: 19.11.2011.

LEONTIEV, Alexis Nikolaevich. Uma Contribuição à Teoria do Desenvolvimento da Psique Infantil. In : Vigotski ,L. S. *Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem*. Tradução de Maria da Pena Villalobos. 11ª edição-São Paulo: Ícone, 2010.

_____. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VYGOTSKY, L. S., LURIA, A. R., LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. Tradução: Maria da Pena Villalobos. 6. Ed. São Paulo: Ícone: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.

_____. Os princípios do desenvolvimento mental e o problema do atraso mental. In: LURIA, A.R. *et al. Psicologia e Pedagogia I: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento*. Tradução: Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Editora Moraes, 1991.

_____. *Actividad, conciencia, personalidad*. Habana, Cuba: Editorial Pueblo Y Educación. 1983.

_____. The problem of activity in psychology. In: WERTSCH, James. (org). *The concept of activity in soviet psychology*. New York: M.E. Sharpe, Inc, 1981.

_____. *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Horizonte Universitário, 1978a.

_____. *Activity and Consciousness*. Marxists Internet Archive P.O. Box 1541; Pacifica, CA 94044; USA. Set by Andy Blunden in Garamond 1978b.

_____. *O desenvolvimento do psiquismo*. São Paulo: Moraes, s/d.

LIMA, Elon Lages. *Curso de Análise*, vol 1, 12 ed. – Rio de Janeiro: Associação Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, 2008. (Projeto Euclides).

LIMA, Emília Freitas de. Formação de professores – passado, presente e futuro: o curso de Pedagogia. In: MACIEL, L. S. B. e SHIGUNOV NETO, A. (Orgs.) *Formação de professores: passado, presente e futuro*. São Paulo: Cortez, 2004.

LIMA, Luciana de. *A aprendizagem significativa do conceito de função na formação inicial do professor de Matemática*. 2008. 157f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.

LIMA, Luciano Feliciano de. *Grupo de estudos de professores e a produção de atividades matemáticas sobre funções utilizando computadores*. 2009. 175f. Dissertação (Mestrado em

Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

LINS, Romulo Campos; GIMENEZ, Joaquim. *Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI*. – Campinas, SP: Papirus, 1997. (Coleção Perspectivas em educação Matemática).

LOIOLA, Laura Jeane Soares Lobão. *Contribuições da pesquisa colaborativa e do saber prático contextualizado para uma proposta de formação continuada de professores de Educação Infantil*. Fortaleza, 2004. 327f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2004.

LOPES, Anemari Roesler Luersen Vieira. *Aprendizagem da docência em matemática: o Clube de Matemática como espaço de formação inicial de professores*. Passo Fundo : Ed. Universidade de Passo Fundo, 2009.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, Nilson José. *Matemática e realidade*. 4 ed. São Paulo, Cortez, 1997.

MAGALHÃES, André Ricardo. *Mapas Conceituais Digitais como Estratégia para o Desenvolvimento da Metacognição no Estudo de Funções*. 2009. 263f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

MAIA, Diana. *Função Quadrática: Um Estudo Didático de uma Abordagem Computacional*. 2007. 141f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

MAIA, Dennys Leite. *Ensinar Matemática com o uso de tecnologias digitais: um estudo a partir da representação social de estudantes de Pedagogia*. 2012. 190 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.

MARINHO, Simão Pedro P. MARINHO, Alessandra M. S. TÁRCIA, Lorena. SILVA, Carmem Lúcia da. VELLOSO, Maria Jacy Maia. Uma proposta contextualizada de formação *on-line* de professores e gestores no Projeto UCA em Minas Gerais: possibilidades e desafios. In: *Anais do XXII SBIE - XVII WIE*. Aracaju, 21 a 25 de novembro de 2011.

MENDES, Iran Abreu. *Matemática e investigação em sala de aula: tecendo redes cognitivas na aprendizagem*. Ed. rev. e aum. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

MINAYO, Maria Cecília de Souza & SANCHES, Odécio. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul/sep, 1993.

_____. *O Desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 4.ed. São Paulo: Hucitec; Abrasco, 1996.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. et al. *Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e formação*. São Carlos: EdUFSCar, 2002.

MORAES, Silvia Pereira Gonzaga de. *Avaliação do processo de ensino e aprendizagem em Matemática: contribuições da teoria histórico-cultural*. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

_____; MOURA, Manoel Oriosvaldo de. Avaliação do Processo de Ensino e Aprendizagem em Matemática: contribuições da teoria histórico-cultural. *Bolema*, Rio Claro (SP), UNESP, v. 22, nº 33, p. 97 a 116. 2009.

MORETTI, Vanessa Dias. *Professores de matemática em atividade de ensino: uma perspectiva histórico-cultural para a formação docente*. 2007. 207f. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de; ARAÚJO, Elaine Sampaio; RIBEIRO, Flavia Dias; PANOSSIAN, Maria Lucia; MORETTI, Vanessa Dias. A Atividade Orientadora de Ensino como Unidade entre Ensino e Aprendizagem. In: *A atividade pedagógica na teoria Histórico-Cultural*. Organizado por Manoel Oriosvaldo de Moura – Brasília : Liber livro, 2010.

_____; MORETTI, Vanessa Dias. Investigando a aprendizagem do conceito de função a partir dos conhecimentos prévios e das interações sociais. In: *Ciência & Educação*, v. 9, n. 1, p. 67-82, 2003.

_____. A atividade de ensino como ação formadora. In: CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. M. P. de (Org.). *Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média*. São Paulo: Pioneira Thompson, 2002.

_____. A atividade de ensino como unidade formadora. *Bolema*, ano II, n. 12. P. 29-43, 1996.

NÓBREGA-TERRIEN, Silvia Maria; TERRIEN, Jacques. O estado da questão: aportes teóricos-metodológicos e relatos de sua produção em trabalhos científicos In: FARIAS, I. M. S. de; NUNES, J. B. C. ; NÓBREGA TERRIEN, S. M. (Org.). *Pesquisa científica para iniciantes: caminhando no labirinto*. Fortaleza: EdUECE, 2010. p. 33-51 (Coleção Métodos de Pesquisa).

OCDE. *PISA 2009 results: what students know and can do – student performance in Reading, Mathematics and Science*. vol. 1. Paris: OECD Publishing, 2010.

PANOSSIAN, Maria Lúcia. *Manifestações do pensamento e da linguagem algébrica de estudantes: indicadores para a organização do ensino*. 2008. 179f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PELHO, Edelweiss Benez Brandao. *Introdução ao conceito de função: a importância da compreensão das variáveis*. 2003.146f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2003.

PIMENTA, Selma Garrido. (Org.). *Didática e Formação de Professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal*. São Paulo: Cortez, 2000.

_____; GARRIDO, Elsa; MOURA, Manoel Oriosvaldo de. Pesquisa colaborativa na escola; uma maneira de facilitar o desenvolvimento profissional dos professores. In: MARIN (org) *Formação Continuada*. Campinas. Papyrus. 2000.

PONTE, João Pedro da. A investigação sobre o professor de Matemática: Problemas e perspectivas. *I SIPEM — Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*. São Paulo, Brasil, 2009.

PONTES, Helton Udenes Nascimento. *Uso de software educativo no Ensino Médio para facilitar a aprendizagem significativa e cooperativa de funções*. 2010. 197f. Dissertação

(Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PONTES, Renata Lopes Jaguaribe. *O uso da web 2.0 na educação: um estudo de caso com professores participantes do Projeto Um Computador por Aluno (UCA)*. 2011.161f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pós-Graduação em Educação Brasileira. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

REALI, Aline Maria de Medeiros Rodrigues; TANCREDI, Regina Maria Simões Puccinelli. Desenvolvendo uma metodologia de aproximação entre a escola e as famílias dos alunos com a parceria da universidade. In: SEMPE – SEMINÁRIO DE METODOLOGIA PARA PROJETOS DE EXTENSÃO, 4, *Anais...* São Carlos 29-31 ago 2001.

RIBEIRO, Márcia Regina Ramos Costa. *Possibilidades e dificuldades no desenvolvimento de situações de aprendizagem envolvendo funções trigonométricas*. 2011. 119f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

RIBEIRO, Flavia Dias. *A aprendizagem da docência na prática de ensino e no estágio: contribuições da teoria da atividade*. 2011. 196 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

RODRIGUES, Márcio Urel. *Narrativas no Ensino de Funções por de meio de Investigações Matemáticas*. 2007. 305f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SÁNCHEZ HUETE, Juan Carlos; FERNÁNDEZ BRAVO, José A. *O ensino da matemática: fundamentos teóricos e bases psicopedagógicas*. Tradução Ernani Rosa. – Porto Alegre: Artmed, 2006.

SANTOS, Sérgio Aparecido dos. *Ambiente informatizado: para o aprofundamento da função quadrática por alunos da 2ª série do Ensino Médio*. 2009. 162f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SCANO, Fabio Correa. *Função Afim: Uma sequência didática envolvendo atividades com o Geogebra*. 2009. 150f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SFORNI, Marta Sueli de Faria. *Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade*. 1ª edição. Araraquara: JM Editora, 2004.

SILVA, Renata Kelly. *O impacto inicial do Laptop Educacional no olhar de professores da Rede Pública de Ensino*. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SOARES, Magda. Novas práticas de leitura e escrita: letramento na cibercultura. *Educação e Sociedade: Revista de Ciência e Educação*, Campinas, v.23, p. 143-160, dez. 2002.

SOUSA, Ana Cláudia Gouveia de; BARRETO, Marcilia Chagas. Os Registros de Representação Semiótica e o trabalho com Aritmética nas séries iniciais da escolaridade: uma experiência de formação docente. In: *Anais do XII Encontro Brasileiro de Pesquisa em Educação Matemática (EMBRAPEM)*, Rio Claro, SP: UNESP, 2008.

SOUZA, Edílson Paiva de. *As funções seno e cosseno: diagnóstico de dificuldades de aprendizagem através de sequências didáticas com diferentes mídias*. 2010. 134f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

TELES, Fabricia Pereira; IBIAPINA, Ivana Maria Lopes de Melo. A pesquisa colaborativa como proposta inovadora de investigação educacional. In: *Diversa*. Ano 2 - nº 3 :: jan./jun. 2009.

TOMAZ, Vanessa Sena; DAVID, Maria Manuela Martins Soares. *Interdisciplinaridade e aprendizagem da matemática em sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008.

USISKIN, Zalman. *Concepções sobre a álgebra da escola média e utilizações das variáveis*. In: COXFORD, Arthur F.; SHULTE, Alberto P.(Org). *As idéias da álgebra*. São Paulo: Atual, 1995.

VALENTE, José Armando. Um *laptop* para cada aluno: promessas e resultados. In: ALMEIDA, M. E. B. de; PRADO, M. E. B. B. (Orgs.). *O Computador portátil na escola: mudanças e desafios nos processos de ensino e aprendizagem*. São Paulo: AVERCAMP, 2011.

_____. (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Brasília: MEC, 1999.

VERGNAUD, Gérard. Theoretical frameworks and empirical facts in the psychology of mathematics education. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 6, 1988, Budapest. *Proceedings of the International Congress on Mathematical Education*. Budapest: ICME, 1988. p. 39-41.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. *A formação social da mente*. 6. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

_____. *A construção do pensamento e da linguagem*. Tradução: Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

YOUSCHKEVITCH, Adolph P. *Le concept de fonction jusqu'au milieu du XIX^e siècle*. *Fragments d'histoire des Mathématiques*. Brochure A.P.M.E.P. n. 41, 1981. p. 7 - 67.

ZEICHNER, Kenneth. El maestro como profesional reflexivo. *Cuadernos de pedagogía*. 220, 44-49. 1993.

ZUFFI, Edna Maura. et al. *Alguns aspectos do desenvolvimento histórico do conceito de função*. *Educação Matemática em Revista*. *Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática em Revista (SBEM)*, n. 9/10, p. 10-16, São Paulo, 2001.

APÊNDICE

APÊNDICE 1

Roteiro de Observações

Aula ____/____/____

Observador: _____

I - Mediação social

Qual o objetivo da aula (conteúdo previsto, conceitos)?

O objetivo foi explicitado para os alunos?

Como os conceitos foram trabalhados?

Foi feita relação com conteúdos (conhecimentos) anteriores?

Os conteúdos anteriores foram usados **explicitamente** para trabalhar os novos conteúdos?

O professor dialoga com os alunos?

O professor dialoga com os alunos no que diz respeito especificamente aos conteúdos?

O professor solicita a participação dos alunos?

Ele concede tempo para que o aluno se responsabilize pela resolução dos problemas propostos?

Os alunos se envolvem com a resolução dos problemas (tarefas)?

Os alunos participam: por solicitação do professor?

Por iniciativa própria?

Reflexão – se discute a razão das ações dos alunos e de sua correspondência com as condições do problema?

Análise – se discute a resolução do problema por diferentes estratégias usadas pelos alunos naquele momento observado? O professor aborda a generalização para a resolução de diferentes tarefas?

Plano interior das ações – Há antecipação de ações, ou seja, se discute algo sobre COMO é possível resolver a tarefa antes de efetivamente começar a resolvê-la?

Trabalha-se em grupo? Individualmente?

Observações acerca das relações dos indivíduos (professor - aluno; aluno - aluno) entre si

II - Mediação dos instrumentos

Que instrumentos foram utilizados pelo professor na aula?

Em que momentos eles foram utilizados?

Qual foi a proposta do professor para a utilização dos materiais pelos alunos?

Durante quanto tempo foi utilizado o material: pelo professor?

pelo aluno?

O uso do material estava previsto pelo professor ou foi uma ideia surgida no momento?

O uso foi exitoso?

Observações acerca dos materiais e seu

uso_____

III - Como é o ambiente motivacional na sala de aula. (Os alunos se mostram envolvidos? O professor se mostra comprometido com a aprendizagem de seus alunos?)

APÊNDICE 2

PESQUISA: CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE NO ENSINO DE FUNÇÕES COM O USO DO *LAPTOP* EDUCACIONAL.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos desenvolvendo uma pesquisa intitulada **CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE NO ENSINO DE FUNÇÕES COM O USO DO *LAPTOP* EDUCACIONAL**. Com a mesma pretendemos analisar elementos que evidenciem a geração de atividade no ensino de funções com o uso do *laptop* educacional, a partir de uma formação com um professor de Matemática do 1º ano do Ensino Médio. O conteúdo será gravado em áudio, as gravações serão usadas exclusivamente para análise dos dados. Também, gostaríamos de contar com a sua colaboração para permitir a observação das aulas, que serão gravadas em vídeos, para que seus elementos possam ser revistos em momentos de reflexão, sempre que parecer conveniente ao sujeito da pesquisa. O foco será o professor, os alunos em nenhum momento aparecerão nas imagens. Neste caso, queremos solicitar vossa permissão para filmar e gravar as aulas. Os dados serão analisados a partir das gravações em áudio e em vídeo. Informamos que a pesquisa não lhe trará nenhum ônus e que você tem a liberdade para participar ou não da pesquisa, sendo-lhe reservado o direito de desistir da mesma no momento em que desejar, sem que isto lhe acarrete qualquer prejuízo. Informamos também que **não** haverá divulgação personalizada das informações, que você **não** receberá qualquer espécie de reembolso ou gratificação devido à participação neste estudo e que terá o direito a uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Se necessário, pode entrar em contato com o responsável pela pesquisa, Rodrigo Lacerda Carvalho, pelos telefones (85) 86103974; (88) 99017803 ou e-mail: rodrigolacerdacarvalho@yahoo.com.br ; ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Ceará, no qual a pesquisa foi aprovada, pelo telefone (85) 31019890 ou e-mail: cep@uece.br.

Assinatura do Responsável pela Pesquisa

Tendo sido informado(a) sobre a pesquisa **AS CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA ATIVIDADE NO ENSINO DE FUNÇÕES COM O USO DO *LAPTOP* EDUCACIONAL**, concordo em participar da mesma de forma livre e esclarecida.

Nome: _____

Assinatura: _____

Fortaleza/Ce, _____ de _____ de _____.

APÊNDICE 3



O *LAPTOP* EDUCACIONAL E O *SOFTWARE* GEOGEBRA NO ENSINO DE FUNÇÕES DO 1º GRAU

RESUMO

O *laptop* educacional na sala de aula é uma ferramenta de inclusão digital, podendo potencializar o ensino e a aprendizagem da Matemática, especificamente o ensino de funções do 1º grau, a partir do uso do Geogebra. Este *software* permite uma dinâmica de manipulação que não pode ser alcançada apenas com o lápis e o papel. O nosso objetivo geral foi demonstrar os diferentes tipos de funções do 1º grau, analisando os coeficientes da lei de formação da função, associando com sua respectiva representação gráfica. Como objetivos específicos, pretendíamos compreender que o gráfico de uma função do 1º grau é sempre uma reta e identificar a relação dos coeficientes a e b com a posição da reta. Esta atividade foi desenvolvida em duas aulas, com alunos do 1º ano do Ensino Médio. A proposta consistiu na representação de funções do 1º grau, algébricas e gráficas. Ao mudar os coeficientes a e b , a reta referente à função se modificava obedecendo às variações dos seus valores, assim os estudantes puderam observar os diferentes tipos de funções - crescente, decrescente e constante - e suas respectivas relações com a posição ocupada pela reta no gráfico. Além disso, perceberam que o coeficiente b é sempre o ponto que intercepta o eixo y . Para variar os coeficientes, usamos a ferramenta botão deslizante, nessa opção, escolhemos a variação dos valores, entre -5 e 5, depois, foi inserida no campo de entrada a função $y = a*x + b$. Após a construção dos objetos, botões deslizantes e a função, vimos como a reta que representa a

função se comporta com as suas variações, correspondentes aos coeficientes a e b , primeiramente compreendemos que, quando a função é crescente, temos $a > 0$, visualizamos que a função é decrescente, quando $a < 0$, e vimos também que, com $a = 0$, a função é constante e a reta é paralela ao eixo x . Surgiram dificuldades no desenvolvimento da atividade, devido à falta de domínio, por parte de alguns alunos, no manuseio do *laptop* educacional e do *software* utilizado. Tentamos superar essas dificuldades ensinando o conteúdo de funções por meio dessas ferramentas, assim, não precisamos interromper a dinâmica da aula para ensinar este manuseio. No contexto geral, a experiência foi satisfatória, pois os discentes viram, de forma dinâmica, a variação dos diferentes tipos de reta, facilitando posteriormente no ensino de outras funções. A partir do que foi observado, concluímos que, apesar da participação de todos os alunos, ainda temos muito a melhorar em relação à apropriação das ferramentas disponíveis no *laptop*. Constatamos na experiência realizada que os alunos tiveram maior dúvida em relação ao uso desta ferramenta do que com conteúdo abordado na atividade. Quanto ao conteúdo de funções do 1º grau com o uso do Geogebra, abordamos as representações, não de forma isolada, mas apresentando a coordenação entre elas como um novo caminho para o conhecimento de funções, ou seja, foi mediado um trabalho com representações múltiplas. Contudo, vale ressaltar a importância do planejamento das aulas favorecendo o uso pedagógico do *laptop* educacional, mas, para isso, é necessária uma adequada formação de professores.

Palavras-chave: funções do 1º grau, geogebra, matemática.