

A Construção do Conhecimento Matemático com o Uso das TIC

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Carlos Renêe Martins Maciel

MESTRADO EM CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO - INOVAÇÃO PEDAGÓGICA



UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

fevereiro | 2018

A Construção do Conhecimento Matemático com o Uso das TIC

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Carlos Renêe Martins Maciel

MESTRADO EM CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO - INOVAÇÃO PEDAGÓGICA

ORIENTAÇÃO

Fernando Luís de Sousa Correia
Francisco Régis Vieira Alves



UNIVERSIDADE da MADEIRA
Faculdade de Ciências Sociais
Mestrado em Ciências da Educação - Inovação Pedagógica

Dissertação de Mestrado

A construção do conhecimento matemático com o uso das TIC

Carlos Renêe Martins Maciel

Funchal
2018

Carlos Renêe Martins Maciel

A construção do conhecimento matemático com o uso das TIC

Dissertação de Mestrado apresentada ao Conselho Científico da Faculdade de Ciências Sociais da Universidade da Madeira para a obtenção do grau de Mestre em Ciências da Educação – Inovação Pedagógica.

Orientadores:

Professor Doutor Fernando Luís de Sousa Correia

Professor Doutor Francisco Régis Vieira Alves

**Funchal
2018**

Agradecimentos

A Deus, por sempre me abençoar e me conduzir pelos caminhos que levam à minha felicidade e a prosperidade.

A minha família, em especial a minha esposa, Samila Martins, e ao meu filho, Francisco Ryan, que sempre me apoiaram neste projeto e souberam entender minha renúncia a muitos momentos familiares para desenvolver este trabalho.

Aos meus colegas de turma, que juntos fomos apoio e motivação uns para os outros para conclusão deste mestrado.

A Universidade da Madeira, que calorosamente recebeu nossa turma de brasileiros em suas dependências, quando nela estivemos.

Ao meu orientador, Dr. Fernando Correia, pela bela condução na orientação deste trabalho e pela atenção desprendida em sua missão.

Ao meu co-orientador, Dr. Régis Alves, que caminha ao meu lado na trajetória acadêmica desde os primeiros anos de graduação.

A EEFM Antônio Dias Macedo, que prontamente aceitou participar deste trabalho com a colaboração de toda comunidade escolar.

A todos, que de modo direto ou indireto, contribuíram para o desenvolvimento e conclusão desta dissertação.

“Na educação, a mais elevada marca de sucesso é não ter imitadores, mas inspirar outros a ir além.”

Seymour Papert

Resumo

Em tempos modernos, onde a sociedade vive em torno de tecnologias digitais de comunicação e informação, a escola se insere completamente neste contexto. Porém, muitas das unidades escolares atuais têm se preocupado muito com o ensino em detrimento da aprendizagem dos alunos. Nesta linha, este trabalho desenvolve uma discussão consistente, baseado em autores de referência, nacionais e internacionais, sobre a aprendizagem com o uso das TIC, em particular para a construção do conhecimento matemático, bem como a realização de uma pesquisa empírica e análise dos resultados da mesma, para percepção, a partir de uma abordagem etnográfica da realidade vivenciada no campo de pesquisa a fim de encontrarmos práticas pedagógicas que mostrem a valorização da aprendizagem de Matemática, ou seja, onde haja indícios de mudanças qualitativas do paradigma atual para um novo paradigma que mostre Inovação Pedagógica em sua essência.

Esta pesquisa foi desenvolvida com a colaboração e participação direta, através de observação participante do pesquisador, da professora de Matemática e dos alunos da 3ª série do ensino médio da EEFM Antônio Dias Macedo.

Palavras-chave: Aprendizagem, Matemática, Construcionismo, TIC, Inovação Pedagógica, Etnografia.

Resumen

En tiempos modernos, donde la sociedad vive en torno a tecnologías digitales de comunicación e información, la escuela se inserta completamente en este contexto. Sin embargo, muchas de las unidades escolares actuales se han preocupado mucho de la enseñanza en detrimento del aprendizaje de los alumnos. En esta línea, este trabajo desarrolla una discusión consistente, basada en autores de referencia, nacionales e internacionales, sobre el aprendizaje con el uso de las TIC, en particular para la construcción del conocimiento matemático, así como la realización de una investigación empírica y análisis de los resultados de la misma, para la percepción, a partir de un enfoque etnográfico de la realidad vivenciada en el campo de investigación a fin de encontrar prácticas pedagógicas que muestren la valorización del aprendizaje de Matemáticas, o sea, donde haya indicios de cambios cualitativos del paradigma actual para un nuevo paradigma que muestra la innovación pedagógica en su esencia.

Esta investigación fue desarrollada con la colaboración y participación directa, a través de observación participante del investigador, de la profesora de Matemática y de los alumnos de la 3ª serie de la escuela secundaria de la EEFM Antônio Dias Macedo.

Pallabras-llave: Aprendizaje, Matemáticas, Construccinismo, TIC, Innovación Pedagógica, Etnografía.

Abstract

In modern times, where society lives around digital technologies of communication and information, the school is inserted completely in this context. However, many of today's school units have been very concerned with teaching rather than student learning. In this line, this work develops a consistent discussion, based on national and international reference authors, on learning with the use of TIC, in particular for the construction of mathematical knowledge, as well as the accomplishment of an empirical research and analysis of the results of the same, for perception, from an ethnographic approach of the reality lived in the field of research in order to find pedagogical practices that show the valorization of the learning of Mathematics, that is, where there are indications of qualitative changes of the current paradigm for a new paradigm that shows Pedagogical Innovation in its essence.

This research was developed with collaboration and direct participation, through participant observation of the researcher, the Mathematics teacher and the students of the 3rd grade of the EEFM Antônio Dias Macedo.

Key-word: Learning, Mathematics, Constructionism, TIC, Pedagogical Innovation, Ethnography.

Résumé

Dans les temps modernes, où la société vit autour des technologies numériques de communication et d'information, l'école s'insère complètement dans ce contexte. Cependant, de nombreuses unités scolaires d'aujourd'hui se préoccupent beaucoup de l'enseignement plutôt que de l'apprentissage des élèves. Dans cette ligne, ce travail développe une discussion cohérente, basée sur des auteurs nationaux et internationaux de référence, sur l'apprentissage avec l'utilisation des TIC, en particulier pour la construction de connaissances mathématiques, ainsi que la réalisation d'une recherche empirique et l'analyse des résultats celui-ci, pour la perception, d'une approche ethnographique de la réalité vécue dans le champ de recherche pour trouver des pratiques pédagogiques qui montrent l'appréciation de l'apprentissage, à savoir les mathématiques où il existe des preuves de changements qualitatifs le paradigme actuel à un nouveau paradigme cela montre l'Innovation Pédagogique dans son essence.

Cette recherche a été développée avec la collaboration et la participation directe, à travers l'observation participante du chercheur, le professeur de mathématiques et les étudiants de la 3ème année de EEFM Antônio Dias Macedo.

Mots-clés: Apprentissage, Mathématiques, Construction, TIC, Innovation Pédagogique, Ethnografie.

Lista de figuras

Figura 1: A escola no ano 2000.....	3
Figura 2: Representação analítica x Representação gráfica.....	7
Figura 3: Ábaco mesopotâmico (2700 – 2300 a.C.).....	38
Figura 4: Régua de cálculo (1632).....	38
Figura 5: Construção de círculos usando o <i>software</i> Geogebra.....	39

Lista de fotos

Foto 1: Entrada da EEFM Antônio Dias Macedo / pátio interno.....	75
Foto 2: Corredor de acesso às salas.....	76
Foto 3: Biblioteca.....	76
Foto 4: Sala de aula da 3ª série B.....	77
Foto 5: Laboratório de Informática.....	77
Foto 6: Turma da 3ª série B com a professora de Matemática e o pesquisador.....	83
Foto 7: Interação aluno-aluno.....	104
Foto 8: Interação aluno-professora.....	105
Foto 9: Horário de aula do turno tarde da EEFM Antônio Dias Macedo.....	131

Lista de tabelas

Tabela 1: Registros de representações semióticas de uma função do 2º grau.....45

Tabela 2: Conversão do objeto matemático, polígono.....46

Lista de gráficos

Gráfico 1: Alunos da 3ª série B por sexo.....	80
Gráfico 2: Alunos da 3ª série B por idade.....	81
Gráfico 3: Gosto dos alunos da 3ª série B por Matemática.....	92
Gráfico 4: Aprendizagem de Matemática com o uso do computador para os alunos da 3ª série B.....	100
Gráfico 5: Aprendizagem de Matemática com o uso de computador x protagonismo e interação social.....	106

Lista de siglas e abreviaturas

OCEM – Orientações Curriculares para o Ensino Médio.

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais.

PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação.

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal.

EEFM – Escola de Ensino Fundamental e Médio.

Sumário

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Resumen.....	vii
Abstract.....	ix
Résumé.....	x
Lista de figuras.....	xi
Lista de fotos.....	xii
Lista de tabelas.....	xiii
Lista de gráficos.....	xiv
Lista de siglas e abreviaturas.....	xv
Capítulo 1 – Introdução.....	1
Capítulo 2 – A construção do conhecimento a partir de uma perspectiva da aprendizagem.....	11
2.1. Teorias clássicas da aprendizagem.....	12
2.1.1. Teoria da disciplina mental.....	13
2.1.2. Teoria do crescimento natural.....	13
2.2. Teorias atuais da aprendizagem.....	14
2.2.1. Construtivismo.....	15
2.2.2. Sócioconstrutivismo.....	17
2.2.3. Construcionismo.....	19
2.2.4. Aprendizagem significativa.....	21
2.2.5. Teoria do conhecimento partilhado.....	24
2.3. Características das teorias de aprendizagem atuais.....	25
Capítulo 3 – A aprendizagem de Matemática com o uso das TIC.....	29
3.1. A construção do conhecimento matemático.....	30
3.1.1. A aprendizagem de Matemática através do construcionismo.....	33
3.2. A aprendizagem de Matemática com o auxílio do computador.....	37
3.3. A Teoria das Representações Semióticas e a transformação de registros por meio do uso de computadores.....	44
3.4. As TIC como implicação da Zona de Desenvolvimento Proximal na aprendizagem de Matemática.....	48

Capítulo 4 – Inovação Pedagógica e a construção do conhecimento matemático com o uso das TIC.....	51
4.1. O conceito de Inovação Pedagógica.....	51
4.2. A construção do conhecimento matemático com o uso das TIC a partir da proposta de Inovação Pedagógica.....	57
Capítulo 5 – Metodologia.....	61
5.1. Etnografia.....	61
5.1.1. Instrumentos de coleta de dados.....	65
5.2. Etnografia da educação.....	67
5.3. Triangulação.....	72
5.4. Local da pesquisa.....	72
5.4.1. A EEFM Antônio Dias Macedo.....	73
5.4.2. Acesso ao campo de pesquisa.....	78
5.4.3. Participantes da pesquisa.....	78
5.4.3.1. A turma.....	80
5.4.3.2. A professora.....	82
Capítulo 6 – Análise e interpretação dos dados.....	85
6.1. Concepções da professora.....	86
6.2. Concepções dos alunos.....	90
Considerações finais.....	113
Referências bibliográficas.....	119
Apêndices.....	127
Apêndice 1 - Carta de apresentação e aceite da pesquisa.....	127
Apêndice 2 - Termo de consentimento para realização de observação participante.....	128
Apêndice 3 - Roteiro de entrevista não estruturada realizada com a professora.....	129
Apêndice 4 - Roteiro de entrevista não estruturada realizada com os alunos.....	130
Anexos.....	131
Anexo 1 - Horário das aulas.....	131
Anexo 2 - Atividades realizadas.....	132
Anexo 3 - Diário de bordo.....	137

Capítulo 1 – Introdução

Nos últimos séculos, em particular a partir do século XIX, a sociedade vem vivenciando grandes transformações sócio-econômicas e, esta mudança toma maiores proporções no século XX, com o advento das novas tecnologias, em que refletiu diretamente no modo de viver das pessoas e em suas tarefas cotidianas: domésticas, profissionais, sociais, educacionais, etc.

A saber, com o desenvolvimento da Revolução Industrial, por volta de 1840, quando a tecnologia e a economia ganham força através de avanços rápidos nos meios de transportes (à vapor) e, da produção em larga escala nas indústrias, o mundo globalizado começa a emergir e necessitar de indivíduos com capacidades de aprendizagem aguçadas para entrarem para a História da humanidade acompanhando o progresso que se instalava.

Com isso, os locais que se apresentavam com grande suporte de aprendizagem e com um máximo de indivíduos possíveis, ao mesmo tempo, para este fim, eram as escolas e, eram delas que deveriam sair operários para as fábricas, para o mercado naval e ferroviário, capacitados para operarem as máquinas e avançarem no desenvolvimento com as invenções tecnológicas e ainda, com capacidades intelectuais que fizessem a economia avançar a “passos largos”. Necessitava-se, então, de mão-de-obra operante.

Este contexto histórico, acerca das necessidades da escola no século XIX, é refletido também no Brasil a partir de 1870, quando o país passa por uma “crise”, conforme relata Kuhn (1998). Ocorre aí uma mudança de paradigma na sociedade brasileira e consequentemente, na educação.

Com a necessidade da escola em “formar para as fábricas”, o modelo educacional seria cópia exata do fabril, para que se aprendesse desde cedo o que se faria no mercado de trabalho, posteriormente.

A educação de massa foi a engenhosa máquina construída pela industrialização para produzir o tipo de adulto de que necessitava. O problema era desordenadamente complexo: como pré-adaptar as crianças para o mundo novo – um mundo de repetitiva labuta dentro de quatro paredes, fumaça, barulho, máquinas, condições de vida compactas, disciplina

coletiva, um mundo em que o tempo devia ser regulado não pelo ciclo do Sol e a da Lua, mas pelo apito da fábrica e pelo relógio de ponto. A solução era um sistema educacional que, em sua própria estrutura, simulasse esse mundo novo. (TOFFLER, 1998, p.321)

Este modelo ainda é utilizado na grande maioria das escolas brasileiras nos dias atuais: uniformes escolares para representar as fardas das fábricas; sirene que representa o toque de entrada e saída para a jornada de trabalho; frequência ao invés do relógio de ponto; salas seriadas representando setores dentro das fábricas; alunos, professores e gestores escolares que representam operários, supervisores e gerentes das fábricas respectivamente, dentre outras analogias.

Com o passar dos anos, outros setores da sociedade acompanharam imersos nos efeitos da Revolução Industrial, principalmente no que tange as novas tecnologias, porém a educação, embora influenciada pela revolução, não acompanhou o processo evolutivo como deveria, o qual se deu com a globalização. Ainda seguimos os mesmo moldes do paradigma lançado no início do século XIX.

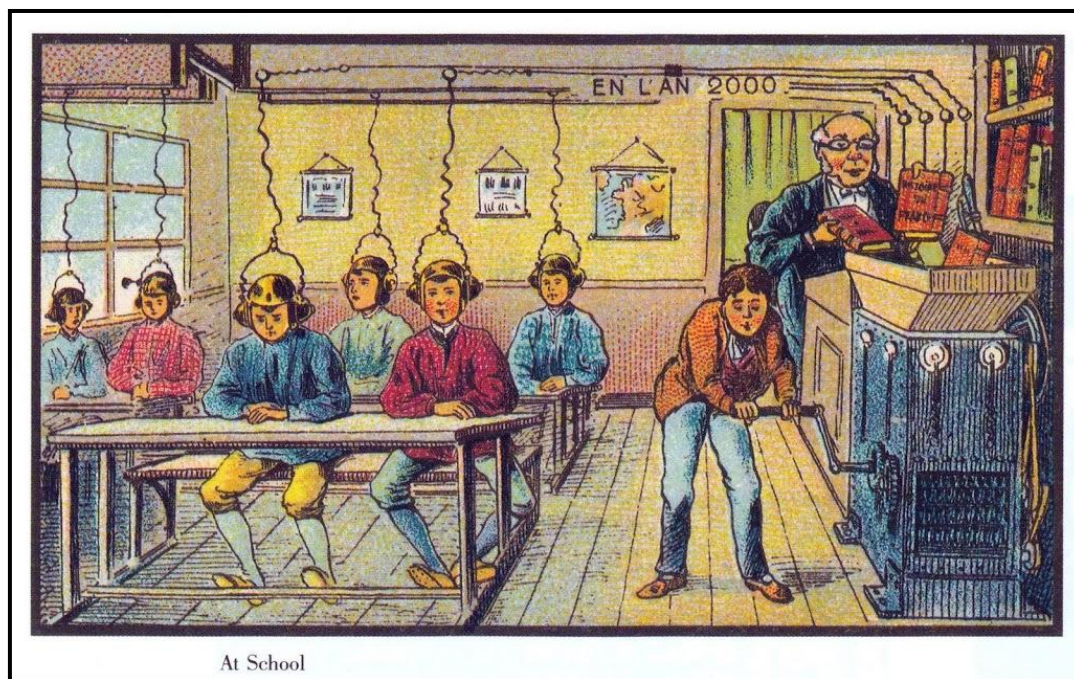
Para Pereira (2015), hoje a escola encontra-se em um confronto com um leque de circunstâncias pós-modernas que tem conduzido à desadequação frente às exigências que o mundo contemporâneo impõe principalmente no tocante a aprendizagem que deveria ser conduzida de modo mais relevante e motivador por parte dos atores sociais que fazem a instituição escolar.

Percebemos até aqui que, a escola nos moldes vigentes, surge como meio instrucionista da aprendizagem, onde fosse possível a memorização e a mecanização dos processos. Em contra partida, com o surgimento de novas tecnologias, podemos citar, por exemplo, o desenvolvimento da nanotecnologia, que a cada dia faz com que computadores mais potentes e mais eficazes surjam, pensadores da educação e da psicologia tentam inverter esta situação, propondo uma educação construtivista, onde seja possível o desenvolvimento do processo cognitivo de construção da aprendizagem.

Antepondo a essa imagem educacional ultrapassada, na segunda metade do século XX e início do século XXI, emerge um candidato a novo paradigma que *“implica uma definição nova e mais rígida”* (KUHN, 1998, p. 39) ante os flagelos e anomalias da educação fabril ou ainda como diz Paulo Freire (1979, p. 20), da “educação bancária”. Faz-se aqui uma analogia entre escola e banco, onde o professor deposita seus

conhecimentos nos alunos, que o recebem passivamente, conforme podemos ver claramente na obra a seguir, conhecida como “At School”¹, de 1899.

Figura 1: A escola no ano 2000



FONTE: <http://escoladeredes.net/profiles/blogs/de-1899-a-escola-do-ano-2000>. Acesso em 13/03/17.

A respeito da nova era global, concordamos com as palavras de Monteiro (2010, p. 29) quando em sua tese de doutorado escreve que “[...] *a sociedade agitada por diferentes acontecimentos e tendências globalizadas exige que a educação consiga romper com ditames arcaicos que não mais atendem aos tempos atuais*”.

Na nova escola que buscamos incorporar nos dias atuais, é que deve nascer um novo ser tão atual quanto a tecnologia, pois, como afirma Fino (2015, p. 30) “[...] *a economia global precisa de sistemas educativos que usem tecnologias digitais, como rotina, de*

¹ Figura imaginada e desenvolvida por dois franceses, Jean-Marc Côté e Villemard, intitulada de “At School” em 1899, onde retrata, no fim do século XIX, a escola imaginada pelos autores para o ano de 2000, ou seja, no século XXI.

onde saiam futuros trabalhadores familiarizados com elas, prontos a utilizá-las ao serviço dos seus potenciais empregadores”.

Complementando nossas afirmações, Toffler (1998, p. 343) ainda faz o seguinte comentário “[...] *virar as costas à tecnologia seria não apenas uma burrice, mas uma imoralidade [...]*”, tendo em vista que não podemos mais nos permitir a viver simbolicamente na “idade da pedra”.

Para Freire e Papert (1995) é inconcebível a aceitação da escola tal como ela está, ou seja, que continue desvinculada entre o ser que está sendo formado para o mundo e o real mundo que este enfrentará fora dos muros da escola e, para Gadotti (1979, p. 4), *“abrir os muros da escola para que ela possa ter acesso à rua, invadir a cidade, a vida, parece ser ação classificada de “não-pedagógica” pela pedagogia tradicional [...]”*.

Gadotti (1979, p. 8) ainda acrescenta:

Assim, como não há homem sem mundo, nem mundo sem homem, não pode haver reflexão e ação fora da relação homem – realidade. Esta relação homem – realidade, homem – mundo, ao contrário do contato animal com o mundo, como já afirmamos, implica a transformação do mundo, cujo produto, por sua vez, condiciona ambas, ação e reflexão. É, portanto, através de sua experiência nestas relações que o homem desenvolve sua ação-reflexão, como também pode tê-las atrofiadas. Conforme se estabeleçam estas relações, o homem pode ou não ter condições objetivas para o pleno exercício da maneira humana de existir.

Ou seja, o autor fortalece a convicção de que o homem não pode existir fora da relação homem-mundo ou homem-realidade. Assim, a escola não pode se isentar da realidade que cerca os dias atuais, onde nomeadamente as tecnologias de informação e comunicação, são parte das forças que movem o mundo globalizado e, é na escola que se forma este homem do futuro.

Não estamos pensando na extinção da escola, mas sim em refazê-la, reestruturá-la de tal maneira que o homem novo que sairá dela, será um homem atualizado. Com isso, concordamos com Freire e Papert (1995) ao constatarem que a escola como está se encontra péssima, porém não constatarem que a mesma esteja desaparecendo ou que venha a desaparecer.

Transitando por essa vertente, Prensky (2012) também relata esta constatação no qual o autor afirma que mesmo diante de tecnologias cada vez mais avançadas, a probabilidade do desaparecimento da escola em dias breves é ínfima.

Em outras palavras, é pouco provável que a instituição escolar venha ao declínio, mesmo sabendo que hoje, muitas coisas (pra não dizer a maioria) os estudantes aprendem fora dela.

Daí, comungamos com o pensamento de Sousa (2013, p. 19) sobre o futuro (da escola): *“A verdadeira viagem do futuro não consiste em buscar novos mundos, mas ver o nosso com um outro olhar”*.

De outro modo, diante das demandas que o mundo globalizado nos proporciona, não precisamos estar com pensamentos na busca de futuras realidades ao qual ainda não somos permitidos a viver, mas devemos antes disso, “abrir os olhos” e enxergar a realidade que nos cerca e que a educação ainda não imergiu, de fato, nesta labuta.

A autora ainda nos instiga, ao afirmar sobre globalização e as TIC, há mais de uma década: *“O que antes era luxo passou a ser necessidade”* (SOUSA, 2004, p. 75). Ou seja, não há como se esquivar desta realidade necessária que já se estabeleceu há muitos anos e que ainda hoje continua precária na educação.

E ainda, concordamos com as palavras de Sousa e Fino (2008, p. 10), como já manifestamos anteriormente, quando afirmam:

Ninguém ignora que as escolas já não são os únicos, nem sequer os mais importantes centros de distribuição de conhecimento, não podendo rivalizar com a quantidade de informação que reside no seu exterior e a que se pode acender com crescente facilidade.

Monteiro (2010) nos diz que para haver uma real mudança, esta tem que perpassar, também, pela postura do professor, onde o mesmo vivencie inovação pedagógica através de um novo olhar para a natureza de seu papel. Este fato se dá, de acordo com Pereira (2015, p. 111) através da *“[...] criação e saturação de ambientes de aprendizagem [...]”* para seus alunos.

Sobre este fato, Fino (2010) esclarece que, inovar pedagogicamente diz respeito a mudanças qualitativas na *praxis* de professores e alunos e que estas mudanças sempre se relacionam com pensamentos críticos, sejam eles implícitos ou explícitos, diante das práticas pedagógicas tradicionais, pois *“[...] o conhecimento é construído por quem aprende e não por quem ensina. Nem os alunos são recipientes vazios, nem os professores fontes de conhecimento pronto a usar [...]”* (FINO, 2011a, p. 47).

Sousa e Fino (2008, p. 15) ainda colaboram conosco ao afirmarem:

Vivemos numa forma de sociedade que, por ser pós-industrial, requer formas de educação pós-industrial, em que a tecnologia será, com pouca hipótese de dúvida, uma das chaves da concretização de um novo paradigma educativo, capaz de fazer incrementar os vínculos entre os alunos e a comunidade, enfatizar a descoberta e a aprendizagem, e de fazer caducar a distinção entre aprender dentro e fora da escola.

Ou seja, novamente afirmamos que não podemos fugir da realidade que nos tange. De fato, se vivemos num mundo pós-Revolução Industrial, também temos que estar imersos nesta realidade, o que compete à escola, incondicionalmente.

Não podemos fugir da realidade de que as novas tecnologias da informação e de comunicação estão presentes em nossas vidas a todo instante. Logo, a educação que se busca, ou que pelo menos se necessita hoje, é uma educação pautada na concretização da tecnologia como chave para a aprendizagem, seja ela na escola ou fora dela.

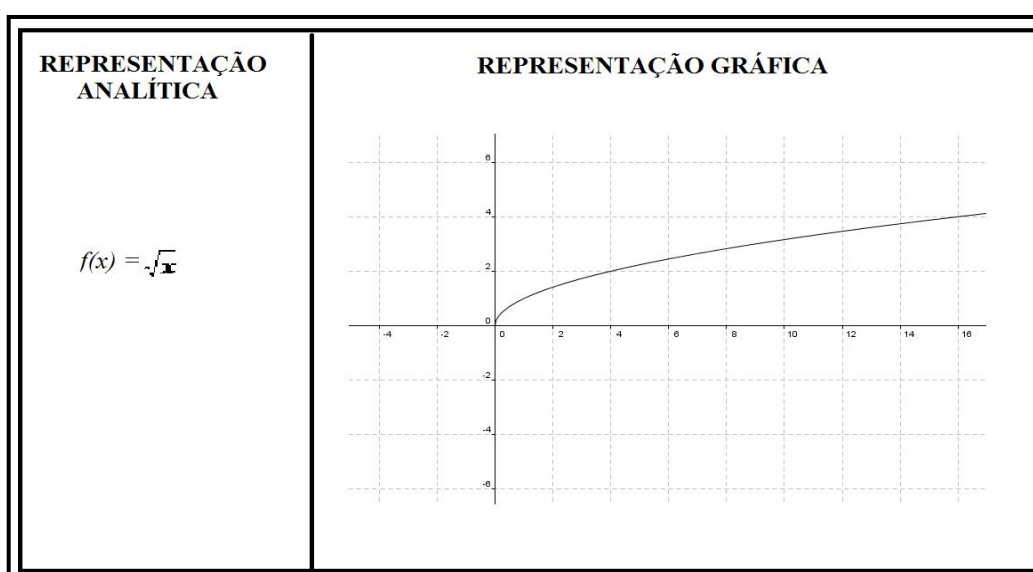
O que propomos em nossa investigação emana do fato de que a aprendizagem, e aqui falamos de aprendizagem de Matemática, pode ser maximizada a partir de um mínimo de ensino (PAPERT, 2008) com a ajuda das TIC, como afirma Brazão (2015, p. 213) ao escrever que “[...] a tecnologia pode proporcionar a criação de ambientes de aprendizagens construcionistas, minimizando os processos de ensino centrados no professor”, a partir de novas percepções ou representações semióticas que sejam facilitadoras da construção do conhecimento matemático.

Entende-se por representações semióticas as “[...] produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de representações que tem inconvenientes próprios de significação e de funcionamento” (DUVAL, 2012, p. 269).

Alves (2011) nos esclarece que a Teoria das Representações Semióticas, no contexto matemático, possibilita maneiras diferenciadas de evitar, ou ao menos de atenuar os efeitos de uma aprendizagem que seja movida pelo pensamento algorítmico, daí, a conversão de registros semióticos proporcionam aos aprendizes um ambiente de adequação para o estímulo do pensamento visual e a partir daí, de prover conjecturas, indagações e criticidade sobre o pensamento matemático a ser aprendido.

Esses registros semióticos distintos, por exemplo, uma função em suas representações analítica e gráfica como podemos observar na figura 2², produzida com maior qualidade e fidelidade matemática, podem ser obtidas a partir de um programa de computador, onde os estudantes podem fazer conjecturas e a partir da própria construção e descoberta cognitiva, levam a uma aprendizagem facilitada e significativa, coisas que talvez não fossem possíveis sem uma representação gráfica e manuseio no computador, visualizando determinadas propriedades matemáticas, sendo esta visualização um “[...] elemento impulsionador para a aprendizagem e entendimento” (ALVES, 2013, p. 3).

Figura 2: Representação analítica x Representação gráfica



FONTE: Produção do próprio autor.

Fino (2000) nos mostra as vantagens da utilização de computadores no processo de aprendizagem:

O resultado de uma aprendizagem baseada na utilização de computadores é um ambiente onde existe colaboração entre os alunos, a compreensão de que a aprendizagem se centra em cada um deles, e o aumento das interações com os professores. (FINO, 2000, p. 50)

Criticamente, Brazão (2015, p. 209) disserta sobre a temática:

² Na representação gráfica da figura 2, utilizamos um *software* livre de Matemática chamado Geogebra. Este programa permite a produção e estudo de vários objetos matemáticos.

Os estudantes não são valorizados enquanto indivíduos autônomos na construção das suas aprendizagens com o auxílio dos computadores. São também secundarizados os projetos de construção de cidadania com o auxílio destas ferramentas de aprendizagem.

É urgente uma mudança paradigmática que devolva aos ambientes de aprendizagem uma pedagogia participativa com o uso das TIC.

Alves (2014, p. 2) acrescenta o indicativo da tecnologia como sendo um “[...] *elemento fundamental para a descrição de cenários de aprendizagens fundados na importância da percepção e mobilização de um raciocínio tácito e intuitivo como elemento impulsionador do entendimento inicial*” dos problemas de Matemática.

Percebemos aqui, uma lacuna no entendimento e na construção do conhecimento matemático que pode ser preenchido com o auxílio das TIC e que, pelos pressupostos do construcionismo, provindos do construtivismo de Vygotsky, a saber, algo conhecido como Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP. Com isso

“[...] os aprendizes deslocam-se da periferia do conhecimento para o centro, à medida que vão aprendendo com os mestres e com os pares e se vão tornando competentes, não sendo o controle metacognitivo um exclusivo do mestre, mas algo partilhado por todos quantos estão em condições de intervir como tutores.” (FINO, 2000, p. 417)

Para Vygotsky, existe uma zona (região) de desenvolvimento cognitivo, ou seja, para determinado problema o aprendiz consegue resolvê-lo sozinho até certo ponto (nível). A partir daí ele precisaria da ajuda de alguém (professor ou mesmo seus pares) mais experiente que o oriente, ou de um mecanismo, neste caso nomeadamente de computador, para assim avançar para uma zona mais elevada ou para aprendizagens cognitivamente mais complexas.

A ZDP é

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 1991, p. 58)

Percebemos com isso, que aí possam existir práticas pedagógicas inovadoras e que possibilitem dar autonomia e protagonismo aos aprendizes de Matemática. Obtendo assim, pensadores e construtores do conhecimento matemático.

Oportunamente, propiciados pela tecnologia, doravante com elementos visuais, os estudantes poderão fazer um “estudo qualitativo” (ALVES, 2014) dos conhecimentos matemáticos abordados nas aulas de Matemática da turma estudada em nossa pesquisa.

Essas considerações nos remetem a uma ideia de inovação pedagógica como nos esclarece Fino (2010), pois envolvem pensamentos e posicionamentos críticos, levando a mudanças qualitativas da aprendizagem de Matemática.

No que discorreremos nestas linhas introdutórias, tentamos mostrar ao leitor deste trabalho a relevância de nossa pesquisa com a intenção de compreender como o uso das TIC pode contribuir para a construção de uma aprendizagem sólida e crítica de Matemática, antepondo o paradoxo do ensino tradicional através de uma rutura paradigmática deste processo. Para tanto, vivenciamos a rotina escolar de alguns estudantes de uma escola pública de ensino fundamental e médio de Fortaleza – Ceará – Brasil, a fim de responder ao questionamento motivador desta pesquisa. A saber, existem práticas inovadoras na construção do conhecimento matemático utilizando as TIC?

Em síntese, este trabalho prossegue com a divisão dos seguintes capítulos a fim de discorrer com maior precisão sobre o tema relatado nesta introdução: no capítulo seguinte, trazemos uma abordagem da construção do conhecimento a partir de uma perspectiva da aprendizagem. Para isso, abordamos algumas das teorias clássicas e atuais da aprendizagem.

No capítulo 3, o leitor encontrará uma discussão vigorosa entre o autor deste trabalho e outros autores renomados acerca da aprendizagem de Matemática com o uso das TIC.

Para isso, perpassaremos pelas obras que justificam a construção do conhecimento matemático mediada pelo uso de computadores, no qual transitaremos por duas teorias importantes para este fim: a Teoria das Representações Semióticas, de Raymond Duval e, a Zona de Desenvolvimento Proximal, de Lev Vygotsky.

No capítulo 4, levantaremos a discussão sobre Inovação Pedagógica, linha de pesquisa desta dissertação, vinculada à aprendizagem de Matemática com o uso das TIC. A princípio já esclarecemos que Inovação Pedagógica nada tem a ver com Inovação Tecnológica, apesar delas se encontrarem neste capítulo.

Em nosso quinto capítulo, o leitor poderá situar-se na metodologia adotada neste estudo, bem como sobre o local de pesquisa e seus participantes. Ou seja, encontrará um estudo sobre etnografia, passando pelas ideias de etnografia da educação, os elementos utilizados na coleta de dados e uma descrição densa dos atores sociais envolvidos, sua cultura e o local onde estão inseridos, além do modo de inserção e permanência do autor neste processo.

No capítulo 6, analisaremos os dados coletados e será feita uma interpretação destes dados, a fim de nos fornecer subsídios para respondermos ao questionamento inicial desta pesquisa.

Por fim, desenvolvemos uma conclusão acerca de tudo o que foi abordado neste trabalho através das considerações finais.

Capítulo 2 – A construção do conhecimento a partir de uma perspectiva da aprendizagem

Nosso trabalho insere-se na linha de pesquisa de Inovação Pedagógica, na qual um dos pressupostos defendidos por seus investigadores é que em educação devemos primar pela aprendizagem ao invés de dar maior importância para o ensino. Neste viés, os estudantes e os processos pelos quais eles desenvolvem a aprendizagem, própria de cada um (FINO, 2000), são o foco dos nossos pesquisadores.

Com isso, visualizamos que a construção do conhecimento deve ser oriunda de processos de aprendizagem desenvolvidas e compreendidas corretamente, do mesmo modo em que numa construção de um edifício os andaimes são alocados para o desenvolvimento contínuo do prédio.

Lemos e escutamos constantemente a expressão “ensino-aprendizagem”, como se uma coisa estivesse obrigatoriamente atrelada à outra, o que de fato não está. Isso é muito simples perceber, pois quem ensina, ensina a alguém, ou seja, necessita diretamente de outro sujeito. Em contrapartida, quem aprende pode simplesmente aprender. Em outras palavras, para ensinar é necessário alguém para aprender, já para aprender não requer, obrigatoriamente, alguém que o ensine.

Sem contar que se formos tomar posse de um referencial teórico sobre estes termos separados, sem sombra de dúvidas, encontraremos mais textos sobre ensino do que sobre aprendizagem. Um exemplo real deste fato é que para ensino temos um termo que o representa, didática. E para aprendizagem? Os professores estão tão vidrados em ensinar que, se deve aprender a aprender para construir conhecimento, ou seja, queremos atenuar a construção em detrimento da instrução.

Apesar destes percalços, muitos pesquisadores da área da educação, da psicologia, da filosofia e da antropologia desenvolvem há bastante tempo, estudos sobre a temática da aprendizagem. E, neste capítulo, percorreremos algumas das principais ideias abordadas sobre a perspectiva da aprendizagem, afinal, não podemos falar sobre Inovação Pedagógica (mais adiante) sem tratar de aprendizagem.

A princípio, aprender significa adquirir conhecimento. Palavra que deriva do latim *apprehendere*, que conota a ideia de tomar posse, ou seja, aprender está para nós como tomar posse do conhecimento e guardá-lo na mente.

Em nosso contexto, essa aquisição ou posse do conhecimento se dará por meio da construção, como abordaremos em breve.

Quando nos referimos à aprendizagem, temos um variante de teorias, das clássicas às atuais, que nos mostram como o conhecimento chega à mente dos indivíduos. A seguir, abordaremos algumas delas para que possamos consolidar a essência da Inovação Pedagógica.

2.1. Teorias clássicas da aprendizagem

As teorias clássicas da aprendizagem são as primeiras teorias desenvolvidas ao longo da história, desde a Antiguidade, com o intuito de explicar a aprendizagem por meio da *“[...] introspecção e da especulação filosófica realizada por seus criadores, que se basearam nos seus próprios processos mentais [...]”* (CORREIA, 2011, p. 64).

Essas teorias são consideradas não experimentais, pois eram orientadas apenas por bases filosóficas ou a partir de especulações.

Para Correia (2011, p. 64) *“estas teorias consideram que o homem possui uma mente activa, imaterial, dotada de faculdades inatas que precisam ser exercitadas para serem fortalecidas, da mesma forma que os exercícios físicos desenvolvem a musculatura do corpo”*.

Assim, para as teorias clássicas da aprendizagem a mente precisa ser desenvolvida para não atrofiar-se, ou seja, quanto mais se exercita as faculdades mentais, mais desenvolvida a mente fica e, com maiores possibilidades de aquisição do conhecimento de forma rápida e consistente.

Ou ainda, como diria Giusta (2013), a aprendizagem é condicionada a um treino ou da experiência, sendo identificada com o condicionamento, ou seja, percebemos que nas

teorias clássicas, a aprendizagem se resume em um treino mental (CORREIA, 2011) no qual quem exercita mais possui melhor desempenho cognitivo e aprende com mais facilidade. E de modo análogo, quem treina menos, aprende menos.

2.1.1. Teoria da disciplina mental

De acordo com Correia (2011) o homem é naturalmente mau segundo a sua moral e, com isso, tendo a maldade inata em si, o ser humano precisa de disciplina intelectual para superar a maldade e dispor de aprendizagem.

Trazendo para o terreno da educação, a Teoria da Disciplina Mental relaciona alunos e professor de modo bem específico, de forma que o conhecimento já está na mente dos estudantes obscuramente e, todavia, necessitam ser exercitados para que chegue ao nível de consciência e consolide-se como conhecimento adquirido.

Segundo essa teoria, o conhecimento está na mente do aluno e o papel do professor é ajudá-lo a trazer esse conhecimento para o nível da consciência. Por esta razão, é dada pouca ênfase à transmissão de conteúdos e informações. O importante é treinar as faculdades mentais e cultivar os poderes intelectuais desligados de qualquer aplicação específica e de problemas práticos. (CORREIA, 2011, p. 64)

Ou seja, com poucas palavras, o aluno deve ser disciplinado mentalmente para o desenvolvimento pleno do seu aprendizado através de verdades absolutas. O conhecimento é inato do aluno, mas deve ser estimulado pelo professor para que aflore para sua mente.

2.1.2. Teoria do crescimento natural

Nesta teoria, antagônica à Teoria da Disciplina Mental, o homem é tido como um ser bom, que é livre para construir o seu mundo como bem entender.

A Teoria do Crescimento Natural possui influências do romantismo de Jean-Jacques Rousseau (1712 – 1778) no qual as faculdades mentais do homem são desenvolvidas espontaneamente.

No campo da educação, o conhecimento é inato ao aluno e cabe ao professor prover meios para tornar a aprendizagem algo agradável e prazeroso, tendo em vista que a aprendizagem flui dos próprios interesses do ser humano. Logo, a aprendizagem deve ser algo interessante para o aprendiz para que aconteça de modo espontâneo e livre.

Segundo Correia (2011, p. 65), “*cada pessoa determina a sua vida a partir da sua opção pessoal [...], a menos que seja corrompido por influências externas*”. Em outros termos, essencialmente, o homem é um ser bom, a sociedade é que o corrompe e o torna mau (ROUSSEAU, 1995).

2.2. Teorias atuais da aprendizagem

As teorias mais atuais sobre aprendizagem não consideram apenas o inatismo como origem do conhecimento, mas sim, que a aprendizagem é fruto de outros fatores que interferem neste processo, como por exemplo, o meio social e cultural, a fase ou idade do indivíduo, a cooperação entre os pares etc.

Sobre tais teorias, Bessa (2008, p. 15) descreve:

[...] o processo de aprender não está relacionado apenas com as “capacidades” intelectuais de cada aprendiz, mas, de uma forma mais ampla, o processo de aprender envolve, para além das nossas habilidades cognitivas, as relações com professores e alunos e, consequentemente, a relação que se constrói em torno do ensino e da aprendizagem. Isso significa que, mesmo um aluno considerado inteligente pode apresentar dificuldades se a relação que estabelece com a matéria, a partir do professor e de sua didática não for bem construída.

Existe um leque de estudos sobre as mais diversas teorias da aprendizagem. Porém iremos restringir esses estudos às teorias que servem de alicerce para o desenvolvimento contínuo de investigações em Inovação Pedagógica.

2.2.1. Construtivismo

A teoria interacionista de desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget (1896 – 1980), conhecida como teoria psicogenética, ou popularmente por teoria construtivista, diferentemente das inatistas, onde o conhecimento é puramente inato ao homem, necessitando apenas de um treino funcional para desenvolver a aprendizagem, o desenvolvimento cognitivo é fruto da construção por meio da interação do homem com o meio social no qual ele está inserido e vice-versa.

Assim, em sua teoria, Piaget procura explicar como o indivíduo, desde o seu nascimento até a sua fase adulta, constrói o conhecimento. Pelo fato de ser uma construção do conhecimento o processo sobre qual Piaget lança seu olhar durante suas pesquisas, apelidou-se sua teoria de Construtivismo [...]. (BESSA, 2008, p. 44)

Podemos perceber essa relação mútua entre o aprendiz e o meio social para a aquisição do conhecimento nas próprias palavras de Piaget (1973). Segundo o autor, “[...] o desenvolvimento intelectual é, simultaneamente, obra da sociedade e do indivíduo” (PIAGET, 1973, p. 242).

Piaget, em seus estudos, explica a origem do conhecimento a partir da genética humana por meio de um equilíbrio com o meio, de forma que, este, é essencial para o desenvolvimento cognitivo.

Para Piaget, a vida é composta de constantes desequilíbrios e equilíbrios. Quando algo acontece que sai do estado de equilíbrio, a mente desenvolve um processo de organização e adaptação (CORREIA, 2011), para se colocar em um novo equilíbrio, de onde ocorre a aprendizagem.

De acordo com a teoria construtivista, o desenvolvimento cognitivo é dividido em quatro estágios. São eles: sensório-motor, pré-operacional, operatório concreto e operatório formal.

No estágio **sensório-motor**, compreendido entre o nascimento e 2 anos, aproximadamente, a criança vai percebendo o ambiente e aprendendo com ele. Há o estímulo do meio para que a criança aprenda, ou seja, a criança usa suas percepções

sensoriais e motoras para aprender a pegar um objeto, falar as primeiras palavras, bater palminhas, dar os primeiros passos etc.

No segundo estágio, **pré-operacional**, que compreende a fase da vida que vai de 2 anos até os 6 ou 7 anos de idade, mais ou menos, conhecido também como primeira infância.

Nesta etapa, a criança desenvolverá habilidades adquiridas no estágio anterior, como desenvolver a fala por exemplo. É uma fase de interiorização. Neste estágio o desenvolvimento cognitivo da criança é caracterizado pelo uso de símbolos, sejam eles palavras ou imagens, e dá-lhes significados.

Além disso, a criança nesse estágio é egocêntrica (percebe-se como o centro das ações e seu pensamento continua centrado no seu próprio ponto de vista), não aceita fatos sem explicação (fase dos porquês), já age por simulação, possui percepção global, deixa-se levar por aparência sem relacionar fatos, distingue a fantasia do real, podendo dramatizar a fantasia sem acreditar nela. (BESSA, 2008, p. 46)

Na etapa pré-operatória, a criança possui a capacidade de compreender que $8 + 3 = 11$ e que $11 - 8 = 3$, por exemplo, mas não consegue relacionar isso como operações opostas, ou seja, o processo não é reversível na mente do aprendiz.

No terceiro estágio, denominado de **operatório concreto**, que varia dos 6 ou 7 anos de idade até 12 anos de idade, fase da vida denominada de infância, a criança já consegue desenvolver suas atitudes através de raciocínios lógicos e coordenados. As operações mentais são bem definidas neste estágio cognitivo. Por exemplo, a criança consegue compreender que $3 \times 5 = 15$, pois $15 : 5 = 3$ e, que as duas operações, multiplicação e divisão, são reversíveis uma à outra.

A noção de reversibilidade é uma característica marcante do estágio operatório concreto.

Para Bessa (2008, p. 47) *“é justamente a capacidade de operar uma ação em seu caminho de ida e volta (o que configura reversibilidade), que marca a passagem do estágio pré-operatório para o estágio operatório concreto”*.

O quarto e último estágio da teoria construtivista é o **operatório formal**. Este estágio se dá a partir dos 12 anos de idade, onde o processo de abstração é completo. Aqui o desenvolvimento do cognitivo é total e encontra-se em seu estágio mais complexo, ou

seja, o indivíduo é capaz de resolver problemas abstratos aplicando raciocínios lógicos para chegar à solução.

Por exemplo, um aprendiz neste estágio, consegue abstrair a noção de conjunto dos números complexos (\mathbb{C}) e, consolidar o conhecimento de que $i^2 = -1$, tendo i como um número imaginário, e com isso resolver problemas.

Resumidamente, podemos compreender melhor, a partir de Correia (2011), a transição dos quatro estágios. Para o autor

Na teoria piagetiana, o desenvolvimento mental da criança é uma sucessão de fases ou estágios e a construção de uma nova noção implica subestruturas anteriormente adquiridas, nas quais vai assentar a nova informação. Esta evolução não pode ser acelerada pela aprendizagem ou pelo meio social, embora as aquisições, as experiências e os contactos favoreçam e enriqueçam a dinâmica do processo. (CORREIA, 2011, p. 72)

2.2.2. Sócioconstrutivismo

A teoria sócio-construtivista ou ainda, Teoria Sócio-histórico-cultural, possui como principal pensador, Lev Semenovich Vygotsky (1896 – 1934).

Em sua teoria, Vygotsky considera como fator elementar que caracteriza sua teoria, a relação do homem com o meio histórico, social e cultural para o desenvolvimento da aprendizagem, fato que, difere o homem dos outros animais³. Por exemplo, podemos adestrar um cachorro para fazer várias coisas, como andar sobre duas patas, por exemplo, mas não podemos ensiná-lo a contar quantos passos ele dá, andando com duas patas, por uma distância de 1 metro.

Embora, Piaget e Vygotsky tenham sido contemporâneos, e desenvolvido pesquisas sobre a mesma temática, os trabalhos de Vygotsky diferem-se dos de Piaget com relação à origem das características humana quanto à aprendizagem, que, para Piaget são inatas do homem desde seu nascimento e, para Vygotsky, são frutos da interação do homem com o meio social (BESSA, 2008).

³ Vygotsky desenvolveu seus estudos fazendo comparações experimentais entre macacos e crianças.

Outra característica dos ideais de Vygotsky que o difere de Piaget é que, para ele a aprendizagem não obedece obrigatoriamente uma sequência cronológica de estágios cognitivos. Para Vygotsky, apenas nos primeiros anos de vida os fatores biológicos e genéticos definem o cognitivo do indivíduo. Após isso, o desenvolvimento cognitivo está relacionado muito mais com o contexto social e com as relações humanas entre os indivíduos.

Porém, de acordo com Bessa (2008), a relação entre o homem e o meio social em que se insere, é indireta, pois é mediada por elementos que colaboram para a compreensão do sujeito.

Essa relação do homem com o mundo não é direta, mas mediada por sistemas simbólicos, que são os elementos que levam o sujeito à compreensão do mundo que o cerca e de si mesmo como parte integrante do corpo social. A presença desses elementos mediadores torna as relações do homem com seu meio mais complexas, atuando em seu desenvolvimento. (BESSA, 2008, p. 61)

Vygotsky (1991, p. 53) vai ainda mais além quando refere que a aprendizagem é “[...] *um processo puramente externo que não está envolvido ativamente no desenvolvimento*”. O autor determina, porém, que o desenvolvimento humano não fornece ações para que a aprendizagem mude sua rota (VYGOTSKY, 1991).

Assim, para Vygotsky, o aprendiz possui dois níveis de desenvolvimento cognitivo, um interpessoal, ou externo, que depende do meio social e cultural que auxilia com mecanismos que sejam colaboradores com a construção e aquisição do conhecimento e, outro, intrapessoal, ou interno, que é consolidado a partir do auxílio do meio externo e que passa ser próprio do aprendiz.

Esses níveis de conhecimento, o autor chama-os de **nível de desenvolvimento potencial** (ao primeiro) e **nível de desenvolvimento real** (ao segundo). Esses dois níveis de desenvolvimento cognitivo dão origem à teoria vygotskyana para o viés escolar, chamada de Zona de Desenvolvimento Proximal, ou simplesmente, ZDP.

Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial. Determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY, 1991, p. 58)

Percebemos com isso, que a teoria sócioconstrutivista, detém grande importância na ajuda de outros seres sociais para o desenvolvimento do conhecimento e que, segundo Bessa (2008), quando não há situações sociais que propiciem o desenvolvimento cognitivo, conseqüentemente, a aprendizagem fica comprometida.

Numa perspectiva escolar, de acordo com Correia (2011) o professor e os alunos entre si, desempenham papel fundamental no tocante a aprendizagem por meio social e cultural, pois, para o autor o aluno é um ser social que aprende com a produção do conhecimento dos pares e do professor. Além do mais, o grupo social produz aprendizado de “[...] valores, a linguagem e o próprio conhecimento” (CORREIA, 2011, p. 78).

2.2.3. Construcionismo

A teoria construcionista da aprendizagem é uma reformulação da teoria construtivista, na qual, tem como mentor, Seymour Papert (1928 – 2016). Ou como diz Papert (2008, p. 137), uma “[...] reconstrução pessoal do construtivismo [...]”.

A premissa desta teoria é que o conhecimento não deve ser transferido passivamente do professor para o aluno, mas deve ser construído pelos aprendizes para que a aprendizagem possua significado para os mesmos.

De acordo com Papert (2008), na educação não se deve supervalorizar o abstrato mas, antes sim, deve-se valorizar o concreto. Daí, a concepção do nome da teoria de Papert, pois deve-se construir o conhecimento, concretizar o abstrato. Ou ainda, como o próprio autor refere, na teoria construcionista há um princípio denominado “*thingness principle*” (PAPERT, 1996), ou princípio das coisas, no qual o objeto é construído antes da abstração.

Papert (2008) apoia-se em um antigo provérbio africano para argumentar sua teoria. Segundo este provérbio, para o homem que tem fome, podemos dar-lhe um peixe para saciá-lo, porém, é mais importante dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar. Do mesmo

modo, deve-se fornecer materiais aos aprendizes para que estes construam seus próprios conhecimentos.

Correia (2011, p. 80) nos esclarece a diferença entre o construtivismo e o construcionismo:

A diferença entre o construtivismo e o construcionismo começa com a valorização das construções dos alunos por entidades públicas externas. Na construção destas entidades compartilháveis, o construcionismo coloca mais ênfase no papel dos artefactos culturais que serão interiorizados e sobre o papel dos artefactos que os alunos constroem e partilham com os outros durante o processo de aprendizagem. Nesta construção, os alunos interiorizam o que está fora e, em seguida, exteriorizam o que está dentro e, desta forma, moldam as suas ideias.

Ou seja, no construcionismo existe uma valorização nos processos pelos quais os aprendizes constroem seus conhecimentos.

Correia (2011) ainda dá ênfase ao fato de, numa perspectiva construcionista, os estudantes precisarem aprender a aprender, tendo em vista que muitas escolas manifestam a pragmática de que o conhecimento é transmitido para o aluno pelo professor.

De acordo com Papert (1980), o construcionismo tende a dar aos aprendizes, coisas, para que eles possam aprender fazendo, ou seja, para que aprendam através da construção de objetos, implicando assim, em fazer melhor o que se faria sem a concretização ou sem a “coisificação”.

O autor ainda afirma que de acordo com a teoria construcionista, os estudantes obtêm como resultado do processo de aprendizagem, uma melhor capacidade de aprender (PAPERT, 1980).

Parafraseando Papert (1991), a ideia construcionista poderia ser resumida no fato de que tudo seja entendido e compreendido porque os estudantes estão construindo algo. E, com isso, fazendo que cada passo do processo aconteça com consciência. Daí, a definição mais simples da teoria construcionista, segundo Papert (1991), seria aprender-fazendo.

Seguindo esta linha de raciocínio, Correia (2011, p. 113), afirma que *“a característica principal do construcionismo é a noção de “concreto” como fonte de ideias e de modelos para a elaboração de construções mentais”*.

Tomando como exemplo da teoria construcionista, a construção do conhecimento matemático sobre Matrizes seria mais produtivo se, antes do estudo sobre o ente matemático, se construísse, por exemplo, tabelas usando o Excel, e a partir disso, ir construindo o conhecimento sobre Matriz.

No processo da aprendizagem, outra contribuição importante de Seymour Papert foi a criação de um termo que se referisse a aprendizagem, assim como existe, há bastante tempo um termo relacionado ao ensino. Daí, assim como para o ensino existe a didática, Papert (2008) descreve “matética⁴” para se referir à aprendizagem.

Sinteticamente, segundo Correia (2011, p. 82) “[...] para os construcionistas, o conhecimento é construído activamente num ambiente social através da construção e reconstrução de entidades tangíveis e partilháveis, cuja construção ajuda os estudantes a fazer construções paralelas na sua mente”.

2.2.4. Aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa foi desenvolvida por David Ausubel (1918 – 2008) e considera, em suma, que os conhecimentos adquiridos pelos estudantes devem ser tais que, possuam significado, relacionem-se com conceitos relevantes, ou seja, façam sentido para eles.

Por exemplo, não decorre da aprendizagem significativa, que estudantes decorem a expressão $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$, conhecida como Fórmula de Bháskara, para resolver alguns exercícios com o objetivo de encontrar as raízes de uma equação do 2º grau ou para se submeter a uma prova e, tempos depois já não se lembrem de nada ou quase nada sobre este ente matemático. A este processo, inverso ao da aprendizagem significativa, Ausubel (2000) chama de aprendizagem por memorização ou **aprendizagem mecânica**.

⁴ Mais adiante faremos uma abordagem explicativa sobre o que é matética.

Segundo Correia (2011), para que haja aprendizagem significativa em um processo de aprendizagem, duas condições básicas são necessárias. Segundo o autor, é preciso que (1) o aluno tenha disposição para aprender, pois caso contrário, ele opte por “decorar” o conteúdo, a aprendizagem será mecânica; e (2) o conteúdo, em nosso caso, o conteúdo matemático, tem que ter potencialidade significativa, isto é, fazer sentido para o aluno, relacionar-se com algo que o estudante tem efetivamente guardado em sua memória.

Para Correia (2011, p. 69), *“cada indivíduo faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio”*.

De acordo com Ausubel (2000), a aprendizagem significativa é um processo ativo de aprendizagem, pois, segundo o autor, exige no mínimo:

[...] (1) o tipo de análise cognitiva necessária para se averiguarem quais são os aspectos da estrutura cognitiva existentes mais relevantes para o material potencialmente significativo; (2) algum grau de reconciliação com as ideias existentes na estrutura cognitiva – ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novos e já enraizados; e (3) reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais idiossincráticos e do vocabulário do aprendiz em particular. (AUSUBEL, 2000, p. 6)

A partir deste exposto, percebemos que, na teoria da aprendizagem significativa, os conceitos já consolidados pelo aprendiz, bem como seu conjunto cultural de vocábulos, isto é, termos e palavras que lhe seja familiar, são determinantes no momento da aprendizagem de um novo conceito, pois para que haja significado, este novo conceito deve relacionar-se com algo já existente na memória do estudante, a fim de manter um elo e manter a relação de uma aprendizagem contínua.

De acordo com a teoria da aprendizagem significativa, o processo de entrelace de conhecimentos já consolidados, adquiridos, e os novos conhecimentos, funcionam como uma âncora (AUSUBEL, 2000) que os coloca em interação.

Este processo de ancoragem determina grandes possibilidades de os novos conhecimentos não se perderem dentro do universo de conhecimentos existentes na mente do aprendiz, pois, de fato, estará “preso” a algo que se encontra firme no campo cognitivo do estudante.

Para Ausubel (2000, p. 8), “[...] *estas ideias novas interagem com as ideias relevantes ancoradas e o produto principal desta interação torna-se, para o aprendiz, o significado das ideias de instrução acabadas de introduzir*”.

Colaborando conosco, Bessa (2008, p. 134), afirma que,

[...] quando fazemos relação entre o que estamos estudando com outros conhecimentos que já possuímos (que podem ser ordem teórica ou prática), a relação entre eles produz um conhecimento ampliado, modificado, que não é mais o anterior em si, nem o novo conhecimento isolado, mas sim um novo conhecimento oriundo de interação de diferentes elementos cognitivos.

Em uma etapa posterior, estes novos conhecimentos recém-adquiridos e já armazenados, se organizarão na memória para se ancorarem aos próximos conhecimentos estudados, e assim por diante, dando sequência a uma aprendizagem significativa, segundo Ausubel (2000).

Outro fator que deve ser considerado na teoria da aprendizagem significativa é sobre os materiais utilizados para que haja a aprendizagem, fato este, que, possui grande porcentagem no interesse para o estudante. Pois, dependendo do material utilizado, a aprendizagem de um conhecimento pode ser significativo ou mecânico.

Estes materiais didáticos ou pedagógicos, Ausubel *et al.* (1980), chama de materiais significativos, desde que sejam atrativos para o aluno e estimule-o ou disponha-o a uma aprendizagem significativa.

Expressamos atenção no fato de que nem todo material, mesmo sendo atrativo, como um computador, por exemplo, é considerado um material potencialmente significativo, pois pode ocorrer práticas antigas com materiais novos e a aprendizagem resultar em mecânica.

Papert (1996, p. 43), nos apresenta um exemplo bem claro sobre isso: “[...] *aprender a tabuada apelando à memorização mecânica, apesar de se fazer uso do computador, não é uma maneira nova de aprender matemática. Pelo contrário, é uma versão polida dos velhos métodos [...]*”. Fato este, que não exprimirá uma aprendizagem significativa.

A escolha correta, por parte do professor, de um material pedagógico potencialmente significativo, pode ser determinante na aprendizagem do aluno. Pois, um material que detenha a atenção do aluno, já é um bom começo para que o mesmo encontre sentido no

conteúdo a ser estudado e ancorado com os seus conhecimentos, ora guardados na memória, tendo em vista que cada aluno seleciona o que tem significado pra si (CORREIA, 2011).

2.2.5. Teoria do conhecimento partilhado

A teoria do conhecimento partilhado é decorrente de outra linha de pensamento sobre aprendizagem, chamada de aprendizagem colaborativa. Ora, o conhecimento partilhado, também é identificado como a construção de um conhecimento co-responsabilizado por seus participantes.

Sobre o desenvolvimento de um trabalho colaborativo, Roschelle e Teasley (1995), consideram que quando executado entre pares, fornece um ambiente muito rico para que a aprendizagem aconteça.

Muito embora, nos caiba aqui considerar, a distinção feita por Roschelle e Teasley (1995), entre colaboração e cooperação na resolução de problemas. Segundo os autores, o trabalho cooperativo se caracteriza pela divisão de tarefas entre os participantes, por exemplo, na resolução de um problema, cada participante do grupo é responsável por solucionar um trecho ou uma parte do problema. Já o trabalho colaborativo, se caracteriza por um engajamento mútuo de todos os participantes com um esforço coordenado para a solução de um problema.

Em um regime de conhecimento colaborativo ou, em outra roupagem, partilhado, na perspectiva educacional, só terá sucesso suficiente se todos os estudantes colaborarem para a solução do problema, ou solução do desafio proposto.

Segundo Correia (2011, p. 101), o conhecimento partilhado “[...] é a forma de descrever as interações entre pessoas que, consciente ou inconscientemente, interagem umas com as outras em contextos específicos”.

Neste contexto, o desenvolvimento da aprendizagem partilhada se dá por meio de aprendizes que buscam aprender juntos, cada um com sua responsabilidade sobre a aprendizagem geral do grupo, por meio de artefatos que auxiliem esse processo.

Para Correia (2011), um dos resultados, que consideramos ser positivo, a partir do conhecimento partilhado, é o desenvolvimento de comunidades de aprendizagem e, dentro do contexto de comunidade, ou seja, o que é comum a todos, tem-se o conhecimento. Em outras palavras, a teoria do conhecimento partilhado favorece no fato de que, ao fim, o conhecimento buscado através da aprendizagem colaborativa, será oportunizado a todos os estudantes do grupo, porém, segundo Correia (2010, p. 255), *“não existe, no entanto, nenhuma garantia que estas venham a acontecer”*.

2.3. Características das teorias de aprendizagem atuais

Na linha de pesquisa em Inovação Pedagógica, trabalhamos com características marcantes das teorias atuais de aprendizagem, pois cada uma tem sua valorização no que diz respeito aos aspectos cognitivos pelos quais decorrem a aprendizagem e a centralidade no aluno, juntamente com seus processos de aquisição do conhecimento.

Estes princípios, presentes nas teorias, ora introduzidas anteriormente, nos leva a pensar em contextos que, quando abordados em conjunto, trazem à tona uma nova perspectiva para a educação, fazendo-nos perceber que o paradigma posto para educação, pautada em princípios ultrapassados, tradicionais e fabris, não cabe no terreno da educação em um mundo globalizado.

Fazendo uma breve retrospectiva das características eminentes nas teorias de aprendizagens atuais, colocadas em questão neste capítulo, conseguimos perceber indícios para uma mudança paradigmática no contexto educacional. Neste viés, a aprendizagem deve ser:

- **Interativa** - a construção do conhecimento é fruto de uma interação entre o aprendiz e o meio social. Os estudantes não vivem isolados dentro de cavernas, eles vivem num mundo que está constantemente em mudança, de modo muito mais nítido, nos últimos anos do século XXI, onde o que é descoberta científica atual hoje, amanhã pode já não ser mais. Com isso, os estudantes devem apoiar seus conhecimentos na sociedade e nas relações que exercem com ela, ou seja,

na interação entre o aprendiz e a família, entre o aprendiz e a escola, entre o aprendiz e o *Shopping Center*, entre o aprendiz e a roda de conversa com os amigos, entre o aprendiz e seus pares, etc. Pois, ninguém é tão autossuficiente que, não precise do outro. Tem que haver interação.

- **Social** – quando não há situações sociais envolvidas no processo de aprendizagem, a mesma fica comprometida, pois como já dizia o filósofo Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.), o homem é um animal social. Daí, não há como a aprendizagem, intrínseca ao homem, ser dissociada do mesmo. Se o homem é social, por uma inferência lógica, a aprendizagem também a é.
- **Construída** – a aprendizagem é fruto de uma construção do próprio aprendiz. O estudante é um ser ativo e, não é cabível, conceber que o conhecimento seja recebido passivamente, ou ainda, por um “transplante”, da mente do professor para a mente do aluno. Quando a aprendizagem é construída pelo próprio aprendiz, ela é, obra prima do mesmo. O estudante é autor do conhecimento por ele desenvolvido. Isso reflete, positivamente, no desenvolvimento de outras habilidades importantes para os estudantes contemporâneos, tais como, protagonismo, liderança, autoestima, entre outras.
- **Significativa** – na vida, não fazemos nada, em sua consciência, que não tenha significado para nós, salvo em situações extremas que sejamos abrigados a isso. Analogamente, acontece no terreno da educação. Ora, o estudante sendo um indivíduo reflexivo e crítico, por que razão faria algo que não fizesse ou tivesse sentido para ele? Para que o aluno se interesse pelo conhecimento a ser construído, primeiro tem que fazer sentido para o próprio. O aprendiz tem que visualizar e sentir que o conhecimento posto possui significado para ele, caso contrário, seria uma perda de tempo estudar algo que não se relaciona com nada. Uma aprendizagem que, previamente possui significado para o aluno, desperta no mesmo o desejo de se debruçar sobre o processo de construção do conhecimento.
- **Partilhada** – o fato de ninguém viver sozinho no mundo, também desperta a ideia de que aquilo que possui ou constrói também seja dividido. Cada estudante doa e recebe conhecimento. Há a partir disso, uma co-responsabilidade com a

aprendizagem das partes e do todo. Desperta ainda, valores como generosidade, fidelidade, responsabilidade, colaboração, etc. Um conhecimento que seja partilhado ou colaborativo designa uma essência de laços, pois cada aprendiz deve sentir-se parte integrante do conhecimento do outro.

Capítulo 3 - A aprendizagem de Matemática com o uso das TIC

A globalização tomou conta da sociedade em todas as áreas que a compõe. E nos dias de hoje, necessita-se de pessoas com habilidades e competências que as possibilitem avançar e não ficar para trás frente ao desenvolvimento e ao uso das novas tecnologias, ou ainda, dependente de outras pessoas com maiores informações.

A aprendizagem de Matemática necessita de outros meios de mediação para que os conhecimentos, ora considerados tão difíceis de absorção, saiam do mero algebrismo e mecanização dos processos de resolução de equações, ou ainda de memorização de fórmulas, regras, teoremas e propriedades.

A sociedade urge por seres pensantes, com raciocínio lógico-dedutivo apurado, com habilidades de observação e argumentação que não permita que sejam enganados ou iludidos com qualquer informação (que por vezes são inverdades ou incoerentes). Parafraseando Prensky (2012), é necessário que as escolas de hoje criem cidadãos do século XXI.

Aprender Matemática, hoje, não cabe à ideia de que “decorar a tabuada” e “aprender a fazer contas” sejam suficientes para conseguir uma vaga de trabalho no comércio, onde só precisa disso e acabou... Aprender Matemática hoje exige percepção, construção, argumentação, intuição, *insight* e, domínio sobre as tecnologias, pois como diz Alves (2011, p. 95) “[...] *nem tudo que olhamos, de fato percebemos*”.

Frota e Borges (2004, p. 7), colaboram conosco ainda, afirmando que “[...] *a incorporação de novas formas de fazer matemática leva os educandos a desenvolverem novas formas de pensar e resolver problemas*”.

Aliás, as crianças de hoje são nativas da tecnologia e os professores imigrantes dela⁵, como argumenta Prensky (2001). As informações chegam de maneira rápida às suas

⁵ Marc Prensky, em seu artigo “Digital natives, digital immigrants” (2001), publicado na revista britânica *On the Horizon*, faz uma distinção entre as pessoas que nasceram na era da linguagem digital, do *videogame*, dos computadores e da internet, no qual ele chama de nativos digitais e, as pessoas que não nasceram neste mundo digital, mas que de alguma forma se fascinaram pela tecnologia ou necessitaram dela e passaram a utilizá-la. A estes, o autor designa como imigrantes digitais.

casas, ao seu cotidiano, mesmo antes de chegarem à escola. Logo, não tem como fugir desta realidade.

Sobre esta experiência prévia que os alunos trazem para dentro da sala de aula, em especial, informações e noções matemáticas, Papert (2008), coloca que o problema central é como a escola encontrará meios de valer-se destas experiências em matemática oral, porém os computadores podem realizar tal tarefa. Através de construções com a utilização de *software* as ideias matemáticas dos estudantes podem vir a emergir e a interação com o professor e seus pares ocorrer de maneira mais evidente como discutiremos a seguir.

3.1. A construção do conhecimento matemático

Aprender Matemática, infelizmente, ficou conhecido como um ato que se dá por poucos, talvez pela atual conjuntura como ela é exposta aos aprendizes, de maneira passiva, sem nenhuma motivação para que as ideias matemáticas façam sentido à compreensão dos alunos, pela maneira instrucionista pelo qual é ensinada, ou ainda, pelo fato de se deter aos erros cometidos pelos alunos, punindo-os com notas ínfimas ao invés de um trabalho de construção da aprendizagem e significação dos conceitos matemáticos para os aprendizes a partir destes erros⁶.

Como nos é colocado por Ponte (1990), estes e outros fatores, colaboram de maneira circunstancial para um insucesso real com relação à experiência matemática vivida pelos alunos desde os primeiros anos de escolaridade, insucesso que, vai se aglomerando como uma bola de neve, e que, ao longo da trajetória escolar, a Matemática vai se transformando, cada vez mais, em vilã, ao invés de algo prazeroso e que todos são capazes de viver com ela e construir significados para tal.

Sobre este insucesso real vivido pelos estudantes com relação à Matemática, Ponte (1990, p. 56), esclarece:

⁶ Helena Noronha Cury, em seu livro, *Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos* (2008), faz uma abordagem sobre como os erros cometidos pelos alunos podem se transformar em oportunidades de aprendizagem e de pesquisa.

Este existe sempre que os alunos retiram do seu contato com a Matemática uma experiência negativa acumulando frustrações, dificuldades, incompreensões, concepções errôneas e, como natural corolário, uma atitude global de desinteresse ou mesmo de rejeição em relação à disciplina.

Frente a esta realidade que se instala nas salas de aula de Matemática, propostas são apresentadas pelo Ministério da Educação brasileiro de forma que se possa modificar tal conjuntura.

Muito embora, encontremos em textos oficiais brasileiros sobre aprendizagem de Matemática, uma utópica valorização da aprendizagem com propostas de formar um ser que não saiba apenas efetuar cálculos, mas que seja crítico e ético a partir da interiorização de contextos matemáticos e ainda expõe orientações aos docentes de como a construção do conhecimento deve ocorrer, a fala de Ponte (1990), descrita acima, infelizmente, ainda é bastante encontrada nas escolas do país, de modo mais específico, nas aulas de Matemática.

Vejamos o que diz as Orientações Curriculares para o Ensino Médio sobre como deveriam ser, através da construção do conhecimento matemático pelos estudantes deste nível de aprendizagem, as capacidades e habilidades desenvolvidas por eles:

A forma de trabalhar os conteúdos deve sempre agregar um valor formativo no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento matemático. Isso significa colocar os alunos em um processo de aprendizagem que valorize o raciocínio matemático – nos aspectos de formular questões, perguntar-se sobre a existência de solução, estabelecer hipóteses e tirar conclusões, apresentar exemplos e contra-exemplos, generalizar situações, abstrair regularidades, criar modelos, argumentar com fundamentação lógico-dedutiva. (BRASIL, 2006, p. 69)

Porém, percebemos que, se não houver uma construção do conhecimento matemático no qual haja significado para o que se estará a desenvolver, as habilidades dispostas nas OCEM, se tornam praticamente impossíveis, colaborando cada vez mais para o insucesso matemático.

Ao longo dos anos, pesquisadores vêm desenvolvendo estudos de como essa aprendizagem possa ser mediada de modo que não se repita nos dias de hoje a forma de como a aprendizagem de Matemática acontecia (e ainda acontece), ou seja, de forma abstrata e sem nenhuma ligação com situações reais, onde os estudantes possam construir significado para o que estão sendo apresentados.

Em outro documento do Ministério da Educação do Brasil, o PCN+, fica-nos claro o quanto o conhecimento matemático é importante devido à sua função social e formativa para os jovens brasileiros. Com a construção adequada e com ferramentas apropriadas para tal, a Matemática deve “[...] *contribuir para a construção de uma visão de mundo, para ler e interpretar a realidade e para desenvolver capacidades que deles serão exigidas ao longo da vida social e profissional*” (BRASIL, 2002, p. 151).

Antagonicamente ao ideal matemático apresentado, a abstração e o formalismo como são apresentados, tornam a aprendizagem de Matemática um saber complexo a ser internalizado. Logo, como postula Morin (2000, p. 94) “*a comunicação não garante a compreensão*”, ou seja, nem sempre o que o professor fala ou explica, os alunos compreendem. Aliás, nada garante que aquilo que o professor ensina, os estudantes irão aprender. A aprendizagem de Matemática é muito mais que transmissão de conhecimentos do professor para os alunos.

Morin, Ciurana e Motta (2003), ainda nos mostram que a complexidade que, ora existe na construção do conhecimento matemático, não pode ser administrada em linha reta, como pensamento de um único indivíduo, mas sim na construção de um trabalho de entrelaces, de mistura, de interação social, como diria Vygotsky (1991).

Do ponto de vista etimológico, a palavra “complexidade” é de origem latina, provém de *complectere*, cuja raiz *plectere*, significa trançar, enlaçar. Remete ao trabalho da construção de cestas que consiste em entrelaçar um círculo, unindo o princípio com o final de pequenos ramos.

A presença do prefixo “com” acrescenta o sentido de dualidade de dois elementos opostos que se enlaçam intimamente, mas sem anular sua dualidade. (MORIN, CIURANA & MOTTA, 2003, p. 43)

Em outras palavras, um fator importante para construção do conhecimento matemático significativo, se dá pela interação social, pela comunicação, pela co-participação uns com os outros, pois além do fato de aprenderem juntos, em regime de colaboração, os estudantes desenvolvem uma organização cognitiva de modo a se fazerem entender através de sua linguagem própria e da linguagem matemática a ser aprendida (BRASIL, 2002).

Contudo, sobre a aprendizagem colaborativa, Correia (2010), aponta que este processo de construção do conhecimento decorra de formas particulares de interações, embora, isto não garanta que a aprendizagem venha a ocorrer. Em contrapartida, mesmo sem a

garantia da aprendizagem através do regime de colaboração, nossa experiência enquanto professor, nos faz perceber que a aprendizagem ocorre e, além do mais, de maneira mais eficiente.

Através desta colaboração entre os pares, desenvolvendo o protagonismo individual e coletivo, os aprendizes vão aos poucos desmitificando a ideia de que a aprendizagem de Matemática é para poucos, e assim, constroem uma verdade inata, mas por vezes escondida pelas situações e vivências, de que a Matemática, é sim, para todos.

Dáí, concordamos com o pensamento de Kot-Kotecki (2008), no sentido de refazer o processo inverso na aprendizagem de Matemática, onde ao invés de torná-la um insucesso, um fracasso escolar, a aprendizagem matemática seja antes, o resultado do processo de uma educação matemática de sucesso e de tal maneira que os estudantes não percam, ou resgatem o prazer (para os que já perderam), o gosto por tal disciplina, fato este, que deve acontecer o quanto antes. Caso contrário, pode ocorrer o que Papert (1985) chama de “matofobia” ou como o autor esclarece, “[...] *medo da matemática, que muitas vezes tem a intensidade de uma verdadeira fobia*” (PAPERT, 1985, p. 60).

Partindo desta concepção, é que pensamos que uma contribuição para uma aprendizagem de Matemática real possa ser os ideais vindos do construcionismo.

3.1.1. A aprendizagem de Matemática através do construcionismo

A teoria construcionista de aprendizagem se justifica e toma seus estudos no ato de “aprender-fazendo” (PAPERT, 1991), ou seja, construir o conhecimento através da ação, de tal forma que a aprendizagem possua significado e seja relevante para os aprendizes. Para isso o construcionismo se fundamenta especialmente na teoria construtivista de Piaget (construtivismo cognitivista) e de Vygotsky (sócio-construtivismo).

Assim, o construcionismo, minha reconstrução pessoal do construtivismo, apresenta como principal característica o fato de examinar mais de perto do que outros *ismos* educacionais a idéia de construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para

o que ocorre na cabeça, tornando-se assim uma concepção menos mentalista. Também atribui mais importância à ideia de construir na cabeça, reconhecendo mais um tipo de construção [...] e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais usados. (PAPERT, 2008, p. 137)

Do construtivismo social de Vygotsky consideramos o fato de que o conhecimento se constrói através de interações sociais que o indivíduo faz com o meio em que se relaciona, ou seja, de acordo com Fino (2001, p. 286), “*as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de fenómenos sociais*”.

Sobre o construtivismo cognitivista de Piaget podemos dizer que acontece quando o aluno constrói significado para aquilo que faz. Em outras palavras, a aprendizagem torna-se significativa⁷ quando se concretiza através da construção de uma estrutura cognitiva sólida que fará com que o aluno construa uma representação mental adequada daquilo com que trabalha.

Aos poucos, à sua maneira e a seu tempo, cada indivíduo terá essa construção da estrutura cognitiva (em estágios distintos), como afirma Papert (1999), ao descrever uma observação empírica de Piaget, onde percebe que o pensamento de cada aprendiz tem seu próprio tipo de ordem e de lógica.

Também relacionamos a ideia de Fino (2000), quando afirma que cada pessoa construindo seu próprio conhecimento, este será tão único como a própria pessoa, pensamento que é justificado por Ausubel (2000, p. 1), ao afirmar que “*devido a estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos*”.

Fino (2000) resume a aprendizagem por meio do construcionismo como sendo uma *aprendizagem situada*, ou seja, que haja sentido, que seja significativa; uma *negociação social do conhecimento*, ou seja, ocorre através do diálogo com indivíduos e com a sociedade; e por fim, uma *colaboração*, no qual o autor descreve como sendo elemento indispensável.

Sobre o construcionismo, Papert (1980), demonstra demasiado interesse nos resultados surpreendentes de uma aprendizagem movida pela construção, em especial de Matemática, onde podemos passar do abstrato para o concreto.

⁷ Em Ausubel (2000) encontramos como sinônimo de aprendizagem significativa àquela que não se dá através da memorização, mas sim de onde surgem novos significados para os objetos em aprendizagem.

Para o autor, os estudantes “fazendo coisas”, isto é, construindo, elaborando, desenvolvendo etc, por mais simples que sejam, melhoram a capacidade de aprendizagem. Por exemplo, na obra *Constructionism*, de 1991, Papert relata uma experiência vivida por ele na Escola Muzzey Junior, em Lexington, Massachusetts, Estados Unidos, quando trabalhava em um projeto com alunos da sétima série onde os colocou em uma sala de artes para que esculpissem com sabão o que a fantasia lhes ordenasse ao invés de ensinar-lhes Matemática. O resultado foi que o conteúdo matemático foi surgindo à medida que os alunos usavam a faca para moldar o sabão.

Sobre o construcionismo, Correia (2011), nos ajuda a esclarecer a ideia de que, tal como o nome sugere, o homem é construtor e, para isso há a necessidade de que existam materiais para que desenvolva sua obra.

O autor afirma: *“A aprendizagem será mais eficaz se o ambiente onde ela ocorrer puder dispor de “materiais” que facilitem a experimentação e a construção de conceitos, capazes de auxiliar na estruturação de outros.”* (CORREIA, 2011, p. 109).

Papert (1991), afirma que o construcionismo se resume da exigência de que tudo que o aluno faça, seja entendido pelo motivo de que ele está construindo. Adler (1984, p. 53), dialoga conosco ao afirmar que *“toda aprendizagem genuína é ativa e não passiva. Envolve o uso da mente, não apenas da memória. É um processo de descoberta no qual o estudante e não o professor é o principal agente”*.

Assim, o construcionismo emana a ideia de propor uma educação com essa característica (aprender-fazendo); implica em dar uma nova oportunidade para a construção do conhecimento, emana mudanças no paradigma dicotômico, ensinar vs. aprender; implica também em levar a mudanças cada vez mais profundas no processo da aprendizagem através de mudanças nas oportunidades para que haja a construção (PAPERT, 1991).

Adler (1984, p. 55), comunga com as ideias aqui discutidas e acrescenta:

O mais importante modo de “fazer”, no que diz respeito à aprendizagem, é o “fazer” intelectual ou mental. Em outras palavras, somente pode-se aprender bem a ler ou escrever, lendo e escrevendo, somente pode-se aprender a medir e a calcular bem, medindo e calculando, tal como se aprende a nadar ou a correr nadando ou correndo.

Assim como Adler (1984), descreve acima, que só se aprende a calcular, calculando, Papert (1996) acrescenta que este processo da matematização, se dá a partir do momento que se materializa uma operação, é o que o autor chama de “*thingness principle*” (princípio da coisificação – tradução nossa), ou seja, deve-se ter um objeto antes da operação. Em outras palavras, deve-se construir um objeto relacionado com o ente matemático a ser aprendido de tal maneira que o novo conhecimento a ser adquirido tenha sentido de existência na mente e na vida dos estudantes.

Percebemos a presença deste princípio proposto por Papert (1996), nos anos iniciais da escolarização, porém, por algum (uns) motivo (s) a ideia de materializar para que haja uma melhor compreensão dos objetos matemáticos vão se perdendo à medida que os estudantes avançam em nível matemático de escolaridade.

Parece existir uma teoria que afirme que quanto mais tempo se estuda mais abstrato deve ser a compreensão da Matemática. Particularmente, desconhecemos algo que seja oficial neste sentido. Pensamos que quanto mais “coisificado” seja o objeto matemático, mais compreensível e internalizado ele será.

Papert (1996), afirma ainda, como exemplo da importância e da aplicabilidade do “princípio da coisificação” que seria natural aos aprendizes em nível pré-escolar o desenvolvimento da ideia de função.

Papert (1985), ao falar das ideias de Piaget, descreve que este demonstrou que a aprendizagem matemática das crianças ocorre de maneira bem diferente, pois as ideias matemáticas fundamentais são aprendidas a partir da construção, em princípio, da sua própria matemática, assim como aprende sua língua materna a partir do próprio dialeto das crianças, ou o que o autor refere como a “fala de bebê”.

Em outras palavras, a aprendizagem de Matemática é algo natural, assim como as crianças aprendem sua língua materna também aprendem Matemática, exigindo apenas um estímulo.

Aqui nos cabe uma ressalva a respeito do papel do professor no processo da aprendizagem matemática através do construcionismo. Este deve ser um mediador e facilitador da construção do conhecimento, além de ter que desenvolver ambientes que proporcionem este processo de aprendizagem de maneira significativa.

Encontramos nos PCN a seguinte orientação:

Numa perspectiva de trabalho em que se considere o aluno como protagonista da construção de sua aprendizagem, o papel do professor ganha novas dimensões. Uma faceta desse papel é a de organizador da aprendizagem; para desempenhá-la, além de conhecer as condições socioculturais, expectativas e competência cognitiva dos alunos, precisará escolher os problemas que possibilitam a construção de conceitos e procedimentos e alimentar os processos de resolução que surgirem, sempre tendo em vista os objetivos a que se propõe atingir. Além de organizador o professor também é facilitador nesse processo. (BRASIL, 1998, p. 48)

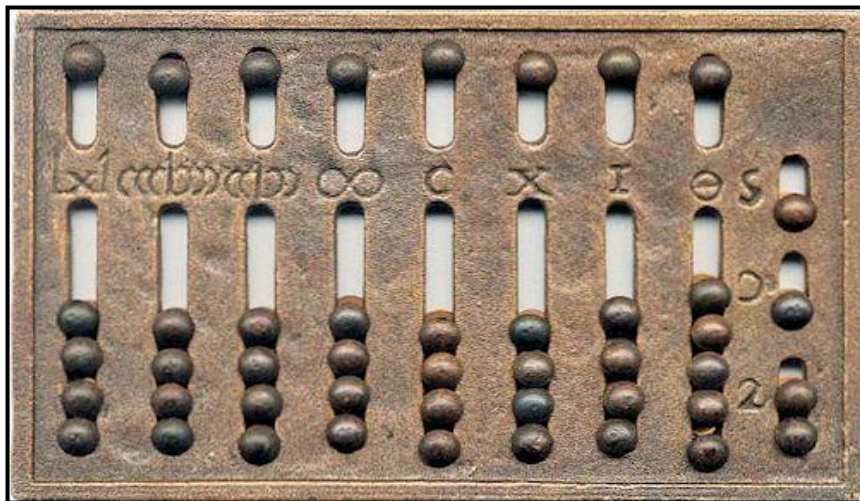
A seguir, discutiremos acerca da construção do conhecimento matemático através do auxílio de computacional, percebendo essa ferramenta como um mecanismo de mediação para um entendimento sólido dos princípios e das ideias matemáticas.

3.2. A aprendizagem de Matemática com o auxílio do computador

Percebemos que a tecnologia está intimamente entrelaçada com a Matemática. Não só em programação ou simuladores, ou ainda, softwares de geometria dinâmica, mas ao longo dos anos, o desenvolvimento tecnológico de cada época colaborou para o desenvolvimento de estudos e da construção do conhecimento matemático.

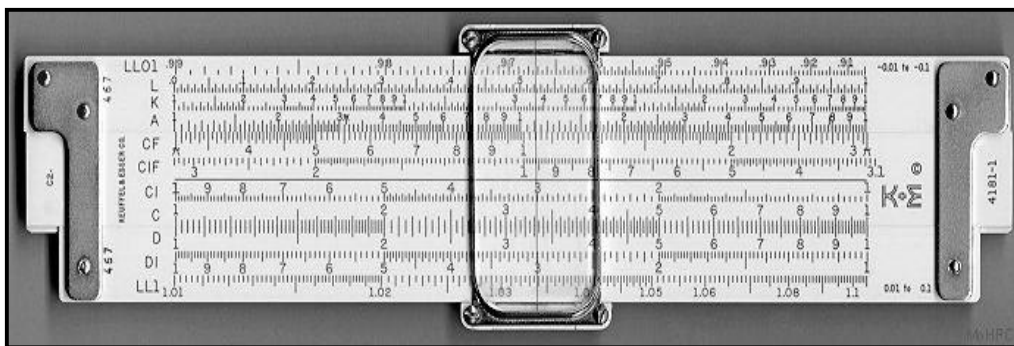
Tal fato, percebemos nas afirmações de Davis & Hersh (1985), ao relatar que três instrumentos de maior sucesso ao longo dos séculos para estudos de Matemática, em especial, em aritmética, foram o ábaco, a régua de cálculo e o computador.

Figura 3: Ábaco mesopotâmico (2700 – 2300 a.C.)



FONTE: <http://omundodourado.blogspot.com.br/2013/05/tipos-de-abaco.html>. Acesso em: 01/08/17.

Figura 4: Régua de cálculo (1632)

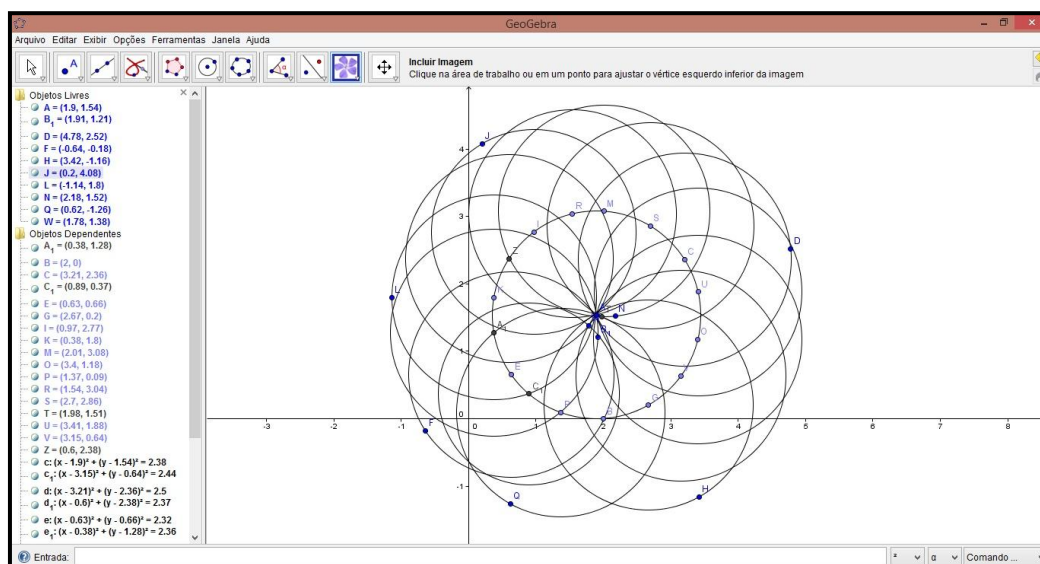


FONTE: <http://producao.virtual.ufpb.br/books/camyle/introducao-a-computacao-livro/livro/livro.chunked/ch01s01.html>. Acesso em: 01/08/17.

Ao se referirem à geometria, os autores dizem que

[...] o computador é um instrumento de desenho de muito maior poder do que as articulações e os moldes e padrões das salas de desenho tradicionais. Gráficos de computador mostram desenhos, lindamente sombreados e coloridos, de “objetos” que existam somente como definições matemáticas ou no programa utilizado. (DAVIS & HERSH, 1985, p. 41)

Figura 5: Construção de círculos usando o software Geogebra



FONTE: Produção do próprio autor.

Como já vínhamos abrindo trilhas na perspectiva de que há métodos e mecanismos para que a aprendizagem de Matemática aconteça de modo simplório e prazeroso, de tal maneira que de fato a aquisição dos conhecimentos aconteça através da construção, aqui abordaremos essa temática através do auxílio de computadores e das TIC como uma ferramenta que facilite essa construção do conhecimento matemático.

Porém, antes de aprofundarmos nossa discussão sobre o assunto, uma reflexão a priori é necessária, e Alves (2012), nos faz essa leitura no qual o emprego da tecnologia por si só não garante o êxito na aprendizagem, ou seja, é necessário que a experiência e a prática docente, ou ainda de tutores ou até mesmo os pares, deem suas colaborações.

Frota e Borges (2004), consideram que a tecnologia pode estar relacionada de três maneiras com a Matemática, de forma a evoluir na aprendizagem. A saber, *consumir tecnologia*, que nos remetem aos princípios de que as TIC são recursos poderosos para a aprendizagem de Matemática; *incorporar tecnologia*, onde se sustentam que as TIC se transformam em ferramentas e instrumentos cognitivos que mudam a forma de fazer Matemática e de pensar matematicamente; e por último, *matematizar a tecnologia*, que nos remete à ideia de que as TIC podem ser fontes de renovação das abordagens curriculares e da construção do conhecimento matemático.

Essas três etapas, citadas acima, se fundem num único ideal, que pensamos poder existir fontes de inovação, com ênfase na autonomia e no protagonismo do estudante para tomar posse do conhecimento matemático necessário à realidade do século XXI.

Abriremos um parêntese em nossa discussão para entender um pouco sobre a relação entre ensinar e aprender.

Papert (2008), propõe um termo para designar a arte de aprender, a saber, denominado de *Matética*⁸, e ainda faz um comparativo para melhor esclarecer a ideia do termo: “*A matética é para a aprendizagem o que a heurística é para a resolução de problemas.*” (PAPERT, 2008, p. 89), ou seja, tamanha importância o autor dá para a aprendizagem, muitas vezes esquecidas nas escolas quando se sobressai a ideia de ensinar.

Corroborando com Papert (2008) e conosco, Fino (2016a), dispõe que a Matética proclama ao estudante a honra de ser protagonista do seu processo de construção do conhecimento e de integrar plenamente sua aprendizagem do mesmo modo que em didática o professor assume a centralidade do processo.

Para Fino (2016a, p. 257), “*apesar da retórica, os alunos ficam invariavelmente na periferia dos processos didáticos, enquanto os professores ficam invariavelmente na periferia dos processos matéticos. No centro, só pode haver lugar para quem protagoniza.*”.

Onde queremos chegar com isso? Para a construção do conhecimento matemático com o apoio de tecnologia os estudantes podem aprender algo matemático sem ser ensinado ou pelo menos, procedido de maneira diferenciada, onde a isso Papert (2008) chama de moral matética. Ou seja, com um auxílio computacional, os estudantes de Matemática podem assumir a centralidade do processo de aprendizagem, isto é, serem protagonistas do seus próprios processos de construção do conhecimento matemático.

Alves (2011), considera que com um recurso tecnológico (adequado) o estudante consegue explorar um terreno propício ao surgimento de competências cognitivas que levem a uma atividade argumentativa do estudante e que consequentemente o levará a

⁸ “*Matética é o conjunto de princípios norteadores que regem a aprendizagem*” (PAPERT, 1985, p. 74).

um raciocínio argumentativo, transformando este aprendiz em um indivíduo crítico e construtor de sua aprendizagem.

Logo, de acordo com Prensky (2012) professores e alunos devem trabalhar juntos, em regime de parceria, de modo que seja possível aos estudantes fazerem o que fazem de melhor nos dias atuais, que é usar tecnologia. E em nosso viés, usar tecnologia para a aprendizagem de Matemática.

Há mais de duas décadas, através da utilização das TIC como ferramentas facilitadoras do processo de aprendizagem de Matemática, Ponte (1995, p.3), já mencionava em seus estudos que *“as experiências realizadas com o computador mostraram que este pode levar ao estabelecimento duma nova relação professor-aluno, marcada por uma maior proximidade, interação e colaboração”*.

Consideramos como sendo o problema da educação brasileira, a não falar de outros países, em especial da Educação Matemática e da aprendizagem de Matemática o tradicionalismo impregnado nas entranhas de educadores fabris e que não entendem, ou não querem entender, que a tecnologia é a proposta de uma aquisição e de construção do conhecimento, como já mencionava Sousa e Fino (2008).

Como mudança paradigmática na abordagem da aprendizagem de Matemática com uso das novas tecnologias, Artigue (2009, p. 467 *apud* ALVES, 2011, p.328), expõe: *“[...] as tecnologias digitais colocaram em efervescência a balança tradicional entre valores pragmáticos e epistêmicos das técnicas construídas na cultura do lápis e papel”*.

Papert (1985), dialoga com Artigue (2009), e conosco, acrescentando que para se desenhar um triângulo ou um quadrado, bastaria usar lápis e papel, porém, ao se fazer isso usando um computador, os programas transformam-se em módulos que possibilitam o aprendiz a criar hierarquias de conhecimento.

E ainda,

Fundamentar a abordagem à Matemática no uso de computadores proporciona à pequena escola moderna uma possibilidade de sair desse isolamento. Independentemente do seu “verdadeiro” valor educacional, associar Matemática com computadores tem uma probabilidade muito maior de provocar respostas positivas do que associá-la a uma coisa esotérica e desconhecida denominada teoria dos conjuntos. Uma reação típica de um pai será muito mais positiva a uma criança que chega em casa dizendo “Eu

estudei Matemática usando o computador” do que “Nós estudamos teoria dos conjuntos em Matemática”. (PAPERT, 2008, p. 204)

Em outras palavras, o uso do computador como mecanismo para maximizar a aprendizagem, além de prover o desenvolvimento cognitivo, perceptivo, visual e crítico do aprendiz, também proporciona relações sociais mais intensas com o professor e seus pares, e ainda, possibilita uma motivação para a aprendizagem de Matemática, bem como o fortalecimento positivo das ações pedagógicas desenvolvidas entre os envolvidos.

Papert (2008), nos indica que a associação entre Matemática e computadores possui grandes probabilidades de provocar respostas positivas nos aprendizes. E ainda, “[...] a tecnologia contribuirá para proporcionar um ambiente mais favorável para as várias iniciativas em direção a novos contextos para a aprendizagem [...]” (PAPERT, 2008, p. 205).

Dialogando conosco, Means e Roschelle (2011), fortalecem nossos princípios de que através da tecnologia os alunos são preparados a serem inovadores por meio de desenvolvimento para resolução de problemas, comunicação, colaboração e ainda, adquirir habilidades de pensamento crítico.

Fino (1998), transita nesta discussão quando remete a ideia de que, um *software* quando adequado à teoria em estudo, fornece aos aprendizes acesso a exploração diversificada, o qual oferece a esses estudantes a possibilidade de assumirem o controle dos acontecimentos e de desenvolverem a sequência de operações envolvidas adequadamente.

Se tratando da aprendizagem de Matemática, a escolha de um programa adequado “[...] torna-se um fator que determina a qualidade do aprendizado” (BRASIL, 2006, p. 89).

Percebemos que esta realidade não está tão distante do meio educacional formal, embora não seja o que encontramos muitas vezes dentro das salas de aula. Esse favorecimento do uso da tecnologia para a aprendizagem é encontrado em documentos oficiais da educação brasileira.

O uso da tecnologia na educação “[...] deve estar apoiada em uma filosofia de aprendizagem que proporcionem aos estudantes a oportunidade de interagir, de desenvolver projetos compartilhados, de reconhecer e respeitar diferentes culturas e de

construir o conhecimento.” (BRASIL, 2007, p. 9), e ainda, a “[...] *tecnologia é integrante efetiva dos conteúdos educacionais [...]*” (BRASIL, 2000, p. 48).

De modo particular, a Matemática se utiliza “[...] *como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a Matemática.*” (BRASIL, 2006, p. 87).

Parafraseando Ponte (1990, p. 53), “*as relações entre a Matemática e o computador são complexas e interativas [...]*”. Ou seja, computador necessitou da Matemática para ser projetado e construído e em contrapartida ele oferece uma vasta rede de recursos que auxiliam o estudo e o desenvolvimento de conhecimentos matemáticos.

A aprendizagem de Matemática mediada pelo novo PC (*power computer*) concerne a uma aprendizagem idealizada e realizada pelo próprio aprendiz onde a construção do conhecimento se faça a partir da busca por mecanismos para a resolução de uma situação-problema, ficando a formalização do conceito matemático em última etapa da aprendizagem (BRASIL, 2006), donde o auxílio computacional permite novos caminhos de percepção do problema proposto, fato que talvez somente com papel e caneta (antigo PC) ou, lápis e papel, não fosse possível, ou demandasse muito tempo, estudo e conhecimento para que uma percepção mínima começasse a florescer.

Considerando a ideia de Prensky (2001), com relação aos estudantes que se encontram nas escolas nos dias atuais, ou seja, nomeando-os de “nativos digitais”, onde correm “células de *bytes*” nas veias, a harmonia entre um computador e a Matemática pode ser considerada como uma aprendizagem de uma língua, e pensamos que em um curto intervalo de tempo estes alunos serão fluentes em Matemática.

Neste sentido, Papert (1985), considera que de posse de uma interação real onde ocorra comunicação entre o computador e a Matemática, esta ferramenta digital pode ser considerada como um interlocutor de Matemática de tal maneira que os aprendizes desenvolverão a Matemática como uma língua viva.

De acordo com Papert (1985, p. 19), “*a ideia de “falar matemática” a um computador pode ser generalizada numa visão de aprender matemática na “Matelândia”, isto é, num contexto que está para a aprendizagem da matemática assim como viver na França está para aprender francês*”.

Em outras palavras, a aprendizagem de Matemática facilitada pelo uso das novas tecnologias, quando desenvolvida de maneira adequada, a construção do conhecimento matemático dos aprendizes se torna tão natural quanto aprender uma língua materna, sobremaneira que a Matemática será um conhecimento acessível e prazeroso para todos, e não apenas para alguns “heróis”, como é posta.

3.3. A Teoria das Representações Semióticas e a transformação de registros por meio do uso de computadores

À medida que consideramos o computador como meio facilitador de aprendizagem de Matemática com uma abordagem construcionista, uma teoria, doravante denominada Teoria das Representações Semióticas, entra no nosso desenvolvimento sobre aprendizagem de Matemática.

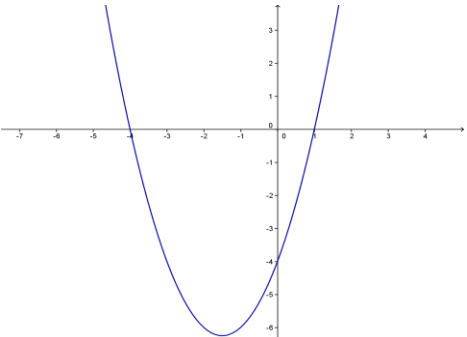
A Teoria das Representações Semióticas foi desenvolvida na França por um pesquisador chamado Raymond Duval⁹, a partir de 1970. Entenderemos um pouco mais sobre esta teoria no que segue.

Duval (2013, p. 14) afirma que *“do ponto de vista cognitivo, a atividade matemática deveria ser analisada em termos de transformações de representações semióticas e não de conceitos puramente mentais, e, portanto, assemióticos”*.

Ou seja, esta teoria colabora conosco à medida que podemos ter em Matemática vários tipos de representações para um mesmo objeto matemático (DUVAL, 2000). Por exemplo, para uma função, podemos ter a representação na língua materna, a representação algébrica e a representação gráfica. Logo, com um computador os aprendizes podem perceber estas transformações e manuseá-las, construindo significados e fazendo descobertas do conhecimento a ser aprendido.

⁹ Duval é filósofo e psicólogo, professor emérito da Université du Littoral Côte d’Opale, localizada em Dunkerque, na França, e desenvolve pesquisas na área da psicologia cognitiva, além de suas grandes colaborações para a Educação Matemática.

Tabela 1: Registros de representações semióticas de uma função do 2º grau

Representação em língua materna	Representação algébrica	Representação gráfica (geométrica)
$f(x)$ é igual a x elevado ao quadrado, mais três vezes x , menos quatro.	$f(x) = x^2 + 3x - 4$	

FONTE: Produção do próprio autor.

Para Duval (2012, p. 268), “a distinção entre um objeto e sua representação é, portanto, um ponto estratégico para a compreensão da Matemática”. E ainda, adverte que as várias representações semióticas possíveis de um objeto matemático são completamente indispensáveis para a compreensão matemática do estudante (DUVAL, 2012).

Na Teoria das Representações Semióticas, três atividades cognitivas são fundamentais para a construção do conhecimento matemático. A saber, *formação*, *tratamento* e *conversão*.

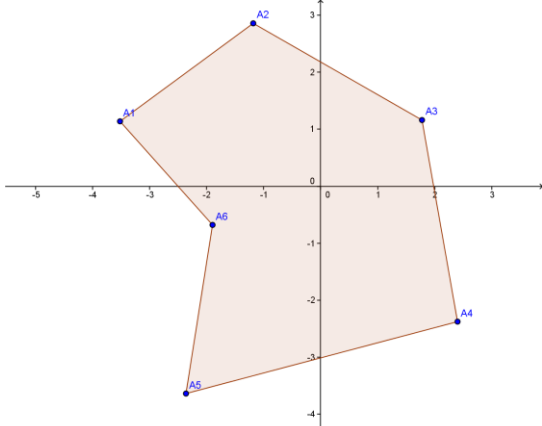
A *formação* é a descrição de um objeto, por exemplo, a expressão de uma fórmula (DUVAL, 2012). Mais explicitamente, tomando, por exemplo, o Teorema de Pitágoras¹⁰, a formação deste objeto matemático seria $a^2 = b^2 + c^2$, onde a determina a hipotenusa do triângulo retângulo e b e c , os catetos deste mesmo triângulo.

O *tratamento* é a transformação de uma representação no mesmo registro, por exemplo, a soma de dois números decimais resultantes em outro número decimal (DUVAL, 2012). Em outras palavras, a soma de dois números decimais, $1,3 + 1,5$, por exemplo, representam um registro e, o seu resultado pode ser dado no mesmo registro, ou seja, um número decimal ($1,3 + 1,5 = 2,8$).

¹⁰ O Teorema de Pitágoras serve para determinar um dos lados de um triângulo retângulo a partir de outros dois lados dados.

E, por último, a *conversão* é a transformação do um registro em outro do mesmo objeto matemático, por exemplo, a construção de um polígono a partir da língua materna natural (DUVAL, 2012). Tomemos a tabela abaixo como exemplo:

Tabela 2: Conversão do objeto matemático, polígono.

Língua materna	Construção do polígono (representação geométrica)
Dada uma sequência de pontos de um plano (A_1, A_2, \dots, A_n) com $n \geq 3$, todos distintos, onde três pontos consecutivos não são colineares, considerando-se consecutivos A_{n-1}, A_n e A_1 , assim como A_n, A_1 e A_2 , chama-se polígono à reunião dos segmentos $A_1A_2, A_2A_3, \dots, A_{n-1}A_n, A_nA_1$ (DOLCE & POMPEO, 1993, p. 132).	

FONTE: Produção do próprio autor.

Em nosso contexto, a conversão se faz uma atividade cognitiva de extrema importância na aprendizagem de Matemática utilizando o computador, pois muitas vezes não seria possível esta atividade cognitiva com o uso de lápis e papel. Logo, sem o auxílio da tecnologia, a conversão se torna uma fonte de dificuldade à compreensão matemática (DUVAL, 2012), em oposição ao uso da tecnologia como facilitadora da aprendizagem.

Sobre esta abordagem, Duval (2013), também infere suas observações colocando três pontos positivos sobre o uso da tecnologia na construção do conhecimento matemático:

De um ponto de vista cognitivo, os softwares trazem três grandes inovações. A mais fascinante é o *poder de visualização* que eles oferecem em todas as áreas. A segunda é que eles constituem um meio de transformações de todas as representações produzidas na tela. Em outras palavras, eles não são somente um instrumento de cálculo cuja potência cresce de modo ilimitado, mas eles cumprem uma *função de simulação e de modelagem* que ultrapassa tudo o que podemos imaginar “mentalmente” ou realizar de modo gráfico-manual. Enfim, a produção pelos computadores é quase imediata: *um clique, e isto é obtido sobre a tela!* É essa tripla inovação do ponto de vista cognitivo

que gera o interesse e os benefícios pedagógicos dos ambientes informatizados no ensino de matemática. (DUVAL, 2013, p. 32, grifo do autor)

Quando a conversão de um registro semiótico para outro não acontece de forma concreta pelo estudante, cognitivamente o aprendiz passa a crer que são dois objetos completamente diferentes (DUVAL, 2000), e que um nada tem a ver com o outro, tornando assim, a aprendizagem de Matemática desassociada.

Em contrapartida, algumas vezes, quando estas representações não são bem trabalhadas pelo estudante, desenvolvendo o seu cognitivo, surgem as incompreensões e as dificuldades na aprendizagem de Matemática. Porém, Duval (2013), considera que estas dificuldades de aprendizagem não se devem aos conceitos dos objetos matemáticos, mas, diante da variedade de representações semióticas existentes para um mesmo objeto matemático, se dá ao uso confuso, ou mau desempenho que se fazem delas. Para o autor, “[...] o objeto matemático nunca deve ser confundido com a representação semiótica utilizada para representá-lo” (DUVAL, 2013, p. 17).

Duval (2000), acrescenta que, o que está em jogo na construção do conhecimento matemático é a construção de uma arquitetura cognitiva que crie capacidades nos alunos de aprendizagem e de compreensão. Logo, para que essas estruturas sejam construídas, diferentes registros de representações semióticas devem ser usados (DUVAL, 2006).

Porém em nosso caso, estamos dando ênfase à conversão, pois estamos trilhando um caminho em que o computador auxilie a aprendizagem e a construção do conhecimento matemático. Para tanto, “[...] a conversão desempenha um papel essencial [...]” (DUVAL, 2012, p. 277) neste processo. Pois, parafraseando Alves (2013), a visualização que será possibilitada pelo uso de softwares será um elemento impulsionador para a aprendizagem de Matemática e ainda, a conversão de um objeto matemático através da visualização e da imagem poderá ser decisiva na aprendizagem e para o entendimento da abordagem dada (ALVES, 2012).

Alves (2011), em estudos desenvolvidos em sua tese de doutorado nos mostra que a utilização da Teoria das Representações Semióticas, em especial em atividades que envolvam a conversão de registros, evita, ou ao menos diminui, os efeitos de uma aprendizagem de Matemática puramente algorítmica, pois atividades com esta vertente estimulam o pensamento e a percepção visual.

Essa transformação de registros através da conversão utilizando o computador, nos leva a considerar outro aspecto de colaboração para nossa pesquisa. A partir do momento que o estudante não consegue avançar na construção do seu conhecimento fazendo uma conversão dos registros e, para isso necessita do suporte de tecnologia para auxiliá-lo sem a conduta do professor, ou de um mínimo de interferência deste, estamos falando da proposta de Vygotsky, ou seja, aqui nos cabe perceber a existência da Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP, no qual abordaremos na próxima seção.

3.4. As TIC como implicação da Zona de Desenvolvimento Proximal na aprendizagem de Matemática

Para Vygotsky (1991, p. 58), a Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP define as “[...] *funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação* [...]”, ou seja, funções cognitivas que necessitam de um auxílio ou um estímulo para que possam emergir e determinar uma nova fase, mais avançada do conhecimento, ou ainda, outro nível de desenvolvimento real.

O que Vygotsky chama de desenvolvimento real, é o conhecimento já consolidado, aquilo que o aprendiz já sabe e consegue fazer sozinho, sem ajuda (VYGOTSKY, 1991). Logo, o que agora é ZDP posteriormente será desenvolvimento real, ou seja, o que hoje o aprendiz só consegue fazer com ajuda, posteriormente ele conseguirá fazer sozinho.

Com esta ideia, Fino (2001, p. 279), complementa o raciocínio ao afirmar que considerar uma ZDP implica em “[...] *assistir o aluno proporcionando-lhe apoio e recursos, de modo que ele seja capaz de aplicar um nível de conhecimento mais elevado do que seria possível sem ajuda*”.

Para Correia (2011, p. 121), “*a ZDP é um espaço teórico de compreensão que se encontra um pouco acima do nível de compreensão actual do indivíduo. É o próximo nível de compreensão que está para além daquele que o aluno está a trabalhar*”. Ou seja, para o autor, a ZDP é um espaço cognitivo onde o domínio de uma habilidade

tornar-se-á eficaz com uma ajuda (CORREIA, 2011), seja do professor, de seu par, ou ainda, como estamos abordando, de um computador.

Explorando os pensamentos de Fino (2001) e de Correia (2011), enxergamos aqui a possibilidade dos aprendizes conseguirem avançar na construção do conhecimento matemático através da conversão de registros semióticos utilizando *softwares* adequados para este fim. Em outras palavras, as TIC neste caso, podem ser consideradas como uma implicação de ZDP.

Fino (2000), ainda considera que cada aprendiz, através de uma ZDP, possa desenvolver, o que o autor chama de “janela de aprendizagem”, onde o espaço desta janela será preenchido com a ajuda do professor ou de seus pares, até o estudante assumir uma tomada de consciência sobre o próprio conhecimento.

O preenchimento da lacuna que se fazia presente na construção do conhecimento pode ser realizado, como já inferimos, através de auxílio de um computador e, à medida que o aprendiz vai se apropriando de novas habilidades e conhecimentos, este vai assumindo maiores responsabilidades cognitivas, como discorre Fino (2001), acerca das atividades desenvolvidas e com isso aperfeiçoando o conhecimento e a aprendizagem.

Capítulo 4 – Inovação Pedagógica e a construção do conhecimento matemático com o uso das TIC

Antes de quaisquer palavras a respeito de Inovação Pedagógica, começamos por entender a centralidade do termo inovação. Mas o que é inovação? Termo que vem do latim *innovare* que quer dizer mudança, ou seja, inovação está diretamente ligada a mudar algo, introduzir novidades, reconstruir.

Partindo deste princípio, inovação pedagógica nos remete a ideia de mudança nas ações que levam a aprendizagem, em mudanças nas práticas pedagógicas desenvolvidas por professores e alunos. Para Papert (1996, p. 222), “[...] a aprendizagem é o elemento-chave para a mudança”.

Desenvolver uma atividade em que se obtenha uma “[...] maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino.”, como afirma Papert (2008, p.134), pode-se dizer que é uma ação de inovação. E isso pode ser realizado com o auxílio de computadores ou não.

Em nossa abordagem qualitativa, estamos interessados em perceber mudanças que levem à aprendizagem de Matemática por meio das TIC. Ou seja, neste capítulo, faremos uma discussão com os autores da linha de pesquisa em Inovação Pedagógica e com outros autores que nos permitam uma fundamentação para percepção de como a construção do conhecimento matemático se desenha a partir de indícios de inovação pedagógica no contexto educacional.

4.1. O conceito de Inovação Pedagógica

Definir Inovação Pedagógica não é uma tarefa tão simples, pois vai muito mais além do que se pensa, e, muito mais difícil, é fazer com que realmente aconteça na prática diária da labuta escolar, pois inovar pedagogicamente não implica em simplesmente colocar à disposição dos alunos ferramentas tecnológicas, por exemplo, mas sim, como essas ferramentas são, ou serão, utilizadas para uma melhor qualidade na aprendizagem.

Como já explanamos, inovação é sinônimo de mudança e, por vezes, mudança causa desconforto, medo de não dar certo, insegurança etc., mas temos que fazer a diferença na cultura escolar atual.

No viés da Inovação Pedagógica, a mudança e a transformação (FINO, 2010) do cenário educacional vigente, do paradigma presente (e ao mesmo tempo ultrapassado) é que será ponto de partida para uma nova realidade na educação e nos processos de aprendizagem.

Ora, *diferença* e *mudança* são componentes importantes da inovação pedagógica, mas existem diferenças e mudanças, nomeadamente de natureza quantitativa – mais tecnologia, maior rapidez, mais eficiência – que não são propriamente inovação, cujo sentido é bastante mais comprometido com critérios de natureza qualitativa e, mesmo, de natureza cultural, uma vez que a inovação pedagógica implica mudanças nas culturas escolares. (FINO, 2011b, p. 102, grifo do autor)

Inovar pedagogicamente, nos dias de hoje, se tornou uma tarefa difícil e complexa, mas nunca impossível, no *locus* da escola. Sobretudo com a supervalorização do ensino, esbarramos muitas vezes no currículo – com suas características cartesianas e particionadas, onde os alunos são conjuntados segundo idades, programas e métodos de ensino (onde se criou a política de que tem que ser repassado para os alunos o programa curricular) e principalmente sob a cultura tradicional instrucionista, dificultando atividades que valorizem a aprendizagem de forma significativa e impedindo, ou dificultando, a prática pedagógica.

Para Papert (1985) quando falamos em currículo não inferimos sobre a sua ausência, mas numa nova abordagem para sua existência. Em se tratando de Inovação Pedagógica, o currículo deve ser flexível ao ponto de não se preocupar com a mensuração de que é ensinado, mas sim na qualidade do que é aprendido.

Papert (1985, p. 49) nos diz que

[...] “ensinar sem currículo” não quer dizer salas de aula completamente livre nem simplesmente “deixar a criança por conta própria”. Significa dar todo o apoio à criança enquanto ela constrói suas estruturas intelectuais com materiais obtidos na cultura que a circunda. Nesse modelo, a intervenção educacional significa mudanças na cultura, a introdução de novos elementos construtivos e a eliminação de elementos perniciosos.

Ou seja, em nosso viés, as mudanças significativas que reflitam no processo de aprendizagem dos estudantes estão no fornecimento de ferramentas que signifique algo para os aprendizes e, com isso, eles construam estruturas intelectuais com materiais advindos do contexto social no qual o estudante está inserido.

Evidentemente que, todo esse processo pode exigir mais tempo do professor e de suas aulas do que o que é pré-estabelecido pelo currículo proposto ao professor para ser seguido. Porém, pensamos que o resultado na qualidade da aprendizagem desenvolvida por meio deste processo seja muito maior do que o esperado por métodos tradicionais.

De acordo com Fino (2016, p. 16), Inovação Pedagógica implica “[...] *heterodoxia, rutura paradigmática, disrupção [...]*”, isto é, quebra de pensamentos, de valores, de posicionamentos, reflexão, não possui barreiras para a imaginação e para o protagonismo do aluno, implica mudanças qualitativas, é oposto aos padrões da educação tradicional, remete a progresso na aprendizagem sem esbarrar no currículo.

Para Fino (2011b), a função essencial desta linha de investigação é a rutura dos contextos do passado a fim de criar contextos de aprendizagem para o futuro, ou seja, uma mudança nas atribuições de professores e alunos a fim de devolver à sociedade cidadãos preparados para os desafios do século XXI.

Corroborando com nossa temática, Monteiro e Junior (2001) apontam que apesar da complexidade de uma mudança de paradigma, antes de qualquer coisa, para que a rutura ocorra, é necessário o desejo de mudança e acreditar que um novo paradigma é possível e que sempre haverá uma alternativa no contexto da aprendizagem.

Tal mudança referida acima deve existir primeiramente na prática do professor, pois este tem que acreditar numa proposta de mudança, para em seguida, ressoar esta mudança entre seus alunos.

No contexto da Inovação Pedagógica, atividades que despertem o desejo, a curiosidade, a investigação, etc. devem ser lançadas pelos professores para que os alunos se debrucem em tais atividades e, assim, desenvolvam uma aprendizagem focada na qualidade cognitiva, no processo de aprendizagem. E como dizia Papert (1996, p. 83): *“a melhor aprendizagem é a que se compreende e dá prazer”*.

A partir disso, a aprendizagem que se compreende é aquela que o aprendiz constrói passo a passo e, tem um significado explícito nas faculdades mentais do estudante. Além do mais, o que dar prazer é algo que se faz com gosto, por vontade própria, espontaneamente. Isso, na maioria das vezes, não é permitido quando se segue um currículo rígido e descontextualizado da realidade do aluno.

A Inovação Pedagógica requer, doravante, mudanças qualitativas nas práticas pedagógicas. Vale ressaltar a distinção entre prática pedagógica e prática docente. A primeira remete a presença de docente e discente (preocupação com a aprendizagem), já a segunda remete a presença somente do docente (formação de professor e preocupação com o ensino).

A Inovação Pedagógica é desenvolvida por professores e estudantes a partir de um contexto onde os alunos sejam os protagonistas no processo de aprendizagem, onde estes possam realizar atividades com um mínimo de interferência do professor. Para isso, entre os aprendizes devem existir colaboração.

Acho que agora nos devemos permitir centrarmo-nos nos alunos, nas suas necessidades e dificuldades, não numa perspectiva paternalista de fazer o melhor por eles, mas criando condições para que eles possam construir os seus próprios projetos de aprendizagem em cooperação e colaboração com os seus pares. (CORREIA, 2013, p. 52)

O autor acima nos propõe a ideia de aprendizagem por cooperação e colaboração, porém, vale lembrar a distinção entre tais termos. Segundo Roschelle e Teasley (1995), cooperação está para uma divisão de tarefas onde cada partícipe é responsável por uma parcela da tarefa executada e, colaboração infere sentido de participação mútua, onde todos os partícipes, em igualdade, são responsáveis pela execução da uma tarefa.

Fino (2008a) insiste na dicotomia entre ensino e aprendizagem de forma que Inovação Pedagógica consiste em contextos de aprendizagem como alternativa à insistência das escolas em contextos de ensino.

A Inovação Pedagógica, segundo Correia (2013), por norma não ocorre em ambientes escolares devido às barreiras encontradas pela escola institucionalizada, embora isso não queira dizer que não possa ocorrer Inovação Pedagógica dentro de uma unidade escolar. E aqui entramos com a proposta de tentar fazer acontecer esta utopia nos ambientes escolares.

Em outras palavras, se conseguíssemos fazer com que nas escolas, todos os atores envolvidos no processo educativo percebessem e colaborassem para a ruptura paradigmática de ensino onde todos proporcionassem protagonismo aos alunos e criassem ambientes de aprendizagem com a centralidade no estudante, aí estaríamos fazendo acontecer Inovação Pedagógica nas escolas.

Dar-nos a oportunidade de sermos agentes de mudança na escola nos leva a ofertar aos estudantes novas oportunidades de aprendizagem (PAPERT, 1996). Isso é prazeroso e satisfatório para o professor!

De acordo com Correia (2013), neste novo ambiente escolar proposto como mudança ao ensino tradicional, apesar dos alunos serem o centro, os professores, mesmo na periferia, continuam a desempenhar um papel fundamental, de extrema importância para o processo de aprendizagem. Numa conjuntura de Inovação Pedagógica os professores devem ser “[...] *facilitadores, supervisores e consultores dos alunos* [...]” (CORREIA, 2013, p. 57) no processo educativo e de construção do conhecimento.

Segundo Papert (1996), o papel do professor é criar condições para a invenção, desenvolver a criatividade e a ação. Não cabe ao professor, em um contexto de inovação, fornecer aos alunos conhecimentos consolidados (PAPERT, 1996), mas deve oferecer meios para que os alunos consolidem seus conhecimentos através da descoberta, da construção e da pesquisa.

Neste processo de auxílio dos professores aos alunos, ajudando-os a irem mais além que pensam poderem ir, onde em algum momento “caminharão com as próprias pernas”, comparando com uma mãe que auxilia um bebê a caminhar aos primeiros anos de vida e que, no futuro esta criança andará sozinha, em um contexto de inovação, o apoio e a ajuda que os professores podem dar, seguem a menção de Papert (2008, p. 135): “*o tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento*”.

De acordo com Brazão (2008) o que conduz à Inovação Pedagógica é a ruptura dos paradigmas tradicionais e, para isso, o professor consciente e que anseie por tal mudança, deve “[...] *desenhar uma intervenção que desencadeie essa ruptura*” (BRAZÃO, 2008, p. 291).

Poderíamos objetivar a relação entre professor e alunos através da matemática, de forma que esteja presente a essência de Inovação Pedagógica. Para Fino (2016a, p. 258),

A inovação pedagógica passa exclusivamente pela matemática, o que implica a autonomia e o protagonismo do aprendiz e a redefinição do papel do professor, com todas as consequências dessa migração do aprendiz, da periferia para o centro dos processos de ação e construção.

O campo de atuação da Inovação Pedagógica se dá onde existam pessoas com vontade de aprender e pessoas (com auxílio de ferramentas ou não) com vontade de facilitar essa aprendizagem, ou ainda onde todas desejem aprender juntas, sejam colaborativas no processo da aprendizagem, como afirma Fino (2008a).

A Inovação Pedagógica não impõe limites na imaginação nem na criatividade. De acordo com Correia (2010, p. 42), *“a inovação não tem idade, nem lugar, nem tempo”*. Onde quer que se tenha uma diminuição no ensino e haja valorização na aprendizagem, seja na escola ou fora dela, aí encontramos indícios de inovação.

Em se tratando de conhecimentos, em Inovação Pedagógica não há a transmissão de conhecimentos aos alunos por parte do professor. Oportunamente, o conhecimento é desenvolvido pelos estudantes, fruto de pesquisas e experiências dos mesmos. Para Correia (2013, p. 55), em um contexto de inovação pedagógica, *“a aprendizagem não é resultado do ensino, mas uma conquista pessoal e ocorre num contexto social específico e dinâmico”*.

Ademais este pensamento, Brazão (2008, p. 4), defende que *“a construção social do conhecimento, é entendida como ruptura na concepção tradicional da aprendizagem [...]”*, ou seja, um conhecimento construído por meio da interação entre o aluno e seus pares e entre o mesmo e o professor, determina uma quebra de paradigma, pois tradicionalmente, o professor tende a querer transmitir conhecimentos consolidados por ele para seus alunos e, isso não determina grandes possibilidades de aprendizagem por princípios da Inovação Pedagógica.

Aliás, Bessa (2008), enfatiza que quando não há uma construção social do conhecimento, a aprendizagem fica comprometida. Acrescentamos ainda mais... a aprendizagem real pode nem acontecer.

De fato, de acordo com os princípios citados, Inovação Pedagógica não coloca barreiras na imaginação, é uma aprendizagem ilimitada que tem a ver com o futuro a partir do presente, deixando para trás o passado tradicionalista, considerando-se uma ruptura neste paradigma.

Inovação Pedagógica evoca ainda, aos processos de aprendizagem e não aos resultados. Porém, em contrapartida, há de se considerar que produz resultados positivos. Determina o protagonismo, a autonomia e a construção do conhecimento pelo aprendiz.

Diante de tantos fatores que ressoam uníssonos para uma mudança no paradigma educacional, Correia (2011, p. 42), descreve que a Inovação Pedagógica “*[...] já não é uma escolha, mas uma constante de vida*” da qual, numa sociedade globalizada, não tem como fugir dela ou fazer de conta que o futuro não é hoje.

Todavia, é sim. O futuro da educação está acontecendo e Inovação Pedagógica é o caminho. Fugir dela é excluir-se da modernidade e acomodar-se no passado. Porém, diante desta necessidade emergente de mudança, fica-nos o questionamento e a reflexão: como a educação tradicional se manteve e, se mantém, até hoje, diante de tantas necessidades da sociedade contemporânea e a escola tradicional não é mais capaz de supri-las?

4.2. A construção do conhecimento matemático com o uso das TIC a partir da proposta de Inovação Pedagógica

Ao mudarmos da aprendizagem fragilizada e com pouca probabilidade de aprofundamento do conhecimento matemático através de percepção, intuição, argumentação e crítica, da construção com lápis e papel, para uma construção destas mesmas habilidades, com grandes possibilidades de avanços, através de tecnologias, implica-se perspectivas de inovação pedagógica.

Como vimos na seção anterior, Inovação Pedagógica está entranhada nos processos de mudanças no qual impliquem valorização na aprendizagem e dos aprendizes. Estes devem ser autônomos e protagonistas de seus próprios conhecimentos. Nesta

perspectiva, o uso da tecnologia auxilia na execução deste feito como uma proposta de mudança paradigmática e de grandes possibilidades de haver uma aprendizagem de Matemática de forma significativa.

Porém, uma ressalva deve ser considerada. Não devemos confundir inovação pedagógica com inovação tecnológica (FINO, 2008a). Pois como afirma Brazão (2013, p. 279), a Inovação Pedagógica “[...] não reside na tecnologia, mas na forma como esta é colocada a serviço de uma intervenção pedagógica inovadora”.

Com isso, Papert (1985), descreve que as mudanças oriundas do processo de transformação do paradigma educacional posto, não provêm da tecnologia, mas sim das ideias.

O uso das TIC como ferramenta de trabalho para a construção do conhecimento matemático traz para as escolas (e salas de aula) uma possibilidade de mudança qualitativa da aprendizagem e que envolve a postura do professor e do aluno numa transformação do ambiente de aprendizagem matemática.

Para Brazão (2015, p. 209),

Os estudantes não são valorizados enquanto indivíduos autônomos na construção das suas aprendizagens com o auxílio dos computadores. São também secundarizados os projetos de construção de cidadania com o auxílio destas ferramentas de aprendizagem. É urgente uma mudança paradigmática que devolva aos ambientes de aprendizagem uma pedagogia participativa com o uso das TIC.

Fino (2000, p. 145), complementa:

As novas tecnologias de informação podem ser utilizadas para suportar formas diversificadas de interação social, de comunicação e de colaboração nas tarefas de construção de conhecimento em que estão comprometidos os membros de uma comunidade de aprendizagem.

Fino (2008a), ainda expõe a ideia de Inovação Pedagógica como sendo a consistência da criação de contextos de aprendizagem. Nesta abordagem, temos o computador como auxiliar da aprendizagem, como ferramenta facilitadora e mediadora do processo de construção do conhecimento matemático.

Podemos ainda considerar que inovação pedagógica remete ao fato de que os estudantes, através de descobertas e de construções, passam a interagir mais com seus

pares e com o docente. Fino (2008a), afirma que o campo da inovação implica interação social por parte dos envolvidos. Implica práticas pedagógicas.

A Inovação Pedagógica pretende devolver a sociedade globalizada o aprendiz que ela necessita, ou seja, segundo Fino (2011, p. 106), *“romper com os contextos do passado e criar os contextos de que o futuro necessita o que implica uma redefinição do papel dos aprendizes e dos professores [...]”*. O aluno do século XXI é nato das TIC, doravante deve implicar mudanças nesse contexto nas salas de aula e, conforme Fino (2015, p. 39), *“o uso das tecnologias passou a ser um fim em si mesmo. As tecnologias é que são a mudança”*.

Detendo-nos à construção do conhecimento matemático com o uso das TIC, à medida que os aprendizes desenvolvem projetos para elaboração de problemas de Matemática, constroem gráficos e a partir daí inferem conjecturas, refletem, pensam, discutem, desenvolvem o senso crítico, social e cognitivo, estão colocando o uso da tecnologia a serviço da Inovação Pedagógica, pois estão indo contra a um ensino fragilizado e que não garante aprendizagem, além de emergir possibilidades de ir construindo o conhecimento matemático sem esbarrar no currículo.

Brazão (2015, p. 213), colabora conosco neste posicionamento ao colocar de forma crítica que *“[...] encontramos um novo debate sobre a tecnologia ao serviço da Inovação Pedagógica, com a discussão sobre a possibilidade de desconstruir o currículo, permitindo outra reorganização, sustentada em novos paradigmas educativos”*.

Além do mais,

[...] a tecnologia pode dar origem a novas maneiras de imaginar o diálogo intersocial e de reconstruir o espaço pedagógico, dentro e fora da Escola, valorizando a subjetividade e a experiência dos aprendizes. Com ênfase na atividade do grupo e o foco na transformação cultural [...]. (BRAZÃO, 2015, p. 213)

Em outras palavras, o uso das TIC como ferramenta para o estudo de Matemática possibilita aos estudantes um novo universo de aprendizagens, onde a interação social, seja com seus pares ou professor (ou mesmo com o computador), determina uma nova cultura na prática pedagógica. Ressaltando ainda, como bem descreve Brazão (2015), a

valorização das experiências dos estudantes, ou seja, percebemos uma preocupação com o estudante. O professor não é o centro e sim o aluno.

Estes pressupostos inferem na aprendizagem de Matemática com o uso de computadores essências de inovação pedagógica, ou seja, há uma mudança no cenário da aprendizagem de Matemática com o uso das novas tecnologias.

Fundamentar a abordagem à Matemática no uso de computadores proporciona à pequena escola moderna uma possibilidade de sair desse isolamento. Independentemente do seu uso “verdadeiro” valor educacional, associar Matemática com computadores tem uma probabilidade muito maior de provocar respostas positivas do que associá-la a uma coisa esotérica e desconhecida denominada teoria dos conjuntos. Uma reação típica de um pai será muito mais positiva a uma criança que chega em casa dizendo “Eu estudei Matemática usando o computador” do que “Nós estudamos teoria dos conjuntos em Matemática”. (PAPERT, 2008, p. 204)

Parafraseando o autor acima, o desenvolvimento de uma construção matemática através de computadores pode ser muito mais estimulante para os estudantes do que apenas o estudo de uma teoria matemática de forma seca, sem percepção com a realidade e muito menos envolvente, do que se faria com ferramentas tecnológicas o estudo do mesmo conteúdo.

Além de desenvolver o protagonismo, a interação social, a imaginação e a criatividade, a motivação e o desejo de estudar Matemática são alterados positivamente quando se faz com o uso de computadores.

Percebemos que os indícios de Inovação Pedagógica são bem presentes na aprendizagem de Matemática quando se usa computadores e *softwares* que facilitam e auxiliam a aprendizagem da mesma. Proporcionando uma mudança no paradigma de que a Matemática é um conhecimento para poucos. Doravante, a Matemática é um conhecimento para todos, desde que se tenham uma metodologia adequada e as ferramentas propícias para tal finalidade.

Capítulo 5 – Metodologia

Para trilharmos os caminhos deste trabalho, e em se tratando de um estudo na área da educação, percebemos que a metodologia adequada ao desenvolvimento do mesmo, seria encontrada dentro do paradigma qualitativo, no qual se denomina etnografia.

Escolhemos a Escola de Ensino Fundamental e Médio Antônio Dias Macedo, que nos cedeu à participação e observação de um grupo de alunos para aulas de Matemática com uso das TIC, para realizarmos nossa investigação etnográfica em seus ambientes naturais.

5.1. Etnografia

A etnografia se configura dentro de um cenário paradigmático da pesquisa qualitativa. A princípio, a abordagem qualitativa surge no fim do século XIX, a partir de questionamentos de cientistas sociais a respeito da validade dos fenômenos humanos e sociais a partir de fundamentações das investigações das ciências naturais e das ciências físicas (ANDRÉ, 2012).

Para entendermos um pouco sobre o que seria etnografia, embora fazendo uma observação breve da etimologia da palavra a partir de seus radicais, compreendemos etnografia como sendo, do grego *ethnos* = grupo de pessoas com os mesmos costumes, ou ainda, um grupo homogêneo e, *graphein* = escrita, ou seja, etnografia pode ser definida como a escrita, ou a descrição, de um grupo de pessoas com os mesmos costumes, mesmos hábitos, pertencentes a uma mesma cultura.

Vejamos a seguir, o que alguns autores, participantes da bibliografia de nossa linha de investigação, e mais alguns outros, dizem sobre tal metodologia investigativa.

Segundo Woods (1987), o termo etnografia deriva da antropologia e significa a descrição do modo de vida de uma raça ou de um grupo de indivíduos.

Para André (2012, p. 19) etnografia “[...] é a tentativa de descrição da cultura”. A autora, ao referenciar Spradley (1979), explica cultura como sendo algo que as pessoas fazem, sabem, e ainda, como coisas que elas constroem e usam (SPRADLEY, 1979, *apud* ANDRÉ, 2012).

Geertz (2008) exprime seu pensamento sobre etnografia como sendo uma “descrição densa” e o etnógrafo é o indivíduo que se encarregará de fazer esta descrição. Porém, Brazão (2011) acrescenta que para registrar, no caso descrever, é preciso aprender primeiro a observar, discernir dentro da densa realidade inserida o que é relevante e o que é secundário, e ainda, o que é insignificante para a pesquisa.

Caminhando neste sentido, para um aprofundamento dos princípios da etnografia, André (2012) coloca que a pesquisa etnográfica não deve se limitar a descrever uma situação ou situações, pessoas ou ambientes, mas sim, o etnógrafo deve “[...] tentar reconstruir as ações e interações dos atores sociais segundo seus pontos de vista, suas categorias de pensamento, sua lógica” (ANDRÉ, 2012, p. 45).

Concordando com os autores acima, André (2012) diz que a etnografia foi desenvolvida pelos antropólogos e que, esta metodologia tem dois significados para estes estudiosos. O primeiro é que etnografia é “[...] um conjunto de técnicas que eles usam para coletar dados sobre os valores, os hábitos, as crenças, as práticas e os comportamentos de um grupo social [...]” (ANDRÉ, 2012, p. 27). O segundo significado é que etnografia impera um “[...] relato escrito resultante do emprego dessas técnicas” (ANDRÉ, 2012, p. 27).

Macedo (2006, p. 83) colabora conosco afirmando que numa pesquisa etnográfica, “[...] descrever é um imperativo, estar in situ é ineliminável, compreender a singularidade das ações e realizações humanas é fundante, bem como a ordem sociocultural que aí se realiza”.

Para que o investigador possa fazer suas observações com coerência, é necessário que esteja “dentro” do grupo, se fazer pertencente à cultura observada. Para tanto, como afirma Sousa (2011), é preciso deixar-se converter, é necessário e suficiente que os atores sociais nativos do grupo pesquisado o adotem, reconheçam e o aceitem como parte integrante do grupo.

Na pesquisa etnográfica, durante a permanência no campo investigativo, as informações, ou dados, são recolhidos de maneiras diversas. De um modo geral, os dispositivos de coletas de dados inserem-se direta ou indiretamente na observação participante.

Segundo André (2012) a observação participante recebe este nome pelo fato do pesquisador desenvolver um grau de interação com a situação (e com os membros envolvidos) de tal forma que afeta-a e é afetada por ela.

De acordo com Sabirón-Sierra (2011), a observação participante é uma estratégia de investigação qualitativa por excelência. Daí, percebemos que esta ferramenta no processo investigativo se faz com tamanha relevância.

Lapassade (1992) descreve a observação participante como sendo o trabalho de campo em sua totalidade, ou seja, desde a chegada do pesquisador, através da negociação de acesso ao campo de pesquisa até o dia em que deixa o campo depois de uma longa jornada pertencendo à cultura estudada.

Sobre a pertença do investigador no grupo, ou seja, se tornando um ser como que nativo do grupo estudado, Lapassade (2005) faz uma distinção entre compreender e explicar a cultura do grupo através da observação participante. Para o autor, “[...] *explicar remete à análise casual feita de fora, enquanto compreender implica uma empatia, uma capacidade de ver as “coisas” de dentro*” (LAPASSADE, 2005, p. 70).

Sobre a observação participante, Fino (2008b), complementa descrevendo como sendo aquilo que o pesquisador / observador aprende na convivência com o grupo estudado e participando com eles de suas atividades cotidianas.

Adler e Adler (1987, *apud* LAPASSADE, 2005, p. 72), consideram existir três tipos de observação participante, a saber, periférica, ativa e completa. A observação participante periférica é a que o pesquisador participa superficialmente das atividades, sem muito envolvimento; a ativa é aquela que o pesquisador participa das atividades ativamente como membro do grupo, porém mantendo um distanciamento; e por último a completa, que se divide em duas categorias: por oportunidade, onde o pesquisador é membro da situação ou por conversão, onde o pesquisador torna-se o fenômeno que ele estuda.

Em nossa investigação, interiorizamos a opção de desenvolver uma observação participante completa por oportunidade, tendo em vista que no campo escolhido para a pesquisa o investigador já é membro do território em análise.

De acordo com Pimentel (2009, p. 129), “[...] *uma das condições fundamentais para o trabalho da etnografia é a intensidade e extensividade da participação do pesquisador no seu campo de investigações [...]*”, ou seja, quanto mais tempo o investigador permanece e convive com os nativos participando de suas atividades como se fosse gene do grupo (SOUSA, 2011), mais propriedade o investigador possui sobre este grupo de pessoas e melhor desenvolvimento possui sua pesquisa.

Com isso, a investigação etnográfica dispõe de certos desafios a serem vencidos, pois como o investigador passa a viver com os nativos, em uma cultura que pode não ser a sua, o dia-a-dia do pesquisador é sempre incerto. Coisas novas podem surgir a todo o momento. É uma investigação dinâmica.

A pesquisa do tipo etnográfico é movimento. Evoca encontros e desencontros. Provoca atrasos e ultrapassagens. Contorna o velho e o novo. Implica aproximações e distanciamentos entre aquilo que os outros dizem e fazem em campo e aquilo que as teorias já disseram a respeito do que outros já disseram e fizeram enquanto compartilhavam suas comunidades de destino com comunidades de pesquisadores. (PIMENTEL, 2009, p. 163)

Fino (2008b, p. 48) esclarece que “[...] *de um ponto de vista etnográfico, é necessário compreender a cultura do grupo em estudo antes de se poderem avançar explicações válidas para o comportamento dos seus membros.*”.

Em outras palavras, primeiro vivenciaremos a cultura dos membros estudados a fim de compreendê-los para posteriormente partir rumo a uma coleta de dados que nos forneçam informações para validar seus comportamentos, atitudes, pensamentos, ações e desenvolvimento da aprendizagem.

De acordo com Pimentel (2009), através das experiências vividas pelo etnógrafo no campo de investigação é que se autenticam os mecanismos e métodos de trabalho na pesquisa qualitativa etnográfica. Faz-se valer desta autenticidade, a expressão do tipo “[...] *eu estive lá*” (PIMENTEL, 2009, p. 132).

Para isso, se faz valer da essência da etnografia, pois o interesse do investigador não é fazer grandes descobertas, fazer generalizações e nem comprovar teorias, mas sim é buscar incessantemente descrever uma situação e compreendê-la (ANDRÉ, 2012).

5.1.1. Instrumentos de coleta de dados

Após o acesso ao campo de investigação e de vivência com os nativos do grupo em estudo coletamos dados por meio de alguns dispositivos além da observação participante.

Por exemplo, a entrevista não-estruturada, que poderá se dar inclusive em momentos informais, onde as informações vão surgindo espontaneamente a medida que uma conversa com os atores envolvidos na pesquisa vai fluindo.

Macedo (2006, p. 105), afirma que a entrevista não-estruturada “[...] *é flexível, mas também é coordenada, dirigida e, em alguns aspectos controlada pelo pesquisador [...]*. Ou seja, apesar da entrevista não obedecer uma estrutura específica pré-determinada pelo pesquisador, nas conversas que este tem com os nativos, pode-se ir direcionando a conversa para fatores que sejam relevantes à pesquisa.

Lapassade (1992), acrescenta que a entrevista é um dispositivo que permite a troca de informações, isto é, a entrevista etnográfica é uma conversa, para isso o autor nos lembra que deve-se em primeiro lugar, conquistar a confiança dos entrevistados para que o investigador obtenha informações necessárias e relevantes.

No caso da entrevista não-estruturada, como não é programada previamente, mas surge no decorrer de uma conversa, Lapassade (2005, p. 83) acrescenta que “[...] *seu conteúdo e suas teses são elaborados no decorrer mesmo de seu desenrolar, quase como uma conversação “aos salto”, mesmo se os objetivos de pesquisa, de coleta de informações forem mantidos”*.

Woods (1987), acrescenta ainda que estas entrevistas devem ser em profundidade e contínuas para que haja uma continuidade nas informações e assim elas não se percam em “uma fala que ficou pra trás”. Quanto mais informações o pesquisador cosegue

absorver dos entrevistados mais detalhes ele terá sobre o grupo para a validade de sua pesquisa qualitativa.

André (2012, p. 28), acrescenta ainda, que as entrevistas “[...] têm a finalidade de aprofundar as questões e esclarecer os problemas observados”.

Outro dispositivo usado em nossa pesquisa é o grupo focal, ou seja, um grupo menor de pessoas previamente selecionadas que possam transmitir informações relevantes de maneira objetiva. Aqui, a centralidade é o processo de como é regido o interesse pelos depoimentos deste grupo seletivo de entrevistados (MACEDO, 2012).

Nesta pesquisa, o uso do diário de bordo, também nos acompanha para fazermos registros de acontecimentos e informações obtidas em cada visita ao campo de pesquisa. Sobre este dispositivo Macedo (2006, p. 133), explica: *“Trata-se, em geral, de um aprofundamento reflexivo sobre as experiências vividas no campo de pesquisa e no campo de sua própria elaboração intelectual, visando apreender, de forma profunda e pertinente, o contexto do trabalho de investigação científica [...]”*.

Corroborando conosco, Brazão (2011, p. 299), expõe que o “diário etnográfico”, por ele assim chamado o diário de campo, *“[...] é um instrumento utilizado pelo investigador etnógrafo para registro do seu trabalho de campo e desde o início do século passado veio a assumir um estatuto de instrumento de pesquisa, uma técnica [...]”* que se põe a disposição e a serviço do investigador.

O autor ainda acrescenta que *“o diário pode ser usado como método de investigação, método de colecta de dados, de descrição dos processos e estratégias da própria pesquisa e análise das implicações subjectivas do pesquisador [...]”* (BRAZÃO, 2007, p. 292).

Para o autor, o diário de bordo deve acompanhar o investigador dia a dia, a fim de lhe proporcionar uma observação participante (BRAZÃO, 2007) diante do grupo pesquisado, bem como, dispor de registros para posterior análise.

Para Brazão (2007), o diário de campo deve abranger registros de acontecimentos da vida cotidiana do grupo, bem como registros de eventos ordinários e extraordinários que será desenvolvido a partir da observação participante.

O uso de recolha de documentos oficiais e pessoais, fotos e gravações para subsidiar nossa investigação e posterior análise e interpretação dos dados coletados também são utilizados como ferramentas de coleta de dados.

Sobre o uso de documentos como coleta de informação para a pesquisa, André (2012), diz que são utilizados para contextualizar o fenômeno, explicar suas vinculações e fazer um complemento de outras fontes de coleta de dados.

O uso de imagens é extremamente importante nas pesquisas atuais, pois no mundo em que vivemos (à velocidade da luz), o registro de imagens pode nos auxiliar a compreender a realidade (MACEDO, 2012).

A este respeito, Macedo (2006, p. 122), acrescenta:

O não-verbal não substitui o verbal, é bom que se diga, mas convive com ele, ou seja, as palavras ou frases que nele podem aglomerar-se perdem sua hegemonia logocêntrica para apoiar-se ou compor-se com o visual, com o sonoro, numa nivelação e transformação de todos os códigos.

Como nosso trabalho se dá na área da educação, o nosso campo de pesquisa etnográfica será a escola, nada mais relevante que abrimos um espaço neste texto para discutirmos um pouco sobre esta realidade metodológica a partir do espaço educacional, doravante nomeado de escola ou instituição escolar. A seguir, trabalharemos sobre a etnografia na educação.

5.2. Etnografia da educação

Embora a etnografia seja resultado de estudos metodológicos em Sociologia e Antropologia, ao consentirmos princípios válidos destas áreas de estudo para nossa realidade, a saber, Educação, trazemos para nosso viés um desenvolvimento teórico e com discussões autorais sobre o estudo das culturas, em particular, das culturas escolares.

Com isso, trazemos para a discussão nesta seção uma abordagem micro sobre a temática, diante de uma imensidão de autores que compartilham suas ideias a respeito da temática, e da observação de como se dá a identidade social dentro (e fora) da escola.

De acordo com André (2012), o interesse por estudos etnográficos por educadores no Brasil, se dá de forma evidente a partir do final dos anos 70, sob a influência de pesquisas e estudos advindos principalmente dos Estados Unidos e da Inglaterra, donde o interesse e preocupação de estudo é a sala de aula e a avaliação curricular e que, segundo a autora, está muito mais preocupado com o que está acontecendo, ou seja, o processo de ensino e aprendizagem, do que com os resultados finais, ou seja, o produto.

Fino (2011, p. 100), nos expõe que em pesquisas sobre Educação, a etnografia pode ser um contributo que nos oferece “[...] meios para sondar, questionar, descrever e compreender as práticas pedagógicas, enquanto práticas culturais fundadas na intersubjetividade dos que aprendem e dos que facilitam a aprendizagem no seio de uma instituição específica – a escola [...]”.

Corroborando, André (2012, p. 41), nos diz que através da etnografia da educação

[...] é possível documentar o não documentado, isto é, desvelar os encontros e desencontros que permeiam o dia a dia da prática escolar, descreve as ações e representações dos seus atores sociais, reconstruir sua linguagem, suas formas de comunicação e os significados que são criados e recriados no cotidiano do seu fazer pedagógico.

Ao adentrarmos em uma escola, percebemos a heterogeneidade cultural e social que advém de seus protagonistas. São grupo de professores, de alunos, funcionários e gestores, com as mais diversas identidades culturais. Cada grupo com suas características, personalidades e manifestações que os caracterizam e se fazem mostrar quem são.

Segundo André (2012, p. 41), “*conhecer a escola mais de perto significa colocar uma lente de aumento na dinâmica das relações e interações que constituem o seu dia a dia [...]*”.

Para adentrarmos ao universo da etnografia escolar, três dimensões são destacadas por André (2012), e que não podem deixar de serem observadas e nem tão pouco consideradas isoladamente. A saber, são elas: a institucional ou organizacional, a instrucional ou pedagógica e a sociopolítica / cultural. A seguir, compreendemos um pouco mais sobre cada uma delas e como se relacionam com a etnografia na educação.

A *dimensão institucional ou organizacional* relaciona-se com o contexto da prática escolar, ou seja, a organização do trabalho pedagógico e como se dá essa logística,

estruturas de poder e decisão, participação dos agentes envolvidos, recursos humanos e materiais disponíveis, etc (ANDRÉ, 2012).

De acordo com André (2012, p. 43), o estudo pautado nesta dimensão vai exigir

[...] um contato direto com a direção da escola, com o pessoal técnico-administrativo e com os docentes, por meio de entrevistas individuais ou coletivas ou mesmo de conversas informais, um estudo das representações dos atores escolares, além de um acompanhamento das reuniões e atividades escolares. Vai exigir também uma análise da documentação que afeta diretamente ou indiretamente o funcionamento da escola.

A outra dimensão considerada é a *dimensão instrucional ou pedagógica*. Esta se refere diretamente à prática pedagógica, ou seja, as situações que envolvem professor, aluno e o conhecimento a ser construído/adquirido. Nesta dimensão estão envolvidos os objetivos e conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, as atividades desenvolvidas, bem como os materiais didáticos e pedagógicos utilizados, e a linguagem e outros meios de comunicação entre professor e alunos (ANDRÉ, 2012).

“O processo de investigação da sala de aula se fará basicamente por intermédio da observação direta das situações de ensino-aprendizagem, assim como por meio da análise do material didático utilizado pelo professor e do material produzido pelo aluno” (ANDRÉ, 2012, p. 44).

A terceira dimensão abordada pela autora é a *dimensão sociopolítica/cultural*, na qual tem a ver com questões do contexto social, político e culturais desenvolvidas fora dos muros da escola e que influenciam, direta ou indiretamente na prática educativa.

Para André (2012, p. 44), *“esse âmbito de análise inclui reflexão sobre o momento histórico, sobre as forças políticas e sociais e sobre as concepções e os valores presentes na sociedade”*.

Esclarecemos que, de acordo com a autora, podem existir outras dimensões consideradas em um estudo etnográfico desenvolvido dentro de uma escola, porém, estas três dimensões abordadas, são indispensáveis para a compreensão e descrição fidedigna da cultura escolar observada.

De acordo com Mendonça e Sousa (2011, p. 260),

Cada escola é formada por um grupo de pessoas e estas por sua vez formam uma rede vasta de relações interpessoais que podem ser positivas ou

negativas. De facto, a escola é uma organização de pessoas que pensam, sentem, sofrem, vivem, agem, interagem e colaboram entre si. A escola é um espaço especial no qual se forma uma rede, umas vezes visível e outras vezes invisível, de relações interpessoais que configura o clima do estabelecimento educativo.

Logo, embora a escola seja um mini-mundo social, estudar sua cultura pode não ser tão singelo quanto se possa pensar. Tomemos como exemplo, salas de aula... Dentro de uma mesma escola, com as mesmas regras e padrões, podemos encontrar turmas com manifestações, culturas e modos de viverem o cotidiano escolar de maneiras bem distintas umas das outras.

André (2012, p. 20), infere que *“o etnógrafo encontra-se, assim, diante de diferentes formas de interpretação da vida, formas de compreensão do senso comum, significados variados atribuídos pelos participantes às suas experiências e vivências [...]”*.

Daí, um estudo etnográfico educacional, requer também, uma seleção de um grupo de envolvidos para que se possa desenvolver um bom trabalho e, sobretudo, proporcionar aos interessados uma leitura hermenêutica (SOUSA, 2011) do modo de vida do grupo escolar, particular, pois a escola por completo pode ser um trabalho árduo e complexo, pois, segundo Mendonça e Sousa (2011, p. 257), *“tudo fala na escola, tudo nela é cultura”*. Daí a necessidade de restringir o público envolvido na pesquisa.

Para Sousa (2011, p. 61)

As escolas (e quem diz escolas, diz as turmas) são comunidades culturais que, tal como as tribos, estabelecem também de forma simbólica, através da interação entre os seus membros, regras de convivências, crenças e valores, hierarquias e costumes. São ambientes socialmente construídos nos quais os participantes lutam por formular as suas próprias identidades [...].

Em outras palavras, na centralidade da etnografia em educação, estão os atores para a realização de uma investigação, doravante encontrados nas salas de aula. E neste processo, o professor passa a exercer o papel de pesquisador.

A esse respeito, Sousa (2011), retrata o professor-pesquisador, em comparação com o etnógrafo, como sendo um agente vocacionado ao relacionamento com os outros participantes e integrantes da escola, pois estes são cheios de construção de significados, em especial os alunos.

Corroborando, Fino (2011, p. 102), admite com esmera razão que “*antes de ser etnógrafo, o professor precisa de ser professor*”, pois este deve ser dotado de competências e habilidades, científicas e profissionais, que o leve a ser um facilitador da aprendizagem e que conduza a uma cultura de aprendizagem significativa.

Vimos na seção anterior que o etnógrafo participa da vida de um determinado grupo social e, convivendo com ele, passa a entendê-lo. De modo particular, traçando um paralelo, em etnografia da educação, esta estadia que o pesquisador se propõe a vivenciar é o período escolar, o ano letivo no qual desenvolve suas funções docentes, na escola onde se encontra alocado (SOUSA, 2011).

Dessa forma, o professor-pesquisador etnógrafo passa muito tempo com os agentes envolvidos na pesquisa, seja na escola ou em ambientes frequentados por eles (MENDONÇA & SOUSA, 2011), principalmente se o tipo de observação participante for do tipo completa, donde o pesquisador é propriamente dito, membro integrante do grupo e, dessa forma dispõe de condições estritamente particulares e com grandes possibilidades de desenvolver um bom trabalho etnográfico, devido a intensidade e a extensividade (PIMENTEL, 2009) com o qual vive diariamente com o público pesquisado, ou seja, seus próprios alunos.

Em contrapartida, André (2012), explica que, o que o pesquisador em etnografia da educação faz é uma adaptação e não etnografia em sentido estrito da prática metodológica. O autor infere que em alguns casos, determinados requisitos da etnografia são dispensados em estudos na área da educação. Por exemplo, uma inserção de longa jornada no campo da pesquisa, quando o pesquisador (professor) já faz parte desta realidade.

Para esclarecer a percepção do autor, o mesmo afirma que o trabalho para ser caracterizado como etnográfico em educação deve, primariamente, estar associado às técnicas de etnografia – observação participante, entrevista e análise de documentos (ANDRÉ, 2012), além de outras.

A coleta de dados empíricos e do entendimento de como se vive a cultura dos participantes na sala de aula e na escola em geral, se deu através da observação participante completa, como já exposto *a priori*.

5.3 Triangulação

Faremos no capítulo de análise dos dados, além da interpretação das falas das pessoas que nos concederam entrevista, dividindo-as em categorias, quando for possível, um cruzamento de informações sobre uma mesma temática a partir de diferentes pontos de vista, o que chamamos de “triangulação”.

Para Tuzzo e Braga (2016, p. 140), a técnica de triangular os dados nos permite “*[...] estudar os olhares múltiplos e diversificados da complexidade a que foram sujeitos os atores sociais e seus ambientes pessoais e laborais*”.

Corroborando conosco, Flick (2009), deixa clara a importância do método de triangulação dos dados, pois, este processo de combinação de três vértices para uma análise supera as limitações de métodos únicos e lhes dão igual relevância.

Flick (2009, p. 43), ainda descreve que na triangulação as diferentes perspectivas “*[...] complementam-se para a análise de um tema, sendo este processo compreendido como a compensação complementar [...]*”.

Na mesma direção de pensamento, Macedo (2006, p. 141), afirma que “*[...] a triangulação é um recurso sistemático que dá valor de consistência às conclusões da pesquisa, pela pluralidade de referências e perspectivas representativas de uma dada realidade*”.

Ou seja, no processo de triangulação, as descrições e opiniões dos atores considerados como vértices do processo, seja ator participante da pesquisa ou estudioso de referência e renomado na sua área de atuação, se complementam, possuem igual respeito e importância, não há uma opinião melhor que outra, pois no contexto etnográfico, estamos a fazer descrições do observado no campo de pesquisa.

5.4. Local da pesquisa

Pelos expostos, a trilha desta pesquisa segue observando e descrevendo como estudantes escolares de uma escola pública de Fortaleza-CE, a Escola de Ensino Fundamental e Médio – EEFM – Antônio Dias Macedo, constroem seus conhecimentos matemáticos com o uso das TIC a partir de vivências com os envolvidos, de uma participação direta na vida escolar e no cotidiano dos participantes deste processo.

5.4.1. A EEFM Antônio Dias Macedo

A Escola de Ensino Fundamental e Médio Antônio Dias Macedo está localizada na Rua Pedro Dantas, 340, bairro Dias Macedo, na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil. Sua localização se insere na periferia da capital do estado e, em consequência disso, atende, em sua maioria, alunos de classe baixa e média da sociedade fortalezense.

A escola foi fundada em março de 1963, pelo pedagogo e também, morador do bairro, o professor José Duarte Espinheiro, então conhecido como Sr. Zequinha, no qual eu tive a honra de conhecê-lo poucos meses antes de sua morte, em junho de 2011. A inauguração da escola deu-se em 14 de agosto de 1963.

A “Escola do Zequinha”, como é conhecida popularmente por moradores do bairro e adjacências até os dias de hoje, afinal, o Sr. Zequinha¹¹ dedicou sua vida à educação das crianças da localidade e a escola por ele fundada, é uma referência de educação e acolhimento dos alunos menos favorecidos em favor de um futuro de esperança e oportunidades melhores das que os alunos vivem no seio familiar. Um lugar de acolhimento, amor e humanidade.

Apesar de a escola prover condições favoráveis a uma educação de qualidade ao longo dos seus 54 anos de funcionamento, muito dos alunos atendidos encontram-se em condições familiares de desemprego, desestruturação familiar, violência e consumo de drogas. Em contrapartida, bons frutos já foram colhidos, pois, há relatos de ex-alunos que hoje são advogados, comerciantes, professores e outras atividades liberais.

¹¹ José Duarte Espinheiro, o Sr. Zequinha, dedicou 48 anos de trabalho à Escola Antonio Dias Macedo, desde a fundação da escola até o dia de sua morte.

Inclusive, a coordenadora da escola, foi estudante da mesma desde a educação infantil até o ensino médio. Graduou-se em Letras e hoje exerce o cargo de coordenadora pedagógica da instituição.

Atualmente, a escola é gerida pela professora S. M. F. H.¹², na qual exerce o cargo de diretora escolar há oito anos neste estabelecimento de ensino.

Conversando com uma funcionária da escola, um fato me chamou atenção em seu depoimento, ao relatar que desde o início da escola, seus funcionários tinham uma preocupação com o bem-estar dos alunos para que esses pudessem desenvolver as atividades curriculares e estudantis de forma mais digna.

A funcionária me relatou que o Sr. Zequinha ficava na entrada da escola observando e cheirando as crianças (na época havia educação infantil e fundamental – séries iniciais) para ver se as mesmas tinham feito a higienização matinal, caso contrário, levava as crianças para o banheiro e dava-lhes banho e escovam-lhes os dentes. Isso mostra o zelo e o amor pela educação e pelas crianças marginalizadas pela sociedade.

Ainda hoje, não nestes termos, mas percebo o cuidado que todos os funcionários da escola, desde a vigilância e portaria, até a diretoria, têm com os alunos. Com isso, a EEFM Antonio Dias Macedo tem em sua concepção de educação, o resgate do ser humano como todo, desenvolvendo uma “construção do aprender com prazer”, como está descrito em seu Projeto Político Pedagógico.

Hoje, em 2017, a escola atende alunos do 8º ano do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio. Daqui a poucos anos, a escola atenderá apenas ao público do ensino médio, pois é uma política da Secretaria de Educação do Estado do Ceará.

Atualmente, contamos com uma 08 (oito) salas de aula nos turnos de funcionamento (manhã, tarde e noite), atendendo 434 estudantes, dentre estes, 176 alunos são do ensino fundamental e 258 estudantes são do ensino médio.

¹² Caracterizaremos os profissionais envolvidos na pesquisa pelas letras iniciais de seus nomes e os alunos por A1, A2, A3, ..., A12, afim de preservar a identidade dos mesmos e garantir o sigilo das informações prestadas à nossa investigação sem comprometer a veracidade das informações.

A escola é dotada de uma (01) sala de diretoria, uma (01) secretaria, uma (01) sala de professores, oito (08) salas de aula, uma (01) cozinha/cantina, uma (01) quadra poliesportiva coberta, dois (02) laboratórios de Informática, um (01) laboratório de Ciências e Matemática, uma (01) biblioteca, uma (01) sala de leitura, dois (02) banheiros masculinos, dois (02) banheiros femininos e uma (01) área livre.

Foto 1: Entrada da EEFM Antônio Dias Macedo / pátio interno



FONTE: Próprio autor.

Foto 2: Corredor de acesso às salas



FONTE: Próprio autor.

Foto 3: Biblioteca



FONTE: Próprio autor.

Foto 4: Sala de aula da 3ª série B



FONTE: Próprio autor.

Foto 5: Laboratório de Informática



FONTE: Próprio autor.

5.4.2. Acesso ao campo de pesquisa

O acesso ao campo da pesquisa se deu, na verdade em 2010, quando fui aprovado em concurso público para a rede estadual do Ceará para exercer a função de professor e, em seguida lotado na escola Antonio Dias Macedo, local onde desenvolvi a pesquisa.

Permaneci neste estabelecimento de ensino até o ano de 2012, quando então, mudei de cidade, daí tive que ser removido para outras unidades escolares. No ano de 2016, retornei a residir em Fortaleza, capital do estado, e também voltei a exercer minhas funções docentes na escola campo de pesquisa.

Nos anos de 2016 e 2017, vim acompanhando a turma selecionada (por mim) para o desenvolvimento e observação participante desta pesquisa. Embora, *a priori* não tinha sido objeto de interesse por minha parte para esta finalidade, motivo pelo qual esclarecerei posteriormente.

Desde o primeiro acesso à escola, em 2012, a diretora sempre acolheu a mim e aos demais professores aprovados no mesmo concurso de forma calorosa e livre para exercermos da melhor forma possível nossas atividades docentes.

Logo, ao ser informada, por mim, oficialmente, pelo Termo de Apresentação e Aceite para o desenvolvimento da pesquisa, de imediato colaborou conosco ao aderir nossos trabalhos acadêmicos. Muito embora, a diretora escolar já soubesse que ao longo do biênio 2016-2017, desenvolvia uma pesquisa qualitativa com observação participante, a fim de perceber indícios de Inovação Pedagógica na construção do conhecimento matemático com uso das TIC, ação que a professora observada, e eu, proporcionamos em nossa prática pedagógica nesta escola.

5.4.3. Participantes da pesquisa

Os atores sociais envolvidos diretamente nesta pesquisa foram os alunos da turma do 3º ano do ensino médio, do turno vespertino, hora conhecida pela comunidade escolar como 3ª série B (ensino médio) e a sua respectiva professora de Matemática.

Como já mencionei anteriormente, em princípio, os estudantes escolhidos para serem observados e serem colaboradores desta pesquisa não era os alunos da 3ª série B (ensino médio), mas sim, os alunos envolvidos em uma disciplina extracurricular, chamada de Laboratório de Matemática, que faz parte da grade curricular desta unidade escolar, e que, era ministrada pela professora M. L. M. S. (participante de nossa pesquisa) no ano letivo de 2016.

Essa disciplina contava com a participação efetiva de em torno de 10 alunos, de diferentes séries da escola. O Laboratório de Matemática funcionava em horário alternativo aos de aulas regulares dos alunos participantes.

No ano letivo de 2017, esta disciplina passou a ter outra formatação, e lecionada por outro professor. No qual não atendia mais os anseios e as necessidades de nossa pesquisa.

Com isso, tivemos que mudar o foco dos alunos participantes, mas não da essência das atividades que seriam desenvolvidas neste trabalho de investigação, pois no fim de 2016, começamos a conversar, eu e a professora, sobre os objetivos da pesquisa e quando iniciariamos os trabalhos de observação em suas aulas.

Foi o período da mudança de planos... Muito embora tenha dado certo, pois a professora continuava a mesma e os objetivos eram os mesmos, só os alunos participantes que foram alterados e o horário de observação participante nas aulas e no dia a dia da escola.

Daí, eu tive que escolher os alunos da 3ª série B (ensino médio), pelos motivos mais diversos possíveis... Porém as principais variáveis que influenciaram na minha escolha por essa turma foram: a) é uma turma com poucos alunos, o que nos proporcionaria melhor trabalho de acompanhamento investigativo de observação participante; b) é uma turma sob a responsabilidade da professora participante desta investigação; c) as aulas ministradas pela professora fossem em horários que eu estivesse disponível, ou seja, que eu não estivesse ministrando aula ou em trabalho de planejamento pedagógico.

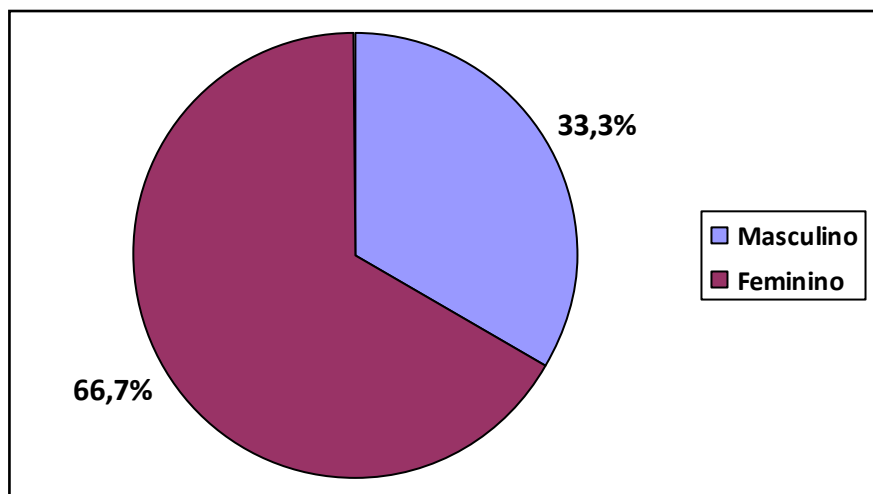
As três condições acima me permitiu desenvolver este trabalho com a turma da 3ª série B e com a professora M. L. M. S.

5.4.3.1. A turma

A turma da 3ª série B do ensino médio funcionava no período vespertino do ano letivo de 2017. No início do ano referido, esta turma contava com um total de 18 alunos matriculados. Porém, por conta de transferências e de abandonos ou desistências, no período da pesquisa, a turma contava com um número de 12 estudantes¹³ matriculados e frequentando a escola, nesta turma.

A 3ª série B é formada por 4 meninos e 8 meninas, o que representa 33,3% e 66,7% respectivamente, conforme o gráfico 1, dos alunos deste série.

Gráfico 1: Alunos da 3ª série B por sexo



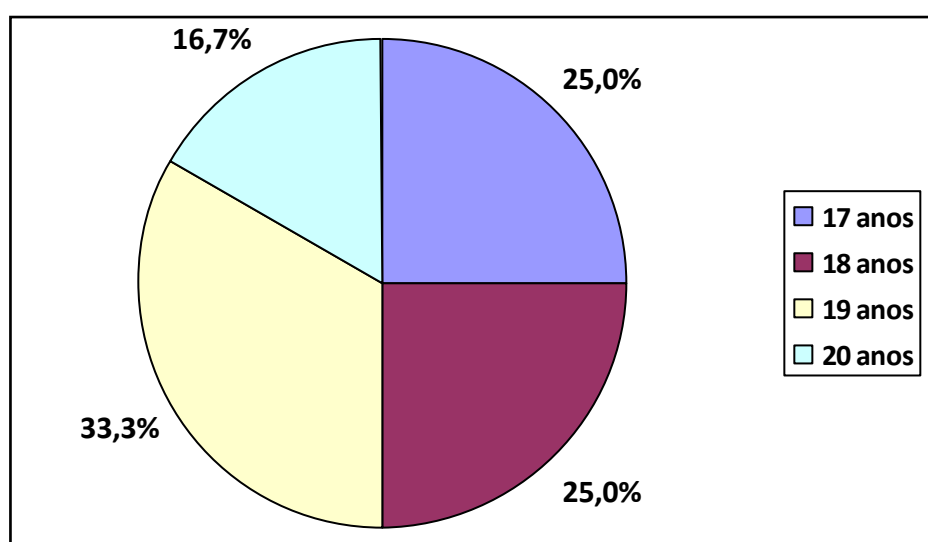
FONTE: Dados da pesquisa.

Podemos observar ainda, que a faixa etária dos estudantes da 3ª série B varia entre 17 e 20 anos de idade, conforme o gráfico 2, o que caracteriza um nível de maturidade

¹³ O universo de 12 alunos participantes da pesquisa (alunos matriculados e que frequentam efetivamente a 3ª série B) é o valor de referencia dos gráficos e dados contidos na pesquisa.

relevante para a pesquisa e nos garante argumentos críticos e coerentes, pois, estes estão em transição entre a adolescência e vida adulta e que, por outro viés, requer da professora uma visão diferenciada sobre a aprendizagem de Matemática, tendo em vista serem estudantes fora de faixa etária escolar para a série e com a diversidade entre adolescentes e adultos.

Gráfico 2: Alunos da 3ª série B por idade



FONTE: Dados da pesquisa.

De acordo com o gráfico 2, acima, percebemos que a maioria dos alunos da 3ª série B já ultrapassam a maior idade (18 anos), donde 25% têm 18 anos, 33,3% têm 19 anos, 16,7% têm 20 anos e, apenas 25% têm 17 anos. Ou seja, juntos, 75% dos estudantes da 3ª série B, estão fora de faixa etária escolar.

Como a turma pesquisada é relativamente pequena, observei que são jovens bem unidos e dispõem de total protagonismo, tanto individual quanto nas atividades desenvolvidas em coletivo. Os estudantes desta turma estão sempre dispostos a ajudarem uns aos outros e não deixar que nenhum fique para trás em conhecimento, e nem em desistir de estudar ou mudar de turma ou de escola.

A autonomia, a colaboração e a cooperação entre os pares, são características marcantes nesta turma de jovens prestes a concluir o ciclo da educação básica. Talvez esse seja um dos motivos para serem tão preocupados uns com os outros e, amigos uns dos outros, pois além de ser em número reduzido, o ano de 2017 é o último ano desta turma juntos. Alguns estão estudando juntos há mais de 5 anos.

Em minhas observações participantes junto a eles, pude perceber também o quanto são abertos às propostas que todos os professores lançam para eles. Resumidamente, é uma turma envolvente e que as ações mostram indícios de inovação pedagógica.

5.4.3.2. A professora

A professora M. L. M. S., é egressa de escola pública do Estado do Ceará e que ao fim do ensino médio ingressou na Universidade Estadual do Ceará para cursar Licenciatura em Matemática.

Esta profissional, antes mesmo de concluir o curso de graduação citado acima, começou a desenvolver suas atividades docentes, fato ocorrido no ano de 1990. A professora me relatou que nesta época, quando ainda era muito jovem, não dispunha de maturidade e de domínio para estar à frente de uma sala de aula, mas os seus sonhos e o anseios em poder lecionar Matemática eram maiores que a falta de experiência e a insegurança.

Conheci a professora M. L. M. S. no ano de 2010, já na Escola Antonio Dias Macedo, pois a mesma também foi aprovada em concurso público no mesmo ano que eu.

Diante da fala da professora sobre seus sonhos em ensinar Matemática, qualquer pessoa pode constatar que seu sonho se tornou realidade, e com grande maestria. Pois, percebemos o quanto a mesma é dedicada ao seu trabalho, e o desempenha com profissionalismo, ética e compromisso.

A professora M. L. M. S. ministra aulas de Matemática para a turma da 3ª série B há três anos e, ao longo deste período pode conquistar seus alunos e mostrar a eles uma face da Matemática que muitos professores escondem.

Ela conseguiu mostrar aos seus alunos que a aprendizagem de Matemática é para todos e não para um grupo seleto de pessoas super inteligentes e dotadas de cognições especiais.

Pude observar que a professora sempre propõe aos seus alunos uma aprendizagem significativa pautada em construções do conhecimento pelos próprios estudantes, a partir de atividades que proporcionam o lúdico, o concreto, o desenvolvimento do protagonismo dos alunos.

Fato este, que como já relatado anteriormente, é muito evidente na turma da 3ª série B.

Foto 6: Turma da 3ª série B com a professora de Matemática e o pesquisador



FONTE: Próprio autor.

Capítulo 6 – Análise e interpretação dos dados

De acordo com Macedo (2006), a análise e interpretação dos dados devem se dar em todo o processo de pesquisa, ou seja, na medida em que os dados vão sendo coletados também serão minuciosamente estudados, pois deveremos ter argumentos fortes em cima das informações fornecidas pelos atores sociais estudados para que possamos dar continuidade às discussões em oportunidades posteriores.

A análise não é um momento isolado, ao contrário, se deve voltar nela várias vezes a fim de detalhar e refinar as informações, pois, como a análise dos dados depende da coleta destas informações e, segundo André (2012, p. 37), “*os dados são considerados sempre inacabados*”, logo, deve-se sempre voltar às informações coletadas a fim de compreendê-las melhor e se preciso for, coletar novas informações.

Nesta etapa do processo de investigação, requer do pesquisador a imparcialidade e isenção de seus princípios e ideais, pois vale lembrar que o estudo etnográfico é uma descrição e não um levantamento de conjecturas ou de hipóteses a serem confirmadas ou refutadas.

Para Fino (2003a), o êxito de uma investigação etnográfica está em grande parte na capacidade que o investigador possui em interpretar os dados coletados para fortalecer seus argumentos com uma análise precisa.

Nesta fase do trabalho investigativo

[...] o pesquisador não sugere hipóteses rígidas, fica atento ao surgimento de pistas que o conduzam a novas formulações, novas perspectivas de análise, novas hipóteses. É um momento que requer muita sensibilidade, abertura e flexibilidade para descobertas de categorias e de formas de interpretação do objeto pesquisado. É o momento de fazer a mediação entre a teoria e a experiência vivida em campo, de dialogar com os referenciais de apoio e, então, rever princípios e procedimentos e fazer os ajustes necessários. (ANDRÉ, 2012, p. 47)

Ao longo da caminhada junto à escola EEFM Antonio Dias Macedo, podemos constatar alguns posicionamentos a respeito de aprendizagem, de uso das TIC, sobre construção do conhecimento matemático e sobre Inovação Pedagógica sob o olhar de diferentes agentes, nos quais analisaremos nas próximas seções as concepções sobre este temas a

partir das entrevistas realizadas com a professora M. L. M. S. e os alunos da 3ª série do ensino médio.

6.1. Concepções da professora

Ao questionarmos a professora sobre o uso das TIC como meio facilitador da aprendizagem de Matemática, a mesma nos fez o seguinte relato:

Pelo seu caráter lógico-matemático, o computador se torna um grande aliado do desenvolvimento cognitivo dos alunos. O uso de alguns programas de computador pode proporcionar uma análise diferente da que seria vista numa folha de caderno, por exemplo, no ensino de geometria. (M. L. M. S.)

Percebemos que a professora tem uma opinião que segue nossa linha de análise nesta investigação. Suas palavras sobre esta temática nos transparece um caráter de observação e de consciência, já abordado em nosso trabalho, de que o uso das TIC pode ser um meio de facilitar a aprendizagem de Matemática e tentar desconstruir a ideia de que a Matemática é uma vilã no processo cognitivo da aprendizagem dos alunos, ou até mesmo uma fobia, como descreve Papert (1985).

Quando a professora diz que o uso de “[...] programas de computador pode proporcionar uma análise diferente do que seria visto numa folha de caderno [...]” (M. L. M. S.), ela nos lembra das palavras de Alves (2011, p. 95): “[...] nem tudo que olhamos, de fato percebemos”.

Muitas vezes, os conceitos, fórmulas e até mesmo figuras e gráficos desenhados numa folha de caderno, não proporcionam detalhes matemáticos que podem ser cruciais ao entendimento e compreensão do conteúdo matemático estudado. Fato que, quando transportado para um programa de computador, dependendo de sua credibilidade e potencialidade, pode fornecer *insight* aos aprendizes no qual serão capazes de construir seu aprendizado de forma concreta e significativa e, além disso, sejam capazes de tudo o

que estiverem vendo, de fato estejam percebendo, ou seja, estejam compreendendo o que está diante de seus olhos e a aprendizagem esteja acontecendo.

Como já dissemos anteriormente, nos dias atuais, na aprendizagem de Matemática, o antigo PC (papel e caneta) deve ceder lugar ao novo PC (*power computer*), pois a aprendizagem de Matemática não envolve apenas a memória ou processos de memorização (de fórmulas, de tabuada, etc), mas o uso real da mente (ADLER, 1984), fato que os programas de computador, aliados a experiência do professor, desenvolvem com maestria.

Ainda sobre esta temática, perguntamos à professora, de que forma o uso de computadores pode ajudar na aprendizagem de Matemática? Sua resposta foi a seguinte:

A utilização de alguns programas pode facilitar na compreensão de conceitos matemáticos, despertando a curiosidade e o estímulo do aluno. (M. L. M. S.)

E como complemento de sua afirmação nos relatou uma experiência vivida em outro momento e com outra turma.

Para consolidar o conteúdo ministrado em sala de aula, experimentei levar os alunos da 9ª série para o Laboratório de Informática e utilizei o “JClic¹⁴”. Os alunos gostaram muito e pude observar que foi mais fácil para eles assimilarem o conteúdo, pois eles podiam manipular o exercício proposto. (M. L. M. S.)

A fala da professora nos chama atenção em uma palavra. Quando a mesma diz que “[...] pode facilitar a compreensão [...]” (M. L. M. S., grifo nosso), ela nos revela estar em sintonia conosco no fato de que, como já expomos anteriormente, a utilização de um programa de computador não garante aprendizagem (ALVES, 2012). É necessário que haja seleção no programa, experiência do professor e uso pedagógico correto do programa para que se cogite a possibilidade de aprendizagem.

¹⁴ O JClic é um ambiente virtual de aprendizagem onde é possível criar, realizar e avaliar atividades educativas. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/soft-livre-edu/software-educacional-livre-na-wikipedia/jclic/>. Acesso em 22/11/17.

Fino (2003b) nos propõe algumas dicas para que um *software* educativo seja considerado bom para uma atividade pedagógica. Este deve permitir uma atividade:

- a) Situada e significativa;
- b) que estimule o desenvolvimento cognitivo, permitindo a aplicação, com a ajuda de um outro mais capaz (par ou professor), de um conhecimento mais elevado do que aquele que cada aprendiz poderia aplicar sem assistência (zona de desenvolvimento proximal, segundo Vygotsky);
- c) que permita a colaboração, igualmente significativa em termos de desenvolvimento cognitivo, entre aprendizes empenhados em realizar a mesma tarefa ou desenvolver o mesmo projeto;
- d) que estimule transações de informação em que os outros possam funcionar como recursos;
- e) que estimule a intervenção do aprendiz como agente metacognitivo, o que acontece com maior intensidade quando o aprendiz atua como tutor;
- f) que permita a criação de artefatos que sejam externos e partilháveis com os outros;
- g) que favoreça a *negociação social do conhecimento* (que é o processo pelo qual os aprendizes formam e testam as suas construções em diálogo com outros indivíduos e com a sociedade em geral);
- h) que estimule a *colaboração* com os outros (elemento indispensável para que o conhecimento possa ser negociado e testado). (FINO, 2003b, p. 698, grifo do autor)

Quando a professora discorre como os alunos reagem a uma aula com o uso do computador, e em suas palavras, “[...] despertando a curiosidade e o estímulo [...]” (M. L. M. S.), Ponte (1995), também faz em complemento em seus estudos, onde a interação e a colaboração são marcas de uma aprendizagem com o auxílio do computador.

Também podemos observar esta curiosidade, estímulo, interação, colaboração e negociação entre os alunos, mencionados pela professora, por Fino (2003b) e, por Ponte (1995) nas aulas observadas durante nosso percurso no campo de pesquisa. Os alunos, de fato, empenham-se mais na construção do próprio conhecimento e no auxílio mútuo da construção do conhecimento de seus pares, sendo co-construtores do conhecimento matemático uns dos outros.

Este fato se confirma em nossa investigação, quando a professora declara que foi mais fácil para seus alunos a aprendizagem a partir da manipulação de um programa de computador. Somando-se as nossas ideias iniciais de que a aprendizagem pode se tornar significativa com o auxílio das TIC.

Fizemos ainda, o seguinte questionamento: “Em sua opinião, a aprendizagem com o auxílio do computador desenvolve nos alunos protagonismo, participação e interação

entre os pares e o professor? Desenvolve a criatividade e a imaginação e os tornam autores de seus próprios conhecimentos?”. Ela nos deu como resposta o seguinte:

Sim, pois o computador aguça a curiosidade dos alunos e é inquestionável o fascínio que ele provoca. As aulas no Laboratório de Informática são mais interessantes e as atividades são feitas com mais entusiasmo. Quando o aluno está manipulando o computador ele tem em sua frente um instrumento com inúmeros sites de pesquisa que contribui para o seu desenvolvimento. (M. L. M. S.)

Percebemos na fala da professora, que os alunos de hoje, nativos da tecnologia (PRENSKY, 2001), interessam-se mais em aprender Matemática quando estão diante de algo que, para eles, é familiar, pois estão interligados pelas TIC quase que 24 horas por dia.

Daí, estar diante de um computador, onde além de um *software* que pode auxiliar na aprendizagem, ainda tem à disposição dos aprendizes, centenas de sites que podem fornecer informações e, a presença do professor passa a ser complementar e não mais a centralidade do processo de aprendizagem.

Os estudantes empenham-se mais, tiram as dúvidas uns dos outros, interagem mais e com tudo isso ficam menos dispersos com assuntos alheios à aula. Fato que podemos observar nesta pesquisa. Dando a cada estudante o título e a ação de protagonista de seu sucesso na aprendizagem de Matemática e na construção deste conhecimento.

Com essa ideia, nos firmamos nos princípios de Papert (1985), ao fazermos o comparativo de quando o aluno, nato da tecnologia, aprende Matemática usando o computador, está aprendendo Matemática na “Matelândia”, pois está numa inferência de particularidade com aquilo que é, para eles, natural.

Perguntamos ainda, o que ela entendia sobre Inovação Pedagógica. A resposta foi rápida e direta:

“São novas formas e concepções de ensino.” (M. L. M. S.)

Diante do que já expomos sobre Inovação Pedagógica no capítulo inerente a esta temática, mostra-se aqui um desconhecimento desta área de estudos, pois mesmo diante das práticas pedagógicas desenvolvidas pela professora e que foi constatada em nossa pesquisa, ao definir o que seria Inovação Pedagógica temos uma noção equivocada, por parte da professora, do que seria de fato.

Percebemos nesta fala um princípio legal para inovação. Quando começa a definição como “[...] *novas formas* [...]” (M. L. M. S.)... Sentimos aqui a vontade de mudança, de quebrar o paradigma vigente nas escolas atuais. Percebemos o sentimento de que deve haver mudança, rutura na postura do professor.

Porém, ao finalizar a fala com “ensino”, de fato, rompe com nossos ideais de Inovação Pedagógica, tendo em vista que estamos para a aprendizagem e não para o ensino. Em contrapartida, entendemos um pouco sua fala – não queremos justificar a resposta da professora, mas perceber que ainda hoje é verdade o que Papert escreveu em 1985, quando naquela época teve que determinar um termo para relacionar com a aprendizagem – *matética* – por conta da forte relação que o sistema educacional possui com o ensino, ou seja, a didática.

Percebemos que ainda hoje é assim... A professora dispõe de uma conduta de práticas pedagógicas, mas fala de prática docente. E como bem lembra Correia (2013), devemos nos concentrar nos alunos (aprendizagem) e não no professor (ensino).

6.2. Concepções dos alunos

Nesta sessão veremos concepções e opiniões dos alunos da 3ª série B, do ensino médio, da Escola Antônio Dias Macedo. E para uma melhor compreensão do leitor, bem como recurso didático para nossa análise, para cada item analisado dividiremos as respostas em categorias.

Lembrando que identificaremos os alunos como A1, A2, ..., A9 como forma de preservar suas respectivas identidades, garantindo assim o sigilo nas informações prestadas ao nosso trabalho investigativo.

De início, perguntamos aos alunos se gostavam de Matemática, se compreendiam bem os conteúdos e se consideravam que aprendiam o que de fato deveriam aprender. Vejamos as respostas:

Categoria 1: Não gostam de Matemática.

Não gosto de Matemática, gosto de humanas. Tenho dificuldade em Matemática, mas tenho professores que me ajudam a compreender o conteúdo. (A1)

Não gosto de Matemática. Minha relação com a disciplina não é muito boa. Em alguns conteúdos eu compreendo bem, outros já tenho dificuldade. (A2)

Não gosto muito, mais ou menos... Aprendo o que eu acho que vai me ajudar mais na frente. (A4)

Não muito. Somente quando acho o conteúdo fácil que aprendo. Tenho muita dificuldade com a matéria. (A7)

Categoria 2: Gostam de Matemática.

Eu gosto da disciplina. Compreendo bem alguns conteúdos. (A3)

Gosto de Matemática, mas na maioria das vezes não consigo acompanhar bem o conteúdo. (A5)

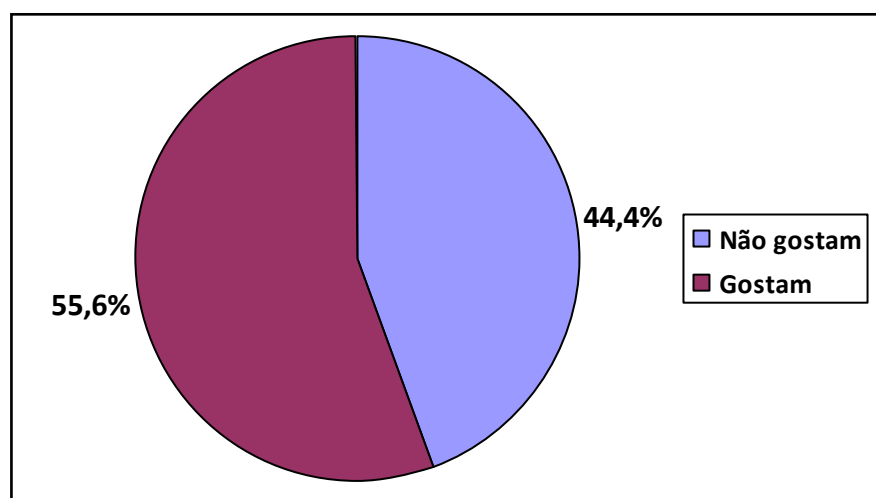
Eu gosto de Matemática, porém tenho um pouco de dificuldade, mas aprendo o que está sendo passado pelo professor. (A6)

Gosto muito. Compreendo quando participo das aulas. Se eu faltar fico perdido no assunto. Aprendo muito, por sinal. Adoro os conteúdos e tenho muita facilidade em aprender Matemática. (A8)

Gosto muito de Matemática. Compreendo muito fácil os conteúdos aplicados por meus professores. Aprendo até mais do que deveria aprender. (A9)

Dentre os nove alunos entrevistados (os outros três alunos da turma não frequentaram a escola no dia da entrevista), quatro deles relataram não gostar de Matemática e cinco estudantes disseram que gostam desta disciplina, o que representa 44,4% e 55,6%, respectivamente, conforme podemos verificar no gráfico 3.

Gráfico 3: Gosto dos alunos da 3ª série B por Matemática



Fonte: Dados da pesquisa

Percebemos, nas falas dos alunos, em particular dos que gostam de Matemática, que mesmo tendo um bom relacionamento com a disciplina, de serem simpatizantes da mesma e de gostarem desta disciplina, isso não infere diretamente no sucesso da aprendizagem de Matemática, pois mesmo gostando de Matemática, muitos deles relatam terem dificuldades na aprendizagem da disciplina. Não é uma relação de “se isso, então aquilo”, “se gosto de Matemática, então não tenho dificuldades na mesma”.

Em contrapartida, as falas dos alunos A8 e A9, nos chama atenção... O fato de eles gostarem da disciplina mostra um entusiasmo na força de expressão ao se referirem a Matemática e à aprendizagem desta disciplina. O fato de gostar da disciplina fornece ao A8 uma facilidade de construção do conhecimento e, ao A9 um protagonismo que o leva a ir além do conteúdo aprendido em sala de aula. E de acordo com Papert (1997, p.83), *“a melhor aprendizagem é a que se compreende e dá prazer”*.

Com relação aos outros alunos, nos preocupa principalmente aos que relatam que não gostam de Matemática e que, além disso, têm muitas dificuldades com a disciplina, para que não caiam no que Ponte (1990), chama de “insucesso real”. Os que gostam possuem a motivação do desejo, da atração pela Matemática, e isso faz com que o “insucesso real” os absorva com mais dificuldade ou nem mesmo os encontrem. Porém, os que não gostam da disciplina, deve-se repensar à maneira de como o processo da prática pedagógica está sendo direcionado.

A1 e A2 usam o verbo “compreender” em suas declarações... Estes não gostam de Matemática e nem compreendem bem os conteúdos propostos. Sobre a compreensão, Papert (1997, p. 75), ao parafrasear Piaget, afirma que *“[...] compreender é inventar. O papel do professor é criar as condições para a invenção, em lugar de fornecer conhecimentos já consolidados”*.

O professor deve fazer uma viagem com seus alunos, levando-os para a “Terra da Matemática” (PAPERT, 1997), afim de que, os que não possuem habilidades desenvolvidas para a Matemática, pudessem, lá, ter um bom desempenho.

Ao questionarmos os estudantes se o uso das TIC pode facilitar a aprendizagem de Matemática, obtivemos 100% de respostas positivas. Vejamos a seguir as concepções dos aprendizes sobre esta temática:

Categoria única: Sim.

Sim, pois a aula se torna mais interessante e diferente. (A1)

Sim, pois você reconhece com mais facilidade as figuras, plano cartesiano, etc. Fica mais à vista, sem complicação. (A2)

Sim, pois torna a aula mais dinâmica. (A3)

Com certeza! Melhora mais o conhecimento da Matemática com a tecnologia. (A4)

Melhora o funcionamento da minha vida e no meu aprendizado. (A5)

Pode facilitar muito, pois mais do que aulas de escrever, fica uma aula mais dinâmica com os alunos e a aula não fica entediante. (A6)

Sim, pois dar um incentivo maior... Podemos dizer que instiga a curiosidade dos alunos. Aprendemos mais, pois a aula “prática” é boa para sair do padrão da aula tradicional. (A7)

Sim, pois nestes equipamentos existem meios que facilitam nossa aprendizagem. Meios que nos ajudam também a resolver problemas. (A8)

Sim. O contato da Matemática com novas tecnologias facilita, e muito, o nível de aprendizagem. (A9)

Nesta categoria, várias narrativas são relevantes, na verdade, todas são relevantes, porém, algumas delas, destacaremos para dar uma atenção maior.

O aluno A1, relata que as aulas de Matemática com o uso das TIC são mais “interessantes”. Este fato já foi descrito por vários estudiosos, sejam da área da educação ou não, pois como descreve Prensky (2001), os alunos que deram seus depoimentos, são “nativos da tecnologia” e nada mais comum que eles se sintam a vontade com algo que lhes são comum, que estão em suas rotinas diárias e que, ao adentrarem na escola, são deixados em *standby*, aguardando a hora de a aula terminar para voltarem ao seu convívio.

Considerando as afirmações dos alunos A2 e A8, caminhamos em linha reta com as ideias de Alves (2014), ao confirmar em vossa fala que o computador oferece um mecanismo impulsionador para a aprendizagem de Matemática através da visualização. Por meio de programas, os alunos enxergaram o que com papel e lápis, ou caneta e quadro branco seria um trabalho demasiadamente desgastante e talvez, até sem sucesso. A8 e Alves (2014) complementam-se na afirmativa de que o computador é um meio facilitador na resolução de problemas.

Outra fala que nos chamou atenção foi a do aluno A5 quando diz que a aprendizagem de Matemática com o uso das TIC “*melhora o funcionamento da minha vida [...]*” (A5). Isso nos leva a refletir o papel da Matemática não apenas como componente curricular a ser desenvolvido, mas principalmente como algo que se perceber estar presente em todos os campos da vida humana, social e profissional, levando os estudantes a terem uma visão de mundo para ler e interpretar a realidade (BRASIL, 2002), como está posta fora dos muros da escola.

Dando ênfase à fala de A5, Papert (1997, p. 106), afirma que “*os computadores dão-nos a oportunidade para fazer Matemática de muitas formas e como parte integrante de diversos interesses pessoais*”.

Embora a Matemática não seja construída em cada aprendiz com foco de levá-los apenas às universidades, deve-se também, construir significado ao menos para levá-los ao mercado de trabalho e ao exercício da cidadania.

Se estivéssemos falando com pessoas ao nosso nível de conhecimento, em particular da nossa linha de investigação em Inovação Pedagógica, diríamos que o aluno A7 faz parte de nosso grupo de pesquisadores. As palavras de A7 resumem exatamente o papel da construção do conhecimento matemático com o uso das TIC, pois encontramos termos fundamentais à Inovação Pedagógica em sua fala: “incentivo”, “aprender mais”, “instiga a curiosidade”, “aula prática” (construcionismo), “sair do tradicionalismo”.

Se somarmos a estes, alguns termos da fala de A8 – “meios”, “facilitam”, “aprendizagem” – teremos o princípio de Papert (1985), que colabora para a concepção de Inovação Pedagógica com viés na aprendizagem de Matemática, onde as TIC devem fornecer meios para que haja mais aprendizado de Matemática com um mínimo de ensino a partir da curiosidade e autonomia que gerará uma construção do conhecimento a partir da manipulação (prática), a fim de quebrar o paradigma do tradicionalismo fabril.

Após atividades realizadas com o *software* Geogebra pelos alunos nas aulas de Matemática no Laboratório de Informática, fizemos as próximas duas considerações. Na primeira delas foi solicitado aos estudantes que nos relatassem como foram suas experiências com o uso do Geogebra para a construção do conhecimento matemático. Vejamos as respostas:

Categoria única: Experiência positiva, satisfação.

Foi positivo. No Geogebra vi funções, retas, etc. e, me fez ver isso mais de perto e, o entendimento sobre o assunto foi melhor.
(A1)

O Geogebra tirou minhas dificuldades sobre plano cartesiano. No Geogebra é muito mais detalhado. (A2)

Me ajudou bastante, pois muitas pessoas são mais visuais e, com o Geogebra podemos visualizar os gráficos de questões em geral, comparar, etc. (A3)

O Geogebra pra mim foi um grande aprendizado... Agente tem mais coisas pra utilizar nos gráficos, etc. (A5)

Ajuda a mostrar os pontos, retas, etc. assim nos ajuda a não errar. (A6)

A facilidade na resolução de problemas... Achei muito legal, pois o Geogebra facilita quando colocamos a equação e já vai aparecendo as retas e indicando os pontos. (A8)

Através desse programa de computador podemos ver alguns conteúdos com mais clareza, tendo assim uma experiência mais satisfatória. Além de ter mais chances de compreender melhor o assunto. (A9)

Nesta categoria temos um único sentimento entre os estudantes participantes da pesquisa¹⁵, o de satisfação, de uma experiência exitosa e positiva no que se refere ao nível de aprendizagem dos conteúdos matemáticos trabalhados pela professora durante a pesquisa usando o Geogebra.

Na fala do aluno A1, percebemos que existe uma distância, no qual não conseguimos mensurar, pois trata-se de seu cognitivo, entre ele e a aprendizagem de Matemática pelo método tradicional. Ao fazer uso do Geogebra, o A1, diz aproximar-se, ver mais de perto, o ente matemático em questão.

¹⁵ Os alunos A4 e A7 não responderam esta pergunta na entrevista.

O Geogebra funciona como uma espécie de “óculos”, de “luneta” ou uma “lente de aumento” no qual leva o estudante a uma aproximação, entendimento, compreensão e significado da Matemática.

Se percebermos isto por outro viés, podemos enxergar perfeitamente que o uso das TIC (em particular, o Geogebra) na aprendizagem de Matemática, funciona como uma zona de desenvolvimento proximal (Vigotsky, 1991), no qual o Geogebra, com o auxílio e experiência da professora, leva os alunos a avançarem para um nível cognitivo mais elevado, diminuindo assim, a distância entre o aprendiz e a Matemática.

Outro destaque que queremos pontuar é na fala de A6, ao afirmar que o Geogebra ajuda a “não errar”. De fato, quando conseguimos perceber, ver e enxergar (Alves, 2011) aquilo que está diante dos nossos olhos, tirando a “venda invisível” que não permite compreendermos o que está posto, aumenta a probabilidade de não cometer erros, desmistificando a ideia de que a Matemática é para poucos.

O que nós, professores de Matemática temos que fazer, é retirar as vendas dos nossos alunos, fazendo-os a avançarem para uma zona de desenvolvimento cognitivo mais profunda, saindo da periferia e caminhando para o centro da aprendizagem (FINO, 2000).

Na segunda pergunta relacionada ao uso do Geogebra, interrogamo-lhes: Você acha que a aprendizagem de Matemática com o auxílio do computador, em particular com o uso do *software* Geogebra, lhe proporciona “um máximo de aprendizagem a partir de um mínimo de ensino”, ou seja, você é capaz de aprender mais Matemática, sem muita interferência do professor, com o uso do computador? Por quê?

As respostas que nos foram dadas, dividiremos em duas categorias como seguem.

Categoria 1: Sim

Sim, pois o Geogebra já é pronto e ajuda no auxílio, mas é muito mais aproveitado com a ajuda do professor. (A1)

Com o auxílio do Geogebra ajuda muito, mas não tem igual a uma aula de um professor. (A2)

Sim. É um software simples, que ajuda bastante. O fato de poder explorar sozinho também é muito interessante. (A3)

Sim, porque com o auxílio do computador ajuda mais. Mas sempre tem que ter o auxílio do professor. (A6)

Sim. Posso aprender muitas coisas com o auxílio do computador, porém a presença do professor é importante, pois o professor pode nos ajudar a tirar dúvidas. (A9)

Percebemos claramente nos depoimentos dos alunos que se manifestaram positivamente quanto ao seu aprendizado com o auxílio do computador que, mesmo diante da experiência exitosa vivida por eles e pela professora nesta pesquisa, ainda assim são dependentes da figura do professor.

Não estamos dizendo que a pessoa do professor não seja importante, pelo contrário, é muito importante. E como os próprios alunos relatam, algumas informações, dúvidas, etc. só o professor poderá suprir a necessidade.

O que queríamos sentir através deste questionamento é o quanto cada aluno participante da pesquisa é capaz de diminuir o ensino e aumentar sua própria aprendizagem a partir de um programa de computador.

Ressaltando que de nenhum modo, pensamos ou esperávamos que as respostas fossem estar completamente focadas no *software* e que a pessoa do professor fosse anulada. Pois, se assim o fosse, talvez estivéssemos substituindo um ensino do professor por um ensino de uma máquina. De fato, para que a aprendizagem aconteça de modo eficaz e com significado para os alunos, o tripé, aluno – professor – computador, devem co-existirem em uma atividade determinada pela experimentação e construção de conceitos (CORREIA, 2011) e não por transferência de conteúdos de uma máquina para o aluno.

De acordo com Brasil (1998), nesta nova perspectiva de aquisição de conhecimento, onde o estudante é o centro do processo de aprendizagem o papel do professor é essencial, pois este é responsável pela organização de meios que facilitem o processo e facilitador dos mecanismos utilizados para o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Categoria 2: Não

Não, porque pelo meu ponto de vista, acho melhor a presença do professor. (A7)

Não. Ainda com o uso do Geogebra prefiro a auxílio do professor, pois o Geogebra é apenas um programa que se não tiver o ensino do professor, você também não consegue entender. (A8)

Embora A7 e A8 tenham respondido “não” ao questionamento, as ideias das falas são distintas.

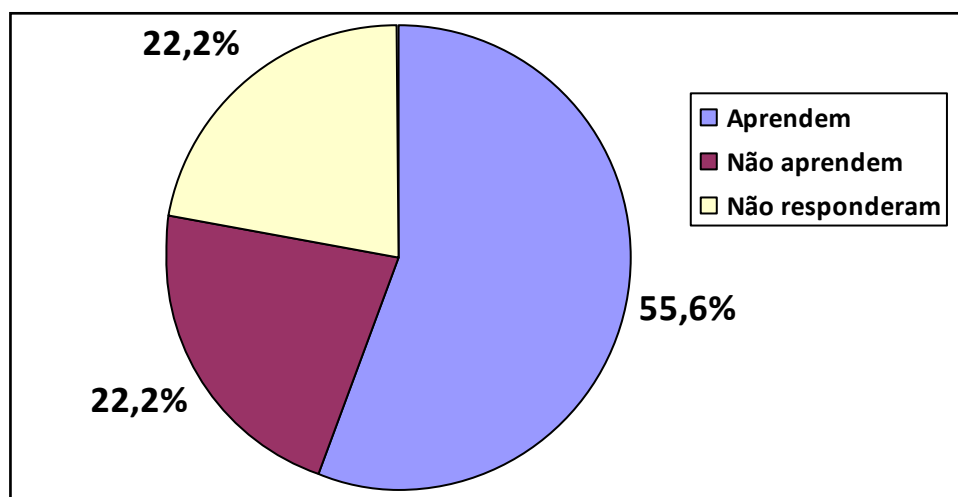
À nossa percepção, A7 é muito dependente da pessoa do professor. Mesmo estando em pleno século XXI, A7 nos passa a imagem que no processo educacional a figura do professor é a mais importante. O aluno A7 ainda se prende ao paradigma vigente no qual o professor fala e os alunos reproduzem. Embora inserido no mundo de tecnologias digitais ao seu redor, o tradicionalismo, para ele, é a melhor opção.

Já o aluno A8 é mais imerso na realidade que emana Inovação Pedagógica. Talvez ele tenha respondido “não” pelo seu costume com a presença do professor ao longo de sua vida estudantil e pelas limitações cognitivas em aprendizagem de Matemática, pois em outro momento da pesquisa, A8 relatou que gosta muito de Matemática, mas se faltar às aulas fica perdido no assunto.

A8 ainda concorda com Alves (2012), quando se refere que mesmo as TIC sendo a “onda do momento” para uma mudança de paradigma, um programa de computador por si só não garante a aprendizagem. É necessário e, essencial, a pessoa do professor, porém em um contexto de Inovação Pedagógica, de práticas pedagógicas, do aluno no centro e o professor na periferia do conhecimento.

Os alunos A4 e A5 não responderam.

Gráfico 4: Aprendizagem de Matemática com o uso do computador para os alunos da 3ª serie B



FONTE: Dados da pesquisa

De acordo com o gráfico 4, percebemos que mais da metade dos alunos (55,6%), consideram que aprendem mais Matemática com o auxílio do computador, não desconsiderando por completo o professor, mas diminuindo sua ação de ensinar. Estes mostram o que tínhamos de início, como hipótese, ou seja, a aprendizagem de Matemática com o uso das TIC.

Vale lembrar que, não estamos confirmando nem refutando este princípio, mas sim, fazendo uma descrição dos atores envolvidos em nossa pesquisa empírica e que, por coincidência ou não, estes dados inferem de acordo com nossos pensamentos e com os autores de referência utilizados nesta investigação.

Quando perguntamos aos aprendizes sobre a aprendizagem com o auxílio do computador para desenvolver neles o protagonismo, a participação, a interação entre o professor e os pares, desenvolver a criatividade e a imaginação e os tornarem autores de seus próprios conhecimentos, tivemos a resposta “sim” de todos os alunos, com exceção do aluno A5 que não respondeu. Vejamos:

Categoria 1: Sim.

Sim. Nas aulas, agente faz debate, discute sobre o assunto, diz se está certo ou errado e, assim aprendemos mais. (A1)

Desenvolve o interesse de aprender, participar, fazer perguntas ao professor, debater com os alunos... (A2)

Sim. É possível adequar o nível das atividades de acordo com a necessidade pessoal de cada aluno. Alunos mais avançados, por exemplo, podem seguir adiante no conteúdo. (A3)

Sim, pois o computador auxilia o conhecimento da Matemática. (A4)

Sim, pois estou aprendendo muito mais nas aulas práticas, na sala de Informática. Gosto muito dessas aulas e consigo aprender mais o conteúdo. (A6)

Sim, pois assim, aumenta e estimula a curiosidade de aprender coisas novas. (A7)

Sim. É mais fácil, pois complementa também o ensino do professor em sala. Diminui também o “trabalho” que dar pra construir o plano cartesiano, os gráficos, etc. (A8)

Sim. Esse tipo de aprendizagem desenvolve uma interação e comunicação diferenciada com o professor e até mesmo com seus colegas (alunos). (A9)

Nas falas descritas nesta categoria, ressaltamos alguns fatores relevantes como seguem. Os alunos A1, A2, A7 e A9 fazem referencia à interação causada entre os alunos e o professor, mostrando-nos que atividades desenvolvidas com o uso do computador despertam nos estudantes a curiosidade, a interação e participação na aula, motiva os questionamentos e conjecturas. Em suma, desperta o interesse em estudar e aprender Matemática.

A interação relatada pelos alunos A1, A2, A7 e A9, já foram justificadas, mesmo sem o uso de computadores, por Vygotsky (1991) de forma que, essa interação desenvolve um entrelace de ideias. E, se tratando da aprendizagem com o uso de computadores, a negociação social do conhecimento (FINO, 2000) é muito mais evidente.

Em um contexto de Inovação Pedagógica, aulas de Matemática com o auxílio de computadores implicam maior aprendizagem através da interação entre os alunos, pois estas ferramentas são inerentes ao convívio diário deles fora da escola (e dentro, porque não?) daí, segundo Papert (1985, p. 214),

o ambiente é planejado para provocar interações mais ricas e mais profundas [...], em conexão com qualquer assunto matemático. [...] Elas começam a interagir matematicamente porque o produto de seu trabalho matemático pertence a elas e à vida real.

E mais, “*embora o trabalho no computador seja geralmente individual, ele aumenta o desejo da criança¹⁶ de interagir. Estas crianças desejam se reunir com outras envolvidas em atividades semelhantes porque elas têm muito sobre o que conversar*” (PAPERT, 1985, p. 214).

De acordo com Ponte (1995, p. 3), “*as experiências realizadas com o computador mostraram que este pode levar ao estabelecimento duma nova relação professor-aluno, marcada por uma maior proximidade, interação e colaboração*”.

¹⁶ Papert (1985) se refere a crianças em sua pesquisa. Porém nós estendemos sua ideia, obtida a partir de estudos com crianças, para estudantes de qualquer idade, em especial os alunos da 3ª série B, agentes do nosso estudo.

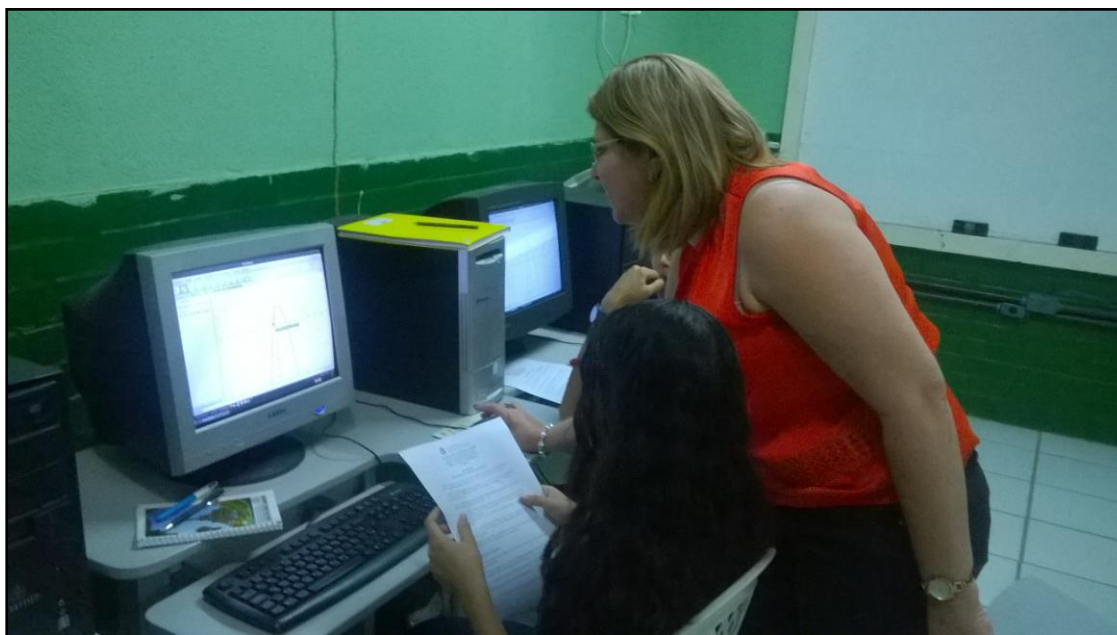
Pudemos constatar a interação entre aluno-aluno e aluno-professor no período em que estivemos fazendo observação participante. Os alunos realmente se mostraram mais interessados em aprender, além do mais, aprender uns com os outros e com a tutoria da professora, como podemos observar nas fotos 7 e 8 a seguir.

Foto 7: Interação aluno-aluno



FONTE: Próprio autor

Foto 8: Interação aluno-professora



FONTE: Próprio autor.

Analisando a afirmativa de Ponte (1995), percebemos que há mais de duas décadas já se tinham resultados semelhantes aos que podemos coletar nesta investigação. E ainda assim, nos dias de hoje, muitos professores ou escolas relutam em aceitar a aprendizagem com o auxílio de computadores.

Mais de vinte anos depois, A1 e A2 relatam exatamente o que Ponte (1995), afirmou ser verdade no passado. Isso nos leva a acreditar que a mudança de paradigma é extremamente urgente, pois diante das mudanças sociais e tecnológicas do mundo globalizado, pensamos que a educação ficou para trás neste processo de desenvolvimento.

Infelizmente, diante do exposto, talvez um dia tenhamos que nos conformar com o que Papert (2008, p. 40), diz ao relacionar o passado e o futuro: “[...] *ao medir a eficácia dos computadores na aprendizagem pelas aquisições nas salas de aula atuais, assegura que o amanhã será sempre prisioneiro do ontem*”. Porém, ainda temos a esperança desta realidade mudar um dia...

A3 relata sobre o tempo de desenvolvimento cognitivo de cada aluno. Como já havíamos escrito anteriormente, A3 agora confirma nosso pensamento prévio: Em um processo de Inovação Pedagógica, cada aluno é único, assim como seu próprio

conhecimento (FINO, 2000), pois, a aprendizagem auxiliada pelo uso das TIC permite esta faceta, na qual, cada aprendiz é respeitado pelo seu tempo de desenvolvimento cognitivo, de construção do conhecimento, de aprendizagem significativa.

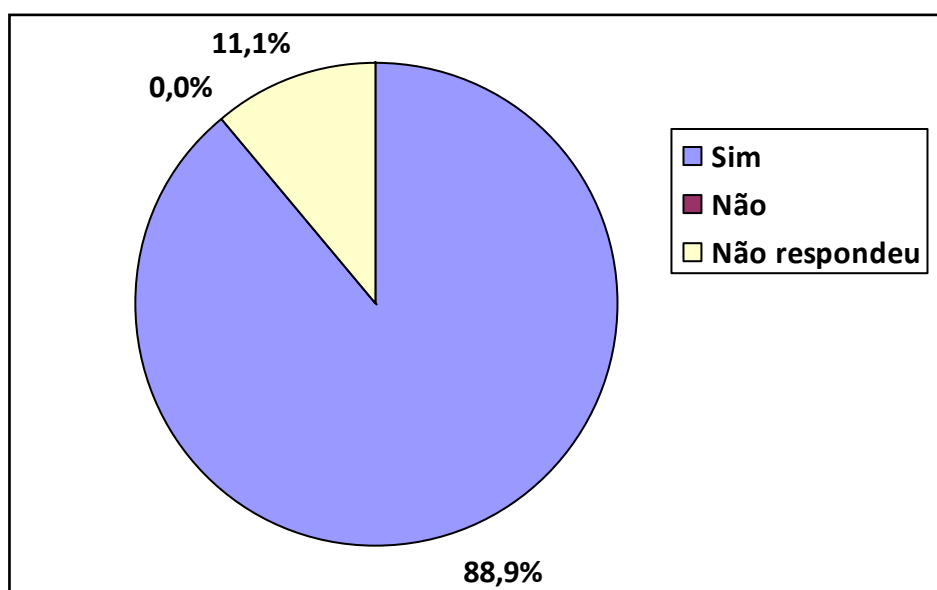
Parafraseando Papert (1999, p. 105, tradução nossa), no processo de aprendizagem, o pensamento de cada indivíduo “[...] *tem o seu próprio tipo de ordem e seu próprio tipo de lógica*”. De fato, A3, estando de acordo com o que afirmou Papert (1999), nos leva a pensar que estamos no caminho certo para uma aprendizagem verdadeira de Matemática.

E como afirma Brazão (2015, p. 209), “*é urgente uma mudança paradigmática que devolva aos ambientes de aprendizagem uma pedagogia participativa com o uso das TIC*”.

Categoria 2: Não

Nenhum dos alunos entrevistados respondeu “não” para esta pergunta.

Gráfico 5: Aprendizagem de Matemática com uso de computador x protagonismo e interação social.



FONTE: Dados da pesquisa.

De acordo com o gráfico 5 (confirmado pelas falas dos entrevistados), podemos afirmar que a maior parte dos alunos da 3ª série B (88,9%), consideram que a aprendizagem de Matemática com o uso de computadores desenvolvem neles o protagonismo e uma maior interação entre os pares e a professora. Além disso, 0% consideram que não desenvolve protagonismo e interação social e 11,1% não responderam.

Isso nos mostra que quando o professor desenvolve ambientes de aprendizagem adequados, e vale ressaltar aqui que, consideramos que isso depende em grande parte da experiência, da motivação e postura de investigador e pesquisador do professor, os alunos aprendem não só a fazer contas como podem fazer Matemática e, principalmente, gostar de fazer isso (PAPERT, 1985).

A última pergunta que faremos a análise, diz respeito ao entendimento e compreensão dos alunos sobre Inovação Pedagógica nas aulas de Matemática.

Categoria 1: Concepções dos alunos.

Aulas com coisas novas, muito interessantes. (A1)

Algo novo, diferente. (A2)

Uma forma diferente de se ensinar e aprender. (A3)

Coisa nova. Ter uma aula diferente [...]. (A4)

Coisa nova ou algo novo. (A5)

Envolve as tecnologias e fica mais fácil de aprender. (A6)

Mudanças na aprendizagem. Novos métodos de ensino... saindo do modo tradicional. (A7)

Uma mudança vinda dos professores nas aulas. Aulas diferentes com “brincadeiras”, usando tecnologias (desde que não saia dos assuntos e do contexto). (A8)

Acredito que sejam aulas inovadoras e que pode, e vai, contribuir de maneira significativa no aprendizado dos alunos. (A9)

As concepções dos alunos sobre Inovação Pedagógica nos surpreenderam, pois, analisando suas falas, percebemos que os estudantes da 3ª série B, pensam mais sobre Inovação Pedagógica do que se possa imaginar. Mesmo sem terem uma informação concreta do que seria isso, suas ideias são bem coerentes com nossa proposta de pesquisa.

Os alunos A1, A2, A4 e A5, se referem à Inovação Pedagógica como “algo novo”, “algo diferente”. Pensamos que este fato se dê pelo próprio termo “inovação”. Porém, se o jeito de acontecer a aprendizagem de Matemática não tiver novos desenhos para um delineamento da construção do conhecimento pelos próprios alunos, dando-lhes a capacidade de serem protagonista de seus conhecimentos, não consideramos como inovação.

Assim, se o professor utiliza algo novo, algo nunca utilizado por ele em suas aulas, mas não tem a finalidade de emergir novos ambientes e condições de aprendizagem, não consideramos como algo inovador e, muito menos como Inovação Pedagógica.

Segundo Fino (2000, p. 385), “a ideia de inovação, por exemplo, só faz completamente sentido quando contraposta à ideia de tradição”.

E complementando esta linha de pensamento, de acordo com Correia (2011, p. 56),

Inovação é um termo usado com muita frequência mas a sua definição não é consensual. Se numa perspectiva mais radical se entende *Inovação* como ruptura paradigmática, existe uma perspectiva mais generalizada que vê a *Inovação* como a aplicação de um novo recurso ou de uma nova abordagem que promova mudança de práticas sociais, que se consideram importante. (grifo do autor)

Em Inovação Pedagógica, para que o novo tenha sentido, deve haver mudança qualitativa no contexto da aprendizagem. Um novo paradigma educacional deve emergir, de modo que, a partir do “novo”, do “diferente”, o velho paradigma fique no passado e com o auxílio das TIC o futuro se faça no presente.

Neste viés, Sousa (2013, p. 19), esclarece que *“a verdadeira viagem do futuro não consiste em buscar novos mundos, mas ver o nosso com um outro olhar”*. Ou seja, pensar aprendizagem de Matemática hoje, é usar novos métodos que condicionem uma aprendizagem de qualidade e com significado para seus construtores. Daí, a Inovação Pedagógica surge como uma das opções desta nova realizada que rugue ferozmente para acontecer dentro das escolas.

A3 faz uma colocação importante. Inovação Pedagógica requer uma *“forma diferente de ensinar e aprender”* (A3). Doravante, inovação pressupõe novas formas e posturas, tanto do professor quanto dos alunos. Aponta para práticas pedagógicas, ou seja, ações docentes e discentes nas quais o professor seja facilitador e os alunos construtores de seus próprios conhecimentos.

Parafraseando Correia (2013, p. 55), *“[...] o conhecimento, em vez de ser transmitido pelo professor para o aluno, passa a ser o resultado de pesquisas e experiências vividas e analisadas”*.

Embora já tenhamos discutido sobre os papéis de professores e alunos em um contexto de Inovação Pedagógica, é importante lembrar que não depende apenas destes dois agentes para que a inovação aconteça. Correia (2013, p. 56), nos esclarece que, *“a inovação não depende exclusivamente da intervenção destes dois agentes (professores e alunos), passa necessariamente por outro tipo de decisões: alterações curriculares; trabalho de equipa; uso das novas tecnologias”*.

Percebemos que o aluno A6, faz confusão com o que seja Inovação Pedagógica e o que venha a ser Inovação Tecnológica (FINO, 2008a). A primeira se utiliza das ferramentas tecnológicas para prover alguma das suas ações pedagógicas que proporcionem novos

ambientes de aprendizagem. Logo, não se podem confundir as duas coisas, pois podemos usar as novas tecnologias para fazer coisas velhas do passado (PAPERT, 1985).

A segunda ideia refere-se ao grande desenvolvimento das novas tecnologias de comunicação e informação, bem como suas aplicações na vida da sociedade moderna. Com isso, entendemos a fala confusa de A6, ao se referir à Inovação Pedagógica.

De acordo com Correia (2015, p. 97),

[...] as tecnologias de informação e comunicação não são um simples dispositivo de inovação, mas um crescente de técnicas, aparelhos e processos (alguns com base em tecnologias mais antigas, outras radicalmente novas) que permeiam quase todos os cantos e recantos da vida social, cultural e económica. As inovações anteriores que produziam impacto sobre certos estratos da sociedade levaram algum tempo para se difundirem e invadirem outras partes de vida. As tecnologias da informação, pelo contrário, tiveram um impacto transformador quase imediato sobre grande parte da sociedade contemporânea.

Aulas de Matemática com o auxílio de ferramentas tecnológicas podem implicar Inovação Pedagógica desde que haja mudança no processo de aprendizagem (BRAZÃO, 2013), pois de acordo com Papert (1985), a revolução deve ser de ideias e não de tecnologias. As tecnologias são utilizadas como ferramentas para a construção do conhecimento e de um processo de aprendizagem inovador.

Inovação Pedagógica implica novas formas de aprendizagem, como relata o aluno A7, mudança de paradigma, saindo do tradicional e incorporando uma nova forma de desenvolver o conhecimento, de forma a ser “[...] *construído por quem aprende e não por quem ensina*” (FINO, 2011a, p. 47).

Porém, devemos ter cuidado ao afirmar que o que é “novo” é para sair do tradicional. Ou seja, o fato do uso das TIC não implica diretamente que está se fazendo uma abordagem futurista ou está de acordo com a cultura da sociedade contemporânea.

Muitas vezes, nas escolas se usa do princípio da modernidade e do uso das novas tecnologias alegando estar a fazer inovação, quando na verdade “[...] *os meios tecnológicos do presente estão ao serviço do passado a pretexto de se estar a preparar o futuro*” (CORREIA, 2011, p. 44). Nem tudo em que se usam as TIC é, de fato, inovação. Não confunda-se método tradicional com uso de computadores, com Inovação Pedagógica.

Quando o aluno A8 pensa sobre Inovação Pedagógica e este afirma que a inovação passa pelo professor, ele dialoga diretamente conosco e com Pereira (2015, p. 111): *“[...] a inovação pedagógica passa por uma mudança de atitude do professor, agora mais preocupado com a criação e saturação de ambientes de aprendizagem [...]”*.

A8, e Pereira (2015), mostram que num contexto de Inovação Pedagógica, a postura do professor deve mudar, pois *“[...] o papel do professor é criar condições para a invenção, em lugar de fornecer conhecimentos já consolidados”* (PAPERT, 1996, p. 75).

O processo de quebra de paradigma tem que surgir do próprio professor ao repensar suas atividades docentes com foco a prover práticas pedagógicas adequadas, doravante, em nosso viés, com o uso das TIC, a fim de criar ambientes de aprendizagem significativos e adequados. Com isso, o professor *“[...] passa a ser um agente de mudança e de inovação na escola”* (SOUSA, 2013, p. 12).

O aluno A8 ainda expõe que num contexto de Inovação Pedagógica, as aulas devem acontecer a partir de *“[...] “brincadeiras”, com uso de tecnologias [...]”*, de construção de objetos de aprendizagem. Isso remete aos princípios do construcionismo, teoria inserida em nossa linha de pesquisa.

Para Papert (2008, p. 20), *“por definição, brinquedo é diversão e tarefa de casa não”*. Logo, as aulas de Matemáticas devem ter um clima de brincadeira, de prazer, de diversão, como afirma A8, de modo que os estudantes aprendam brincando, pois *“a melhor aprendizagem é a que se compreende e dá prazer”* (PAPERT, 1996, p. 83).

Diante de todo o exposto neste trabalho, donde a educação tradicional com molde fabril já não é mais o caminho para formar um homem novo com simulações de um mundo novo (TOFFLER, 1998) e sim formar um homem novo que vive em um mundo novo, daí não se necessita de simulações, mas sim de vivências e experiências reais do mundo novo.

Neste contexto, sentimos na fala do aluno A9, um “ar de esperança” para que o novo paradigma educacional que tanto se almeja, surja em breve para mudar a realidade das escolas brasileiras.

Mesmo sem conhecer, de fato, Inovação Pedagógica, o aluno A9 coloca sua esperança nesta abordagem para a aprendizagem. Assim nós, também, pensamos como A9 e acreditamos nisso. Assim, encerramos este capítulo com suas palavras: Inovação Pedagógica “[...] *pode, e vai, contribuir de maneira significativa no aprendizado dos alunos*” (A9).

Considerações Finais

Ao longo da caminhada nesta investigação, vários percalços tiveram que ser vencidos e superados para chegarmos ao fim desta pesquisa com a sensação de êxito e de missão cumprida. Com isso, pensamos ser relevante fazermos algumas considerações conclusivas sobre a temática abordada em todo o trabalho, ou seja, sobre os fatores colaboradores abordados por nós, sobre a construção do conhecimento matemático com o uso das TIC, ou ainda, sobre a aprendizagem de Matemática com o uso das TIC.

A princípio, lembramos nossa questão da pesquisa inicial nesta investigação... A gênese de nosso trabalho emergiu com o questionamento quanto à existência de práticas pedagógicas inovadoras na construção do conhecimento matemático utilizando as TIC, pois, como abordamos em vários parágrafos deste trabalho, às vezes, as escolas, ou particularmente, alguns professores, se utilizam do uso das novas tecnologias para demonstrar que utilizam métodos novos e inovadores para o ensino da Matemática, quando na verdade, apenas se utilizam do uso de computadores para por em prática velhos métodos (tradicionais) de ensino.

Com o estudo teórico realizado durante o período pré-investigação, bem como durante sua evolução e produção (investigação), juntamente com a observação participante desenvolvida no campo de pesquisa, pudemos chegar à conclusão que, pelo menos para os alunos da 3ª série B, da escola Antônio Dias Macedo, Fortaleza-CE (Brasil), existem sim¹⁷, práticas pedagógicas inovadoras que levem à construção do conhecimento matemático utilizando-se as novas tecnologias da informação e comunicação, e que, o estudo e / ou aprendizagem de Matemática não é um saber esotérico, isto é, não é um privilégio reservado a poucos, não há segredos para se aprender Matemática.

Desde que haja os recursos (humano, tecnológico e pedagógico) adequados, na “Matelândia” (PAPERT, 1985), a Matemática é para todos, denotativamente, como o Brasil é para os brasileiros.

¹⁷ Ressaltando que, fazemos a afirmativa de forma positiva para este grupo, em particular, pois o presente trabalho se detém a uma investigação etnográfica.

Pudemos respaldar nosso “sim” à questão da pesquisa através dos autores de referência no qual alicerçamos nossa teoria e, principalmente, pela observação participante, na qual nos foi proporcionado momentos de deleite acerca da questão primitiva desta investigação.

Cabe também rever os objetivos almejados nesta pesquisa e identificar aqueles que foram contemplados a partir do objetivo central, ou geral, que foi compreender como o uso das TIC pode contribuir para a construção de uma aprendizagem sólida e crítica de Matemática com estudantes da Escola de Ensino Fundamental e Médio Antônio Dias Macedo.

- A partir deste, pudemos identificar como professor e alunos usam as TIC em aulas de Matemática como ferramenta de auxílio para a construção do conhecimento matemático. Este objetivo pôde ser contemplado a partir das atividades desenvolvidas com uso do *software* Geogebra. Constatamos, nitidamente, o que Alves (2012), afirmou em seus estudos, pois com o uso das TIC é possível enxergar o que, por vezes, fica vendado aos olhos dos alunos e, a conversão de representações semióticas (DUVAL, 2012), através do Geogebra, auxiliou-os a irem mais além, a avançarem para uma zona de desenvolvimento proximal (VYGOTSKY, 1991), da aprendizagem de Matemática mais avançada, ou seja, constatamos que professor e alunos usam as TIC como uma implicação de ZDP para a aprendizagem de Matemática através do Geogebra.
- Percebemos ainda, a manifestação do protagonismo e da autonomia dos estudantes na aprendizagem de Matemática com o uso das TIC nas aulas desenvolvidas no Laboratório de Informática. Além de provocar em nós esta percepção por meio do comportamento dos estudantes, seus depoimentos foram de fundamental importância para a contemplação deste objetivo. Aqui, ressaltamos a importância das TIC como meio colaborador para que os estudantes não sejam seres passivos nas salas de aula, mas sim, agentes ativos e co-responsáveis pela eminente mudança paradigmática, pela transformação da educação bancária (FREIRE, 1979) e fabril sem espaço na sociedade globalizada atual.

- Compreendemos de que maneira a aprendizagem de Matemática, por meio do uso de computadores, gera uma discussão crítica de conceitos matemáticos por seus pares e com o professor. O aluno só consegue argumentar sobre aquilo que lhe é internalizado, ou seja, com o uso de computadores a aprendizagem de Matemática torna-se algo familiar para os estudantes, pois essas máquinas são objetos que fazem parte da vida cotidiana deles, em outras palavras, os alunos atuais são natos das TIC e isso deve implicar nas salas de aula. Com isso, agregou-se valor significativo aos conceitos matemáticos, de forma que, nas aulas, gerou-se discussões com um nível de criticidade e maturidade Matemática diferenciada das aulas tradicionais que os mesmo alunos tiveram. Fato relatado pela professora e pelos alunos e, registrado nesta pesquisa, com o apoio de Fino (2008a) quando afirma que inovação implica interação social entre os envolvidos.
- Outro objetivo alcançado por oportunidade desta pesquisa foi identificar se a *praxis* de alunos e professor, enquanto prática pedagógica, em aulas de Matemática com o uso das TIC para a construção do conhecimento matemático pode ser considerada uma prática de Inovação Pedagógica. Diante da vivência e das entrevistas realizadas com a professora e com os alunos da 3ª série B, da Escola de Ensino Fundamental e Médio Antônio Dias Macedo, e respaldado nos autores de referência desta linha de investigação é que pensamos existir Inovação Pedagógica neste contexto. Inovação Pedagógica implica, como já vimos, em mudanças qualitativas nas práticas para a aprendizagem (FINO, 2010), em criação de novos ambientes de aprendizagem com o uso das TIC (BRAZÃO, 2015), em mudança de paradigma a fim de romper com o modelo tradicional de ensino (SOUSA & FINO, 2008), em que as escolas estão inseridas, dentre outras características e, tudo isso encontramos nesta investigação.

Consideramos que esta pesquisa tenha sido relevante na vida acadêmica e científica, tanto dos agentes envolvidos (professora e alunos) quanto do pesquisador, pois através desta, conseguimos observar e continuar a ter esperanças de que a educação matemática no Brasil caminha, a passos curtos, para uma mudança qualitativa no campo da

aprendizagem significativa através do uso das novas tecnologias como ferramentas de apoio para práticas pedagógicas.

E perceber esta iniciativa em contexto no qual estou diretamente inserido, pois como dissemos anteriormente, o campo de pesquisa foi a escola onde trabalho, é muito gratificante e, saber que existem pessoas dedicadas para uma aprendizagem de Matemática com compromisso e responsabilidade, com foco no estudante e não no brilhantismo das aulas “show” do professor, onde o aluno não tem vez, nos faz terminar esta jornada científica com o sentimento de satisfação.

Como vimos durante todo o percurso deste trabalho, seja no referencial teórico, seja nos dados empíricos levantados, ou ainda em nosso pensamento particular, o caminho para que a Educação Matemática trilhe caminhos por veredas de sucesso quanto a aprendizagem é através de apoio pedagógico nas TIC, pois estas ferramentas estão entranhadas na vida cotidiana dos estudantes contemporâneos e, fugir desta verdade é fugir da realidade. As TIC são o verdadeiro caminho para uma aprendizagem de Matemática com essência em Inovação Pedagógica.

Inovação Pedagógica refuta a ideia de que o professor tem que ensinar isso e aquilo outro para que o aluno tenha conhecimentos suficientes para deparar-se com uma prova de vestibular. As escolas são verdadeiras fábricas de depositar conhecimentos nos estudantes. E o significado destes conhecimentos não possui valor social? De que adianta saber a solução que um sistema de equações lineares com duas equações e duas incógnitas, possível e determinado, é um par de números, por exemplo, se não se entende e não se relaciona isso com duas retas concorrentes e que a solução é a interseção das mesmas, logo, é um ponto?

A partir do momento que a educação no Brasil perceber que vale muito mais a qualidade dos conhecimentos adquiridos do que a quantidade deles, o novo paradigma educacional com desenhos em inovação emergirá com toda força e mudará o rosto do país.

Recomendamos nosso trabalho a toda sociedade, em particular a comunidade escolar Antônio Dias Macedo para que tenham conhecimento registrado e com importância científica da realidade da escola em foco; recomendamos também a todos os pesquisadores que manifestem interesse na temática abordada neste trabalho e que, se

possível desenvolvam pesquisas complementares a esta, para uma maior abordagem e expansão da reflexão sobre a aprendizagem de Matemática com o uso das TIC para a construção do conhecimento; e por fim, a quem possa interessar, para uma boa leitura e um bom estudo sobre aprendizagem de Matemática, uso das TIC para construção do conhecimento e Inovação Pedagógica.

Para concluir, esperamos contribuir com o desenvolvimento da ciência a partir deste trabalho e, prosseguir com novos estudos para uma ampliação acadêmica da linha de pesquisa em Inovação Pedagógica.

Referências Bibliográficas

ADLER, Montimer Jerome. **A proposta Paidéia**. Brasília: Universidade de Brasília, 1984.

ADLER, Patricia A.; ADLER, Peter. **Membership roles in field research**. London: Sage Publications, 1987.

ALVES, Francisco Régis Vieira. **Aplicações da Sequência Fedathi na promoção de categorias do raciocínio intuitivo no Cálculo a várias variáveis**. 2011. 397 f. Tese (Doutorado em Educação) – Departamento de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

_____. Ensino de Cálculo: uma proposta de exploração na perspectiva do uso dos registros de representação. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 1, n. 2, p. 1-13, 2012.

_____. Discussão do ensino de integrais impróprias com amparo da tecnologia. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 11., 2013, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBEM, 2013. p. 1-8.

_____. Técnica computacional para o ensino de Matemática. **EM TEIA – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, Recife, v. 5, n. 2, p. 1-16, 2014.

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Etnografia da prática escolar**. ed. 18. Campinas: Papirus, 2012.

ARTIGUE, Michelle. Didactical desing in Mathematics Education. **Proceedings of NORMA08 – Nordic Research in Mathematics Educacion**, Paris, 2009.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 2000.

_____. et al. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BESSA, Valéria da Hora. **Teorias da aprendizagem**. Curitiba: IESDE, 2008.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental - Matemática**. Brasília: Ministério da Educação, 1998.

_____. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

_____. Orientações para o ensino de Matemática. In: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Educacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

_____. Conhecimentos de Matemática. In: **Orientações curriculares para o ensino médio**: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. v. 2. Brasília: Ministério da Educação, 2006. p. 69 – 98.

_____. **Referências de qualidade para educação superior à distância**. Brasília: Ministério da Educação, 2007.

BRAZÃO, Paulo. O diário de um diário etnográfico eletrônico. In: SOUZA, Jesus Maria; FINO, Carlos Nogueira (Orgs.). **A escola sob suspeita**. Porto: Asa Editores, 2007. p. 289 – 307.

_____. **Weblogs, aprendizagem e cultura da escola**: um estudo etnográfico numa sala do 1º ciclo do ensino básico. 2008. 334 f. Tese (Doutorado em Educação) – Departamento de Ciências da Educação – Inovação Pedagógica da Faculdade de Ciências Sociais, Universidade da Madeira, Funchal, 2008.

_____. O diário etnográfico eletrônico, um instrumento de investigação: três testemunhos. In: FINO, Carlos Nogueira (Org.). **Etnografia da educação**. Funchal: CIE-UMa, 2011. p. 299 – 318.

_____. Pedagogia, tecnologia e cultura democrática: que sentidos fazem na escola pública atual?. In: MENDONÇA, Alice (Org.). **O futuro da escola pública**. Funchal: CIE-UMa, 2013. p. 276 – 281.

_____. A escola restante e a cultura digital: entre o Déjà-vu e os novos ambientes de aprendizagem. In: FRAGA, Nuno Silva; KOT-KOTECKI, Ana França (Org.). **A escola restante**. Funchal: Universidade da Madeira – CIE-UMa, 2015. p. 209-214.

CORREIA, Fernando Luís de Sousa. Aprendizagem colaborativa. In: BENTO, António V.; MENDONÇA, Alice (Org.). **Educação em tempo de mudança**: liderança, currículo, inovação, supervisão. ed. 2. Funchal: CIE-UMa, 2010. p. 253-260.

_____. **Internet – sala de estudo virtual**. 2011. 427 f. Tese (Doutorado em Educação) – Departamento de Ciências da Educação – Inovação Pedagógica da Faculdade de Ciências Sociais, Universidade da Madeira, Funchal, 2011.

_____. Escola pública: espaço privilegiado de inovação pedagógica(?). In: MENDONÇA, Alice (Org.). **O futuro da escola pública**. Funchal: CIE-UMa, 2013. p. 47 – 59.

_____. A tecnologia e o sonho da mudança. In: FRAGA, Nuno Silva; KOT-KOTECKI, Ana França (Org.). **A escola restante**. Funchal: CIE-UMa, 2015. p. 89 – 99.

DAVIS, Philip J.; HERSH, Reuben. **A experiência matemática**. 2 ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. **Fundamentos de matemática elementar: geometria plana**. v. 9, ed. 7. São Paulo: Atual, 1993.

DUVAL, Raymond. Basic issues for research in mathematics education. In: Conference of the International Group for the Psychology of the Mathematics Education, 24., 2000, Hiroshima. **Atas...** Hiroshima: PME, 2000. p. 55-69.

_____. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, [S.I.], v. 61, p. 103-131, 2006.

_____. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revmat**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012.

_____. Entrevista: Raymond Duval e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica. In: FREITAS, José Luiz Magalhães; REZENDE, Veridiana. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 2, n. 3, p. 10-34, 2013, jul. – dez.

FINO, Carlos Nogueira. Um software educativo que suporte uma construção de conhecimento em interação (com pares e professor). In: Simpósio de Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo, 3., 1998, Évora. **Atas...** Évora: Universidade de Évora, 1998.

_____. **Novas Tecnologias, cognição e cultura: um estudo no primeiro ciclo do Ensino Básico**. 2000. 435 f. Tese (Doutorado em Educação) – Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2000.

_____. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 14, n. 2, p. 273-291, 2001.

_____. FAQs, etnografia e observação participante. **Revista Europeia de Etnografia da Educação**, Lecce, v. 3, p. 95-105, 2003a.

_____. Avaliar *software* “educativo”. In: **Atas. III Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação**. Braga: Universidade do Minho, 2003b. p. 689 – 694.

_____. Inovação pedagógica: significado e campo (de investigação). In: MENDONÇA, Alice; BENTO, António V. (Org.). **Educação em tempo de mudança**. Funchal: Grafimadeira, 2008a. p. 277-287.

_____. A etnografia enquanto método: um modo de entender as culturas (escolares) locais. In: ESCALLIER, Christine; VERÍSSIMO, Nelson (Org.). **Educação e cultura**. Funchal: DCE – Madeira, 2008b. p. 43-53.

_____. Investigação e inovação (em educação). In: FINO, Carlos Nogueira; SOUSA, Jesus Maria (Org.). **Pesquisar para mudar (a educação)**. Funchal: Universidade da Madeira, 2010.

_____. Demolir os muros da fábrica de ensinar. **Humanae**, Recife, v. 1, n. 4, p. 45-54, ago., 2011a.

_____. Inovação pedagógica, etnografia, distanciamento. In: _____. **Etnografia da educação**. Funchal: Universidade da Madeira – CIE-UMa, 2011b. p. 99-118.

_____. Virtualizar o que resta. In: FRAGA, Nuno Silva; KOT-KOTECKI, Ana França (Org.). **A escola restante**. Funchal: Universidade da Madeira – CIE-UMa, 2015. p. 28-40.

_____. Matética e inovação pedagógica: o centro e a periferia. In: GOUVEIA, Fernanda; PEREIRA, Gorete (Org.). **Didática e matética**. Funchal: CIE-UMa, 2016a. p. 253-259.

_____. Inovação pedagógica e ortodoxia curricular. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, v. 9, n. 18, p. 13-22, jan. – abr., 2016b.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. ed. 3. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. 12 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREIRE, Paulo; PAPERT, Seymour. **O futuro da escola e o impacto dos novos meios de comunicação no modelo de escola atual**. Produção de Márcia Moreno e Marco Aurélio Del Rosso. São Paulo: TV PUC, 1995.

FROTA, Maria Clara Rezende; BORGES, Oto. Perfis de entendimento sobre o uso de tecnologias na Educação Matemática. In: Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 27., 2004, Rio de Janeiro. **Reunião Anual da ANPED...** Rio de Janeiro: ANPED, 2004. p. 1-17.

GADOTTI, Moacir. Educação e ordem classista. In: Freire, Paulo. **Educação e mudança**. 12 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GEERTZ, Clifford. **A interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: LCT, 2008.

GIUSTA, Agneta da Silva. Concepções de aprendizagem e práticas pedagógicas. **Educação em revista**, Belo Horizonte, v. 29, n. 1, p. 17 – 36, mar. 2013.

KOT-KOTESKI, Ana França. Vivências com a Matemática: sucessos e insucessos de dois grupos, um de educadores e outro de alunos finalistas do curso de Educação de Infância da Universidade da Madeira. In: ESCALLIER, Christine; VERÍSSIMO, Nelson (Org.). **Educação e cultura**. Funchal: CIE-UMa, 2008. p. 119 – 127.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5 ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LAPASSADE, Georges. **La methode ethnographique**. [S.I.: s.n.], 1992. Disponível em: <<http://vadeker.net/corpus/lapassade/ethngrso.htm>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

_____. **As microssociologias**. Brasília: Liber Livros, 2005.

MACEDO, Roberto Sidnei Macedo. **Etnopesquisa crítica, etnopesquisa-formação**. Brasília: Liber Livro, 2006.

_____. **A etnopesquisa implicada: pertencimento, criação de sabores e afirmação**. Brasília: Liber livro, 2012.

MEANS Barbara.; ROSCHELLE, Jemery. Tchnology and learning. In: AUKRUST, Vibeke Grover (Org). **Learning and cognition in education**. Oxford: Elsevier, 2011. p. 144-153.

MENDONÇA, Deolinda; SOUSA, Jesus Maria. Um estudo etnográfico numa organização educativa: a influência da liderança no contexto escolar. In: FINO, Carlos Nogueira (Org). **Etnografia da educação**. Funchal: CIE-UMa, 2011. p. 253 – 277.

MONTEIRO, Maria Isabel Nascimento Ledes. **Inovação pedagógica no curso de Pedagogia da Universidade de Brasília (UnB): um estudo de abordagem etnográfica**. 2010. 358 f. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) – Departamento de Ciências da Educação, Universidade da Madeira, Funchal. 2010.

MONTEIRO, Alexandrina; JUNIOR, Geraldo Pompeu. **A Matemática e os temas transversais**. São Paulo: Moderna, 2001.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

MORIN, Edgar; CIURANA, Emilio Roger; MOTTA, Raúl Domingo. **Educar na era planetária: o pensamento complexo como Método de aprendizagem no erro e na incerteza humana**. São Paulo: Cortez, 2003.

PAPERT, Seymour. **Constructionism vs. Instructionism**. [S.l.: s.n.], 1980s. Disponível em: <http://www.papert.org/articles/const_inst/const_inst1.html>. Acesso em: 16 mai. 2016.

_____. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

_____. Situating constructionism. In: HAREL, Idit; PAPERT, Seymour. **Constructionism**. [Norwood]: Ablex Publishing, 1991. Disponível em <<http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>>. Acesso em: 16 mai. 2016.

_____. An Exploration in the Space of Mathematics Educations. In: **International Journal of Computers for Mathematical Learning**. v. 1, n. 1, p. 95-123, 1996.

_____. **A família em rede: ultrapassando a barreira digital entre gerações**. Lisboa: Relógio D'água, 1997.

_____. Papert on Piaget. **Time**. p. 105. Mar / 1999. Disponível em: <<http://www.papert.org/articles/Papertonpiaget.html>>. Acesso em: 16 mai. 2016.

_____. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PEREIRA, Gorete. Da escola que temos à escola que queremos. In: FRAGA, Nuno Silva; KOT-KOTECKI, Ana França (Org). **A escola restante**. Funchal: Universidade da Madeira – CIE-UMa, 2015. p. 100-113.

PIAGET, Jean. **Biologia e conhecimento: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos**. Petrópolis: Vozes, 1973.

PIMENTEL, Álamo. Considerações sobre a autoridade e o rigor nas etnografias da educação. In: MACEDO, Roberto Sidney. **Um rigor outro: sobre a questão da qualidade na pesquisa qualitativa**. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 127 – 173.

PONTE, João Pedro. O computador no ensino de Matemática: um processo de inovação, investigação e a formação de professores. In: **Memórias del Primer**. Congresso Iberoamericano de Educação Matemática. Paris: UNESCO, 1990. p. 53-69.

_____. Novas tecnologias na aula de Matemática. **Educação e Matemática**. Lisboa, n. 34, p. 2-7, 1995.

PRENSKY, Marc. Digital natives, digital immigrants. **On the Horizon**. v. 9, n. 5, sep. /oct., p. 1-6, 2001.

_____. **From digital natives to digital wisdom: Hopeful Essays for 21st Century Education**. California, Corwin, 2012.

ROUSSEAU, Jean-Jacques. **Emílio ou da educação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

ROSCHELLE, Jeremy; TEASLEY, Stephanie D. The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In: O'MALLEY, C. (Ed.). **Computer supported collaborative learnig**. New York: Springer-Verlag, 1995. p. 69 – 97.

SABIRÓN-SIERRA, Fernando. Complejidad e investigación etnográfica: en busca de un mito perdido. In: FINO, Carlos Nogueira (Org.). **Etnografia da educação**. Funchal: CIE-UMa, 2011. p. 9 – 43.

SPRADLEY, James. **The ethnographic interview**. New York: Prentice Hall, 1979.

SOUSA, Jesus Maria; FINO, Carlos Nogueira. As TIC abrindo caminho a um novo paradigma educacional. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**. Rio de Janeiro, p. 11 – 26, Jan. / Jun. 2008.

SOUSA, Jesus Maria. Os cenários do futuro face às dinâmicas do global e do particular. In: _____. **Educação: textos de intervenção**. Funchal: O Liberal, 2004. p. 73-87.

_____. Currículo e etnografia da educação: um diálogo necessário. In: FINO, Carlos Nogueira (Org.). **Etnografia da educação**. Funchal: CIE-UMa, 2011. p. 45 – 68.

_____. Que professor no futuro?: a técnica de Scenario Planning. In: MENDONÇA, Alice (Org.). **O futuro da escola pública**. Funchal: Universidade da Madeira – CIE-UMa, 2013. p. 9-20.

TOFFLER, Alvin. **O choque do futuro**. 6 ed. Rio de Janeiro: Record, 1998.


TUZZO, Simone Antoniacci; BRAGA, Claudomilson Fernandes. O processo de triangulação da pesquisa qualitativa: o metafenômeno como gênese. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo, v. 4, n. 5, p. 140 - 158, ago. 2016.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Filho, 1991.

WOODS, Peter. La etnografía y el maestro. In: _____. **La escuela por dentro: la etnografía e la investigación educativa**. Barcelona: Paidós, 1987. p. 15-29.

Apêndices

Apêndice 1 – Carta de apresentação e aceite da pesquisa


UNIVERSIDADE da MADEIRA
Faculdade de Ciências Sociais
Departamento de Ciências da Educação
Mestrado em Ciências da Educação - Inovação Pedagógica

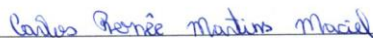
CARTA DE APRESENTAÇÃO E ACEITE DA PESQUISA

Prezado (a) diretor (a),

Eu, **CARLOS RENÊE MARTINS MACIEL**, C.P.F.: 021.820.443-45 venho por meio desta, apresentar-me como pesquisador do curso de Mestrado em Ciências da Educação – Inovação Pedagógica, da Universidade da Madeira – Funchal, Portugal, e solicitar autorização para o desenvolvimento da pesquisa intitulada: **“A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO MATEMÁTICO COM O USO DAS TIC”** nesta unidade escolar, a saber, a EEM Antônio Dias Macedo, sob orientação do Prof. Dr. Fernando Luís de Sousa Correia e sob co-orientação do Prof. Dr. Francisco Régis Vieira Alves.

Ressalto a relevância desta pesquisa a nível acadêmico, a fim de ampliar saberes e desenvolvimento de práticas pedagógicas com a temática abordada, além do mais, destaco que os resultados obtidos podem ser úteis para mudanças sociais e educacionais. Desde já, agradeço a sua atenção e colaboração e colocamo-nos à disposição para esclarecimentos que se façam necessários.

Fortaleza, 01 de setembro de 2017



Carlos Renêe Martins Maciel
Responsável pela pesquisa

Apêndice 2 – Termo de consentimento para realização de observação participante

E.E.F.M. ANTONIO DIAS MACEDO
Codigo MEC 23187735
CNPJ: 07.954.514/0528-69



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Educação

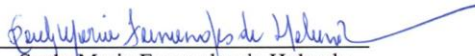
E.E.F.M. Antonio Dias Macedo
Parecer - 880/2015
Validade: 31/12/2017

ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO ANTÔNIO DIAS MACEDO
Avenida Pedro Dantas, 340 – Dias Macedo
Fortaleza-Ceará - Fone: 3101.3020
e-mail: admacedo@escola.ce.gov.br
Código do MEC: 23187735

TERMO DE CONSENTIMENTO PARA REALIZAÇÃO DE OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE

Pelo presente termo, declaro que fui informada de forma clara e detalhada sobre os objetivos da pesquisa intitulada: **“A construção do conhecimento matemático com o uso das TIC”**, desenvolvida pelo pesquisador Carlos Renê Martins Maciel, e autorizo a realização da mesma nesta Unidade Escolar.

Fortaleza, 01 de setembro de 2017


Suely Maria Fernandes de Holanda

Suely Maria F. de Holanda
Diretora Registro nº 4524
D.O. 18.09.2013

Apêndice 3 – Roteiro de entrevista não estruturada realizada com a professora



Pesquisador: Carlos Renê Martins Maciel

Pesquisa: A construção do conhecimento matemático com o uso das TIC

ENTREVISTA NÃO-ESTRUTURADA – PROFESSOR (A)

01. Fale-me sobre sua formação acadêmica.
02. Fale-me um pouco sobre sua experiência profissional enquanto professor (a) de Matemática.
03. O que você entende por “Inovação pedagógica”?
04. Você considera que o uso das TIC pode facilitar a aprendizagem de Matemática? Fale-me sobre isto.
05. De que forma o uso de computadores pode ajudar na aprendizagem de Matemática? Relate-me alguma experiência sua, enquanto professor (a) ou de alguém que conheça (professor).
06. Em sua opinião, a aprendizagem com o auxílio de computador desenvolve nos alunos protagonismo, participação e interação entre os pares e o professor, desenvolve a criatividade e a imaginação e os tornam autores de seus próprios conhecimentos? Comente sobre isto.
07. Deseja acrescentar alguma informação relevante a esta pesquisa?

Apêndice 4 – Roteiro de entrevista não estruturada realizada com os alunos



Pesquisador: Carlos Renê Martins Maciel

Pesquisa: A construção do conhecimento matemático com o uso das TIC

ENTREVISTA NÃO-ESTRUTURADA – ALUNO

01. Fale-me sobre sua relação com a Matemática. Você gosta desta disciplina? Compreende bem os conteúdos? Aprende o que deveria aprender?

02. O que você entende por “Inovação pedagógica” dentro das aulas de Matemática?

03. Você considera que o uso das TIC pode facilitar a aprendizagem de Matemática? Fale-me sobre isto.

04. De que forma o uso de computadores pode ajudar na aprendizagem de Matemática? Relate-me sobre sua experiência com o uso do Geogebra para a construção do conhecimento matemático.

05. Em sua opinião, a aprendizagem com o auxílio de computador desenvolve em você o protagonismo, participação e interação entre o professor e os outros alunos, desenvolve a criatividade e a imaginação e o torna autor (a) de seus próprios conhecimentos? Comente sobre isto.

06. Você acha que a aprendizagem de Matemática com o auxílio do computador, em particular com o uso do *software* Geogebra, lhe proporciona “um máximo de aprendizagem a partir de um mínimo de ensino”, ou seja, você é capaz de aprender mais Matemática, sem muita interferência do professor, com o uso do computador? Por quê?

Anexos

Anexo 1 – Horário das aulas

FOTO 9: Horário de aula do turno tarde da EEFM Antonio Dias Macedo

EEFM ANTONIO DIAS MACEDO

TURNO: TARDE

SEGUNDA-FEIRA

TERÇA-FEIRA

	1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA		1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA
8ª B	GEO Assis	PORT Morgana	ART Miriam	REL Miriam	PORT Morgana	X	8ª B	ING Ana Luiza	CIE Marcelo	CIE Marcelo	GEO Assis	X	X
9ª C	PORT Suelly Menezes	PORT Suelly Menezes	ED. FIS Elizyfran	HIST Marcos Celio	GEO Assis	X	9ª C	GEO Assis	LAB Elai/Quel	PORT Suelly Menezes	ED. FIS Elizyfran	X	X
9ª D	PORT Morgana	ART Miriam	HIST Marcos Celio	CIE Elaine	ED. FIS Assis	X	9ª D	LAB Elai/Quel	ED. FIS Elizyfran	GEO Assis	REL Marcos Celio	ING Ana Luiza	X
1ª B	ED. FIS Elaine	QUIM Joyce	PORT Lindaiva	FIS Lindaiva	GEO Assis	ED. FIS Assis	1ª B	BIO Marcelo	FILO Gilma	LAB Elai/Quel	MAT Renée	MAT Renée	X
2ª B	QUIM Elaine	PORT Joyce	MAT Lindaiva	PORT Joyce	HIST Marcos Celio	RED Morgana	2ª B	PORT Joyce	PORT Joyce	HIST Marcos Celio	LAB Elai/Quel	BIO Marcelo	ING Ana Luiza
3ª B	MAT Lindaiva	MAT Lindaiva	QUIM Elaine	GEO Assis	PORT Suelly Menezes	PORT Suelly Menezes	3ª B	PORT Suelly Menezes	PORT Suelly Menezes	MAT Lindaiva	MAT Lindaiva	LAB Elai/Quel	BIO Marcelo

QUARTA-FEIRA

QUINTA-FEIRA

	1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA		1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA
8ª B	MAT Deja	MAT Deja	PORT Morgana	CIE Marcelo	PORT Morgana	X	8ª B	ING Ana Luiza	PORT Morgana	HIST Marcos Celio	HIST Marcos Celio	X	X
9ª C	MAT Renée	GEO Assis	CIE Elaine	PORT Suelly Menezes	MAT Renée	X	9ª C	CIE Elaine	ING Ana Luiza	ING Ana Luiza	MAT Renée	X	X
9ª D	CIE Elaine	PORT Morgana	GEO Assis	MAT Deja	MAT Deja	X	9ª D	HIST Marcos Celio	CIE Elaine	PORT Morgana	PORT Morgana	X	X
1ª B	RED Mathias	QUIM Elaine	FC Renée	MAT Renée	BIO Marcelo	PORT Morgana	1ª B	FIS Lindaiva	MAT Renée	MAT Renée	SOCIO Gilma	HIST Marcos Celio	ESP Joyce
2ª B	MAT Lindaiva	BIO Marcelo	SOC Gilma	MAT Lindaiva	FILO Gilma	X	2ª B	ESP Joyce	MAT Lindaiva	MAT Lindaiva	QUIM Elaine	FIS Camila	FIS Camila
3ª B	FC Suelly Menezes	ESP Joyce	BIO Marcelo	HIST Marcos Celio	HIST Marcos Celio	X	3ª B	SOCIO Gilma	FILO Gilma	QUIM Elaine	MAT Lindaiva	ING Ana Luiza	X

SEXTA-FEIRA

	1ª AULA	2ª AULA	3ª AULA	4ª AULA	5ª AULA	6ª AULA
8ª B	MAT Deja	MAT Deja	ED. FIS Patricia	ED. FIS Patricia	X	X
9ª C	MAT Renée	HIST Miriam	ART Miriam	REL Miriam	X	X
9ª D	ING Ana Luiza	PORT Morgana	MAT Deja	MAT Deja	X	X
1ª B	ART Miriam	ING Ana Luiza	HIST Marcos Celio	PORT Morgana	GEO Assis	X
2ª B	GEO Assis	ED. FIS Patricia	GEO Assis	FC Camila	ED. FIS Patricia	X
3ª B	ED. FIS Patricia	FIS Renée	FIS Renée	GEO Assis	RED Morgana	ED. FIS Patricia

HORÁRIO DAS AULAS:

1ª AULA: 13:10 – 14:00

2ª AULA: 14:00 – 14:50

3ª AULA: 14:50 – 15:40

INTERVALO: 15:40 – 16:00

4ª AULA: 16:00 – 16:50

5ª AULA: 16:50 – 17:40

6ª AULA: 17:40 – 18:30

Atualizado em 22/08
 Os professores que já cumprirem suas
 cargas horárias da semana, contaram
 como ausência no próximo
 Nicolas Gomes

Verdade.

FONTE: Próprio autor.

Anexo 2 – Atividades realizadas

Atividade 01 Determinação do vértice de uma parábola

A seguir, veremos um exemplo de como podemos determinar geometricamente o vértice do gráfico da função quadrática $f(x) = -x^2 + 2x + 3$ utilizando o Geogebra.

1. Digite no campo **Entrada** a lei de formação $f(x) = -x^2 + x + 3$ da função quadrática **f** e pressione a tecla **Enter** para construir o seu gráfico. O símbolo “^” representa a operação de potenciação.
2. Com a opção **Ponto** selecionada, clique sobre os pontos de interseção do gráfico da função com o eixo x para marcar os pontos **A** e **B**.
3. Como **A** e **B** têm a mesma ordenada e são pontos distintos do gráfico de **f**, eles são simétricos em relação ao eixo de simetria da parábola. Assim, o ponto médio de AB pertence a esse eixo de simetria.
Para obter o ponto médio de AB, selecione a opção **Ponto médio**, clique em **A** e, depois, em **B**.
4. O eixo de simetria da parábola é a reta que passa por **C** e é paralela ao eixo vertical. Para construir essa reta, selecione a opção **Reta paralela**, clique no eixo **y** e, em seguida, no ponto **C**.
5. Selecione a opção **Ponto** e clique na interseção da reta **a** (o eixo de simetria) com a parábola. O ponto D corresponde ao vértice da parábola.

Pra pensar e responder...

- I. Na construção, qual a relação entre os pontos **A** e **B** com os zeros da função **f**? Quais são esses zeros?
- II. Qual a relação entre o ponto de interseção da parábola e o eixo vertical Oy com a expressão analítica da função quadrática construída?
- III. A função **f** do exemplo admite valor mínimo ou valor máximo? Qual é esse valor?
- IV. Quais as coordenadas do vértice da parábola?

FONTE: SOUZA, Joamir Roberto de; PATARO, Patrícia Rosana Morano. **Vontade de saber Matemática**: 9º ano. 3 ed. São Paulo: FTD, 2015. p. 271 – 282. Adaptado.

Atividade 02

Soluções de um sistema de equações lineares do 1º grau e posições relativas das retas

A seguir, veremos um exemplo de como podemos determinar geometricamente a solução de um sistema de equações lineares do 1º grau, bem como as posições relativas das retas desse sistema utilizando o Geogebra.

$$\text{I. } \begin{cases} x - 2y = 3 \\ 2x - 4y = 7 \end{cases}$$

1. Digite no campo **Entrada** a equação $x - 2y = 3$ e pressione a tecla **Enter** para construir o seu gráfico.
2. Digite no campo **Entrada** a equação $2x - 4y = 7$ e pressione a tecla **Enter** para construir o seu gráfico.
3. Selecione a opção **Ponto** e em seguida, **Interseção de dois objetos**. Clique sobre as duas retas construídas.
4. Selecione a opção **Ponto** e em seguida, **Interseção de dois objetos**. Clique sobre uma reta e o eixo Oy (eixo das ordenadas). Depois faça o mesmo com a outra reta.

Pra pensar e responder...

- a) Qual a posição relativa entre as duas retas?
- b) Qual o tipo de sistema linear foi representado?
- c) Veja os valores de x e y do ponto de interseção das duas retas, quando for o caso.
- d) Qual a relação entre a quantidade de pontos de interseção entre as duas retas e o tipo de sistema linear?
- e) Qual a relação entre os coeficientes angulares e coeficientes lineares das duas retas e a posição entre elas?
- f) Qual a relação entre o coeficiente linear e o eixo das ordenadas (Oy)?

Utilize a ferramenta **arquivo**, clique em **novo**. Ao aparecer uma caixa de diálogo, clique em **não gravar**.

$$\text{II. } \begin{cases} x - 2y = 3 \\ 3x - 6y = 9 \end{cases}$$

1. Digite no campo **Entrada** a equação $x - 2y = 3$ e pressione a tecla **Enter** para construir o seu gráfico.

2. Digite no campo **Entrada** a equação $3x - 6y = 9$ e pressione a tecla **Enter** para construir o seu gráfico.

3. Selecione a opção **Ponto** e em seguida, **Interseção de dois objetos**. Clique sobre as duas retas construídas.

4. Selecione a opção **Ponto** e em seguida, **Interseção de dois objetos**. Clique sobre uma reta e o eixo Oy (eixo das ordenadas). Depois faça o mesmo com a outra reta.

Pra pensar e responder...

- a) Qual a posição relativa entre as duas retas?
- b) Qual o tipo de sistema linear foi representado?
- c) Veja os valores de x e y do ponto de interseção das duas retas, quando for o caso.
- d) Qual a relação entre a quantidade de pontos de interseção entre as duas retas e o tipo de sistema linear?
- e) Qual a relação entre os coeficientes angulares e coeficientes lineares das duas retas e a posição entre elas?
- f) Qual a relação entre o coeficiente linear e o eixo das ordenadas (Oy)?

Utilize a ferramenta **arquivo**, clique em **novo**. Ao aparecer uma caixa de diálogo, clique em **não gravar**.

$$\text{III. } \begin{cases} x - 2y = 3 \\ x + 2y = 7 \end{cases}$$

1. Digite no campo **Entrada** a equação $x - 2y = 3$ e pressione a tecla **Enter** para construir o seu gráfico.

2. Digite no campo **Entrada** a equação $x + 2y = 7$ e pressione a tecla **Enter** para construir o seu gráfico.

3. Selecione a opção **Ponto** e em seguida, **Interseção de dois objetos**. Clique sobre as duas retas construídas.

4. Selecione a opção **Ponto** e em seguida, **Interseção de dois objetos**. Clique sobre uma reta e o eixo Oy (eixo das ordenadas). Depois faça o mesmo com a outra reta.

Pra pensar e responder...

- a) Qual a posição relativa entre as duas retas?
- b) Qual o tipo de sistema linear foi representado?
- c) Veja os valores de x e y do ponto de interseção das duas retas, quando for o caso.

- d) Qual a relação entre a quantidade de pontos de interseção entre as duas retas e o tipo de sistema linear?
- e) Qual a relação entre os coeficientes angulares e coeficientes lineares das duas retas e a posição entre elas?
- f) Qual a relação entre o coeficiente linear e o eixo das ordenadas (Oy)?

FONTE: FREITAS, Nilza Aparecida de; ABAR, Celina Aparecida Almeida Pereira. Sistemas de equações lineares: uma proposta de atividades com abordagem de diferentes registros de representação semiótica. In: **Anais**. XI Encontro Nacional de Educação Matemática. Curitiba: SBEM, 2013. Adaptado.

Atividade 03

Gráfico de uma função afim, dados dois de seus pontos

Nesta atividade, vamos construir o gráfico da função afim que passa pelos pontos A(3, -2) e B(1, 2) e, em seguida, obter sua lei de formação.

1. Digite A = (3, -2) no campo **Entrada** e pressione a tecla **Enter** para marcar o ponto A no plano cartesiano. Em seguida, digite B = (1, 2) para marcar o ponto B.
2. Para construir a reta AB, selecione a opção **Reta**, clique sobre o ponto A e, em seguida, sobre o ponto B. Depois, para visualizar a lei de formação da função, clique com o botão direito do mouse sobre a equação $-2x - y = -4$, na **Janela de álgebra**, e selecione a opção **Equação $y = ax + b$** .

Pra pensar e responder...

- a) Na atividade acima, a lei de formação obtida no programa é $y = -2x + 4$. Como podemos verificar se essa é realmente a lei de formação da função procurada?
- b) Escolha dois pontos, marque-os no plano e trace o gráfico da função afim que passa por eles. Escreva a lei de formação da função e as coordenadas dos pontos em que a reta intercepta os eixos **x** e **y**.

FONTE: SOUZA, Joamir Roberto de; PATARO, Patrícia Rosana Moreno. **Vontade de saber Matemática**: 9º ano. 3. ed. São Paulo: FTD, 2015. p. 271 – 282. Adaptado.

Atividade 04

Gráfico de função trigonométrica

Vamos construir o gráfico das funções $f(x) = \sin x$ e $g(x) = \cos x$ como a seguir.

1. No campo **Entrada** digite a função $f(x)=\text{sen } x$ e tecla **Enter**. Em seguida, no mesmo campo digite $g(x)=\text{cos } x$ e tecla **Enter**.

2. Do lado direito da barra de ferramentas, clique na **Barras de estilos**, depois, em **Exibir ou esconder a malha** e selecione a malha quadriculada. Para colocar o eixo x na escala de π radianos, clique sobre o eixo x com o botão direito do mouse e selecione com o botão esquerdo do mouse a opção **Janela de visualização**. Clique na aba **Eixo x** e selecione em **Unidade** a opção π . A opção **Distância** não deve estar selecionada.

Pra pensar e responder...

- a) Qual a imagem das funções f e g ?
- b) Qual é o período das funções f e g ?
- c) Quantos pontos de interseção existem entre as funções f e g no intervalo $[0, 2\pi]$?

FONTE: DANTE, Luiz Roberto. **Matemática**: contexto e aplicações – ensino médio. vol. 2. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. p. 51 – 52. Adaptado.

Anexo 3 – Diário de bordo

Data da visita: 01 de setembro de 2017

Hoje formalizei junto à direção da escola Antônio Dias Macedo meu trabalho de pesquisa para elaboração da dissertação. Como já trabalho nesta instituição, todos aqui sabem que faço mestrado na Universidade da Madeira e que trabalho com a temática da aprendizagem de Matemática com uso das TIC. Como descrito, pelo fato de eu já trabalhar no campo de pesquisa, realizarei uma observação participante completa. Conversei com a diretora da escola sobre os objetivos da pesquisa, a proposta da dissertação e da linha de pesquisa em Inovação Pedagógica. Entreguei a carta de apresentação à diretora e a mesma permitiu-me realizar a pesquisa com a turma 3ª série B através de seu termo de consentimento que constará como apêndice na dissertação. Também combinamos que a observação participante ocorreria nas segundas-feiras, pois é o dia que estou livre para poder acompanhar a turma.

Data da visita: 04 de setembro de 2017

Na visita de hoje, conversei com a professora de Matemática, M.L.M.S., para explicar-lhe o propósito das observações e lhe oferecer um panorama geral do nosso trabalho. Apesar da mesma já saber, por alto, do meu trabalho, pois somos colegas de trabalho e pelo fato de sermos da mesma área de conhecimento, conversamos bastante nos horários oportunos. Daí, a mesma já sabia um pouco sobre a proposta da pesquisa a ser realizada nas próximas semanas. Expliquei a ela, detalhadamente, o que ia fazer em suas aulas e que a diretora já havia permitido tal fato.

Data da visita: 11 de setembro de 2017

Hoje foi a primeira observação de fato na aula de Matemática da 3ª série B. Primeiro expliquei a turma o que irei fazer nos próximos dias. Eles não estranharam, pois já são meus alunos em outra disciplina e sentiram-se bem à vontade com a minha presença na

sala. A professora também não manifestou desconforto, afinal, estamos acostumados a trabalhar juntos. Às vezes tiro dúvidas com ela e vice-versa. Os alunos acharam bom a minha presença. Sentiram-se lisonjeados em ter dois professores de Matemática na sala ao mesmo tempo. Como a conversa inicial com a turma foi boa, pois eles fizeram alguns questionamentos sobre a pesquisa, sobre a Universidade da Madeira e sobre a experiência de fazer um curso no exterior, a aula passou muito rápida e, não deu tempo fazer a atividade planejada pela professora.

Data da visita: 18 de setembro de 2017

Na visita de hoje tive a oportunidade de vivenciar com a turma, 3ª série B, e com a professora a primeira experiência referente à temática abordada em minha pesquisa. A professora entregou uma folha para cada aluno com a atividade descrita de “atividade 01” e pediu para que eles seguissem os passos que orientam a atividade. Os alunos, como têm domínio com as TIC, rapidamente familiarizaram-se com o Geogebra e sem problemas conseguiram executar o proposto na construção geométrica do gráfico de uma equação do segundo grau e na determinação do vértice da mesma. Uns três alunos tiveram um pouco de dificuldade na execução da atividade e no entendimento do que eles mesmos construíram. Porém, uma coisa me chamou atenção... Prontamente os colegas auxiliaram e começaram a explicar para os colegas os conceitos matemáticos ao qual eles tiveram acesso por meio da construção da atividade. Um momento da aula que me chamou muita atenção foi na hora de resolver o item “d” proposto na atividade, pois gerou uma discussão bem interessante entre os alunos e com a professora. Neste momento pude observar a autonomia da construção do conhecimento, pois eles precisavam de poucas intervenções da professora, salvo os momentos que a dúvida era sobre as ferramentas do *software*. No momento do debate foi grande a manifestação da interação social entre os pares e a professora. Comentários como “nossa como foi fácil”, “entendi tão rápido”, “com o programa visualizei o gráfico e isso ajudou a compreender o assunto” e “é muito mais fácil do que fazer contas” dominaram na discussão das respostas referente às perguntas propostas na atividade.

Data da visita: 25 de setembro de 2017

Na visita de hoje, não fui para sala de aula da 3ª série B. Selecionei as pessoas que comporiam o grupo focal e fui conversar com elas sobre a história da escola, seus dados atuais, etc. Conversei com funcionários mais antigos na escola. Uma delas está nesta instituição de ensino desde a época da fundação quando ainda era administrada pelo Sr. Zequinha. Consegui absorver muitas informações relevantes que, em todo o tempo que trabalho nesta escola nunca tinha escutado algo parecido. Quanto mais conversávamos mais vontade tinha de escutar e entender a história da EEFM Antônio Dias Macedo.

Data da visita: 02 de outubro de 2017

Fomos para o Laboratório de Informática sobre as orientações da professora para a realização da “atividade 02”. Percebi que fluiu muito mais fácil que a atividade anterior, pois o domínio sobre o programa já é maior. Alguns alunos instalaram em casa, em seus computadores particulares, outros instalaram o aplicativo em seus celulares e, já o manuseavam com mais precisão. Apesar de demandar mais tempo, pois a atividade era bem mais extensa, as discussões sobre sistemas lineares, coeficiente angular e, retas paralelas e concorrentes, foram bem interessante, pois pude perceber que com a visualização, os alunos perceberam as relações destes entes matemáticos com bem mais facilidade e precisão. A professora também ficou instigando os alunos a pensarem, conjecturarem e tirarem conclusões sobre estes assuntos. Foi bem legal!

Data da visita: 09 de outubro de 2017

No dia de hoje não teve aula propriamente dita, pois foi a realização de avaliações bimestrais. Os alunos estavam mais empenhados em estudar para a prova, que seria em instantes. Aproveitei pra conversar informalmente com alguns alunos sobre suas impressões e expectativas sobre a pesquisa. Eles me relataram que estão aprendendo mais Matemática e de maneira mais fácil, inclusive até ia ajudar na hora da realização

da prova de Matemática.

Data da visita: 16 de outubro de 2017

Hoje, como nos demais dias em que a turma realizou atividades com o Geogebra, fomos para o Laboratório de Informática realizar mais uma atividade usando o programa. Hoje foi muito tranquilo... a “atividade 03” proposta pela professora foi realizada rapidinho pelos estudantes e com uma discussão coerente sobre o assunto função afim. Penso que serviu para reconstruir o que haviam projetado sobre função afim ou desconstruir o que já haviam construído de outro modo. Enfim... Esta atividade não manifestou dificuldade para os alunos e eles responderam muito bem ao que construíram com o Geogebra. A professora fez alguns complementos sobre o assunto e, penso que a aprendizagem de hoje sobre o assunto proposto foi bem positiva.

Data da visita: 23 de outubro de 2017

Hoje foi realizada a última atividade deste ciclo para coleta de informações para a pesquisa. Realizamos (me incluo porque também fiz com eles) a “atividade 04”, no qual abordou o tema “funções trigonométricas”, particularmente trabalhamos com a função seno e a função cosseno. A construção dos gráficos foi bem simples, mas a interpretação dos mesmos é que chamou a minha atenção, pois em minha opinião particular, este é um assunto um pouco complexo, pois suas aplicações, cálculos e entendimento, demandam um pouco de trabalho, segundo minha experiência docente e, para eles, através da visualização no Geogebra foi bem fácil a compreensão das definições, dos conceitos e da interpretação do gráfico. Os próprios alunos relataram que construíram seus conhecimentos de modo muito simples, que vendo a plotagem do gráfico a compreensão dos conceitos foram mais simples. De fato ocorreu aprendizagem sobre o assunto, em minha opinião.

Data da visita: 30 de outubro de 2017

Hoje ficamos na sala de aula mesmo para uma “roda de conversa”. Eu, os alunos, e a professora, colocamos alguns de nossos pensamentos sobre a aprendizagem de Matemática nos moldes atuais (tradicional) fazendo um comparativo com a aprendizagem de Matemática através da construção por meio de programas de computador e das demais tecnologias. Foi uma discussão muito bacana e concisa, pois revelou o amadurecimento da turma frente a temática e desenvolvimento nos alunos de um senso crítico coerente.

Data da visita: 06 de novembro de 2017

Nesta penúltima visita, estive em particular com a professora, a fim de realizarmos a entrevista não estruturada. Suas respostas serão analisadas posteriormente em um capítulo específico para tal finalidade. Ao final, agradei a professora pela sua colaboração nesta pesquisa científica.

Data da visita: 13 de novembro de 2017

Hoje foi a despedida no campo de pesquisa. Fiz a entrevista não estruturada com os alunos, agradei profundamente a colaboração de cada um que participou e ajudou a construir e, muito em breve, a concluir a minha dissertação de mestrado.