



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VII GOVERNADOR ANTONIO MARIZ
CENTRO DE CÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS EXATAS**

TARCIANA VIEIRA DA SILVA

**ENSINO DE MATEMÁTICA: REPRESENTANDO FUNÇÕES AFINS E
QUADRÁTICAS POR MEIO DO *SOFTWARE* WINPLOT**

**PATOS - PB
2015**

TARCIANA VIEIRA DA SILVA

**ENSINO DE MATEMÁTICA: REPRESENTANDO FUNÇÕES AFINS E
QUADRÁTICAS POR MEIO DO *SOFTWARE* WINPLOT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Ciências Exatas da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do
título de Licenciada em Ciências Exatas.

Orientadora: Prof. Ma. Lidiane Rodrigues
Campêlo da Silva.

**PATOS - PB
2015**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S587e Silva, Tarciana Vieira da
Ensino de Matemática [manuscrito] : representando funções
afins e quadráticas por meio do Software Winplot / Tarciana
Vieira da Silva. - 2015.
85 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências
Exatas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências
Exatas e Sociais Aplicadas, 2015.

"Orientação: Prof. Ma. Lidiane Rodrigues Campêlo da Silva,
CCEA".

1. Ensino de matemática. 2. Funções afins e quadráticas. 3.
Software Winplot. I. Título.

21. ed. CDD 372.7

TARCIANA VIEIRA DA SILVA

**ENSINO DE MATEMÁTICA: REPRESENTANDO FUNÇÕES AFINS E
QUADRÁTICAS POR MEIO DO *SOFTWARE* WINPLOT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Ciências Exatas da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do
título de Licenciada em Ciências Exatas.

Orientadora: Prof. Ma. Lidiane Rodrigues
Campêlo da Silva.

Aprovada em: 03/12/2015.

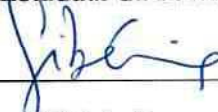
BANCA EXAMINADORA



Prof. Mª. Lidiane Rodrigues Campêlo da Silva (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Wellington Candeia Araújo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Francisco Sibério Bezerra Albuquerque
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Ao meu irmão Talisman (em memória) que, de onde
está, comemora comigo esta conquista.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Foram muitos os obstáculos encontrados durante minha caminhada acadêmica. Ao longo da jornada tive dúvidas se conseguiria diante de todas as dificuldades que encontrei. Porém, Deus me presenteou com pessoas que me fizeram chegar aqui hoje, e, gozando de plena felicidade, empenho-me em agradecê-las.

Aos meus amados pais Francisco e Josefa, exemplos de dedicação, fé e perseverança.

Aos meus irmãos, Tiago e Tarcizia, agradeço pelo apoio e compreensão e por terem me dado as alegrias da minha vida, Heitor, Lívia, Sofia e Maria Cecília.

Ao meu esposo por ter estado comigo durante uma das fases mais importantes da minha vida.

A toda a minha família agradeço pela torcida e pelo apoio.

Não poderia esquecer os meus colegas de curso que se tornaram amigos e com os quais convivi muito mais que com a minha família, especialmente, Jefson e Vanderley, agradeço pela dedicação, paciência, apoio e infinitos momentos de aprendizado e divertimento.

A todos que fazem a Coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas.

Aos meus mestres, por toda a preocupação em sempre ensinar o melhor conteúdo, mas de forma especial, agradeço a paciência, confiança e os preciosos ensinamentos daquela pessoa que foi fundamental para a concretização deste título, minha orientadora prof^ª Lidiane.

Finalmente e não menos importante, agradeço a Deus, pelo dom da vida, essência da minha inspiração durante esses anos de batalha.

“A matemática, vista corretamente, possui não apenas verdade, mas também suprema beleza - uma beleza fria e austera, como a da escultura”.

Bertrand Russell

RESUMO

A Matemática enquanto ciência apresenta-se como um conjunto de conhecimentos de caráter formal, abstrato, em que a lógica e a precisão agregam-se a rigorosidade de suas conclusões. Possui um extenso campo de aplicações nas outras ciências e em situações do cotidiano. Entretanto como disciplina escolar é considerada como chata e a forma como é ensinada pode interferir nas concepções dos alunos em relação a ela. Os recursos tecnológicos apresentam como contribuição significativa neste cenário. Assim, constitui objetivo geral desta investigação analisar uma proposta de ensino mediada pela tecnologia, por meio do *software* educativo Winplot no estudo das funções afins e quadráticas. De modo específico, investigar o processo de mudança da representação gráfica para a representação algébrica e vice-versa, observando o papel do *software* no processo ensino-aprendizagem da Matemática, além de identificar o interesse e motivação dos discentes ao manipularem o *software* como recurso didático para o ensino da matemática no Ensino Médio. Tornou-se necessário também conhecer a concepção dos professores relacionada ao uso das TIC's no ambiente educacional e a utilização destes recursos tecnológicos em suas práticas pedagógicas. Trata-se de uma pesquisa de abordagem quanti-qualitativa, de caráter exploratório e apoia-se nos pressupostos da pesquisa-ação. Uma escola estadual do município de Igaracy-PB constituiu o campo empírico da pesquisa, enquanto professores de matemática e estudantes da 2ª série do ensino médio foram os sujeitos investigados. O questionário foi instrumento de coleta de dados para professores e também para os alunos, para estes, duas versões foram necessárias, uma para o pré-teste e outra para o pós-teste. Além destes, informações colhidas na aplicação de aula convencional e na aula de laboratório com o uso do Winplot. Os dados revelam obstáculos que o ensino-aprendizagem da matemática ainda enfrenta, por sua vez os alunos apresentam dificuldades em associar os diferentes termos matemáticos. Entretanto, os resultados apontam os benefícios alcançados ao incorporar as tecnologias no processo educativo e demonstram a evolução dos discentes frente à aprendizagem do conteúdo das funções trabalhadas, por meio das representações algébricas e gráficas.

Palavras-Chave: Ensino de matemática. Funções afins e quadráticas. *Software* Winplot.

ABSTRACT

Mathematics as a science is presented as a set of formal character of knowledge, abstract, in which logic and accuracy add up the rigor of their findings. It has a wide range of indications in other sciences and in everyday situations. However as school discipline is regarded as boring and how it is taught may interfere in students' conceptions about her. Technological resources have a significant contribution in this scenario. So is general objective of this research analyze a teaching proposal mediated by technology, by means of educational software Winplot the study of quadratic functions and the like. Specifically, investigate the change process plotting to algebraic and vice versa representation, noting the role of software in the teaching-learning of mathematics, and identify interest and motivation of students to manipulate the software as a teaching resource for the teaching of mathematics in high school. It became necessary to know also the design of teachers related to the use of ICTs in the educational environment and the use of these technological resources in their teaching practices. It is a quantitative and qualitative research, exploratory and is based on action research assumptions. A state school Igaracy-PB municipality was the empirical field research, while math teachers and students of the 2nd year of high school were investigated. The questionnaire was data collection tool for teachers and for students, for these two versions were necessary, one for the pre-test and one for the posttest. In addition, information gathered in the application of conventional classroom and laboratory class using the Winplot. The data reveal obstacles that mathematics teaching and learning still faces in turn students present difficulties in linking the different mathematical terms. However, the results show the benefits achieved by incorporating the technology in the educational process and demonstrate the evolution of the students in learning the content of the functions worked, through the algebraic and graphical representations.

Keywords: Mathematics education. Related and quadratic functions. Winplot *software*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Interface inicial do Winplot.....	30
Figura 2	Submenu da janela principal.....	30
Figura 3	Área da janela destinada para traçar gráfico em duas dimensões.....	31
Figura 4	Caixa na qual é inserida a função.....	32
Figura 5	Caixa do inventário.....	32
Figura 6	Gráfico da atividade.....	57
Figura 7	Gráfico das funções quadráticas.....	58
Figura 8	Representação gráfica da função $f(x) = x - 3$	61
Figura 9	Representação gráfica das funções $f(x) = -2x + 1$ e $g(x) = 3x + 2$	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	Acesso as Novas Tecnologias.....	48
Gráfico 02	Importância dos recursos tecnológicos.....	50
Gráfico 03	Conhecimento em relação ao conteúdo de funções.....	50
Gráfico 04	Desempenho dos alunos: pré-teste e pós-teste.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EM	Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA	19
2.1	Educação matemática e o uso da tecnologia.....	21
2.2	O conceito de função e sua abordagem matemática conforme os PCNEM.....	24
2.3	A Teoria das Representações Semióticas	26
2.4	<i>Software</i> Winplot.....	29
2.5	Interface do Winplot.....	30
3	PERCURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO	34
3.1	Abordagem da pesquisa.....	34
3.2	Local da pesquisa.....	36
3.3	Os sujeitos e instrumentos da pesquisa.....	37
4	RECURSOS TECNOLÓGICOS, PERCEPÇÃO DOS SUJEITOS E PRÁTICA PEDAGÓGICA	41
4.1	Professores de matemática: Perfil e o uso dos recursos tecnológicos no ensino da matemática.....	41
4.2	Análise da aula convencional.....	46
4.3	Acesso às tecnologias e compreensão inicial dos alunos sobre o conteúdo de Funções: análise do pré-teste.....	47
4.3.1	Os alunos pesquisados e o acesso à Tecnologia da Informação e Comunicação.....	48
4.3.2	Funções afim e quadrática: desempenho inicial dos estudantes.....	51
4.3.3	Intervenção no processo de ensino de funções: as possibilidades de contribuição do Winplot	54
4.4	ANÁLISE DO PÓS-TESTE.....	60
4.4.1	Questões referentes ao conteúdo das Funções afins e quadráticas.....	60
4.4.2	Contribuições do <i>software Winplot</i> para a aprendizagem dos discentes.....	64
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
	REFERÊNCIAS	70
	APÊNDICE A – Questionário dos professores	74
	APÊNDICE B – Questionário dos alunos (pré-teste)	76

APÊNDICE C – Questionário dos alunos (pós-teste).....	79
APÊNDICE D – Atividade realizada no Laboratório de Informática com o uso do <i>software</i> Winplot.....	82
ANEXO 01 - ABORDAGEM SOBRE O CONTEÚDO DE FUNÇÕES.....	84
ANEXO 02 – APRESENTAÇÃO DO <i>SOFTWARE</i> WINPLOT PARA OS ALUNOS.....	85

1 INTRODUÇÃO

A Matemática enquanto ciência apresenta-se como um conjunto de conhecimentos de caráter formal e abstrato, em que a lógica e a precisão agregam-se a rigorosidade de suas conclusões. Apesar destas peculiaridades a matemática tem sua origem no mundo real, constituindo-se em um instrumento que tem um extenso campo de aplicações nas outras ciências e em situações do cotidiano (GIARDINETTO 1999; MISKULIN, 2003).

A disciplina de Matemática, apesar de toda esta importância, é, na maioria das vezes, percebida pelos alunos como uma disciplina chata, esta percepção é, principalmente decorrente da dificuldade de compreensão de seus conteúdos, por seu caráter abstrato, também pelo fato de, na maioria das vezes, ela ser ensinada sem articulação com o cotidiano e suas aplicações. A partir destes entraves é perceptível o desinteresse e a desmotivação dos educandos em estudá-la. Esse descontentamento evidencia problemas que precisam ser enfrentados, a fim de mudar procedimentos tidos como mecânicos no ensino e que não contribuem de forma significativa para a aprendizagem do aluno (BRASIL, 1997).

Para aqueles que têm afinidade com a disciplina, gostam de estudá-la e tem facilidade em compreender os conteúdos matemáticos, a forma como as aulas são conduzidas sejam elas com metodologias mais tradicionais ou com recursos diferenciados têm menos impacto do que para aqueles que não possuem intimidade com a área. Para estes, o esforço de entendimento é maior, sendo necessário o esforço de aproximação do conteúdo ao seu uso de uma forma mais prática. Isto é imperioso para que tenham condições de absorverem mais e melhor os assuntos desta ciência. Apesar desta demanda, observa-se que o professor, na maioria das vezes, prende-se a procedimentos que apenas treinam o aluno para resolver problemas quantitativos, tais como os presentes em exercícios, testes e provas e desconsideram as necessidades de aprendizagens destes discentes (SADOVSKY, 2010).

Tais dificuldades podem ser percebidas em relação ao estudo de Funções, conteúdo que compõe o currículo da 1ª série do Ensino Médio (EM) e está presente nas matrizes de ensino que vão desde as séries finais do ensino fundamental até o ensino Médio (DANTE, 2010, 2013). Em geral, vários problemas de compreensão dos conteúdos matemáticos são queixas constantes de docentes de matemática de escolas e até mesmo de universidades. Uma das reclamações recorrentes, sobretudo na Educação Básica versam sobre a dificuldade que os

estudantes apresentam em operações básicas de matemática, portanto quase sempre lhes falta base para compreender os conteúdos, têm dificuldades de abstração e de pensar logicamente.

Pode-se dizer que essa realidade é vivenciada em todos os níveis da educação e em diferentes sistemas de ensino, em maior ou menor grau. Estes problemas foram constatados na oportunidade em que realizamos as disciplinas de Estágio Supervisionado, sejam nas componentes destinadas à observação e regência de classe. Especialmente, cursando Estágio Supervisionado III, relativo à observação no Ensino Médio, os conteúdos que estavam sendo trabalhados eram funções afins, bijetoras, injetoras, sobrejetoras e quadráticas, e identificamos como principais dificuldades encontradas pelos alunos referentes à correspondência de informações do campo algébrico para o campo geométrico.

Em consonância à constatação, historicamente comprova-se que a forma conceitual de função abrange um nível de difícil assimilação por parte dos alunos (BARUFI, 2001), o que evoca a necessidade de uma constante qualificação dos processos de ensino e aprendizagem. É preciso que os conteúdos de matemática possam ser trabalhados com os alunos de modo que estes sejam compreendidos como um todo, assim é preciso repensar tais modelos de ensino. Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) defendem em caráter emergencial a reformulação de objetivos, afim de “rever conteúdos”, de modo a examinar metodologias que se adequem com a formação que hoje a sociedade intenta (BRASIL, 1997), e, em especial, na área em questão.

Sabe-se ainda que o espaço da tecnologia vem crescendo em diversas áreas da sociedade, inclusive no âmbito educacional. Há uma tendência de os sujeitos, desde cedo, adquirirem contato com estes recursos como aparatos de comunicação, para a realização de serviços básicos, de entretenimento e de trabalhos, e se a escola não contempla essa modernização pode tornar-se um espaço pouco atrativo, porém com uma significativa função social de atingir os amplos objetivos educacionais aos quais é responsável em sedimentar. Nesse sentido, a tecnologia pode apresentar-se como um recurso pedagógico significativo na resolução de muitos problemas de ensino que assolam o cenário escolar.

No cenário social amplo, é a tecnologia computacional que se insere em diversos campos e tem modificado práticas de atividades que vão desde o meio científico até o empresarial, estimando-se assim o grandioso potencial de concretização para o campo educacional. Nesse sentido, a criação de sistemas computacionais com finalidades educativas é cada vez mais frequente, acompanhando a própria história e a evolução dos computadores (BARANAUSKAS, 1999).

Os recursos tecnológicos ganham espaços gradativamente e cada vez mais são disponibilizados como ferramentas didáticas que podem ampliar e renovar o processo de ensino e aprendizagem. Assim, o interesse em discutir o ensino de um conteúdo específico da matemática a partir do recurso tecnológico como instrumento pedagógico se deu a partir das inquietações e necessidades de trabalhar alternativas para o ensino da matemática na perspectiva do uso das tecnologias, dentre elas o uso do *software* Winplot como instrumento pedagógico no estudo das funções afins e quadráticas.

Diante da problemática em que se insere o ensino de matemática, em especial de funções, surgiram questões importantes e que motivaram o estudo, das quais elencamos: quais as causas da maioria dos alunos apresentarem dificuldades no ensino-aprendizagem do conteúdo de funções? Considerando o potencial da tecnologia e de presença no campo educacional, qual a importância de inseri-la com mais frequência como instrumento pedagógico nas aulas de matemática? As tecnologias, a exemplo dos *softwares*, motivam os discentes a aprender os conteúdos de funções, contribuindo para uma aprendizagem significativa? Diante destas indagações, destaca-se como pergunta central deste estudo: o *software* Winplot pode ser uma ferramenta pedagógica que auxilie e contribua no ensino-aprendizagem para o conteúdo das Funções afins e quadráticas?

Dos questionamentos elencados, surgem os objetivos do trabalho e, de modo geral, intencionamos analisar uma proposta de ensino mediada pela tecnologia, por meio do *software* educativo Winplot no estudo das funções afins e quadráticas. De modo específico, investigar o processo de mudança da representação gráfica para a representação algébrica e vice-versa, observando o papel do *software* no processo ensino-aprendizagem da Matemática, além de identificar o interesse e motivação dos discentes ao manipularem o *software* como recurso didático para o ensino da matemática no Ensino Médio. Tornou-se necessário também conhecer a concepção dos professores relacionada ao uso das TIC's no ambiente educacional e a utilização destes recursos tecnológicos em suas práticas pedagógicas.

A opção pela utilização desse recurso tecnológico como objeto de investigação aconteceu devido às indagações sobre a possibilidade de essa ferramenta contribuir com uma aprendizagem mais significativa do conteúdo de funções, de tal modo a oferecer um ambiente educacional atrativo e dinâmico. Destaca-se ainda que a escolha foi motivada pela crença de a educação estar atrelada a uma sociedade cada vez mais informatizada e da necessidade de a escola ultrapassar o ensino tradicional e suas limitações, adequando-se aos avanços sociais,

tecnológicos, culturais de tal modo que possa ser contextualizada, atualizada e, portanto, motivadora.

Este trabalho, portanto, pode ser caracterizado como um estudo de natureza teórica e empírica e quanto à abordagem de pesquisa classificado como quanti-qualitativo, quanto à natureza dos objetivos, como sendo uma investigação exploratória. Em consonância aos procedimentos de coleta de informações possui elementos de pesquisa-ação, sendo este momento constituindo de cinco etapas, uma com professores e as demais com estudantes.

Assim, a amostra dos sujeitos desta pesquisa é composta de três (03) professores de matemática e quinze (15) alunos da 2ª série do Ensino Médio de uma escola estadual do Município de Igaracy-PB. O questionário (APÊNDICE A) aplicado aos docentes foi instrumento de coleta de dados, além de duas versões destinadas aos estudantes, o pré-teste (APÊNDICE B) e o pós-teste (APÊNDICE C). O momento de uma aula convencional de revisão básica do conteúdo de funções, a apresentação do *software* Winplot e a realização de atividades práticas no laboratório de informática (APÊNDICE D).

Os dados dos professores foram analisados em duas categorias: a) perfil dos docentes e b) uso dos recursos tecnológicos nas aulas de matemática. Referente à informações dos alunos, estão organizados da seguinte forma: primeiro encontro e pré-teste, subdividido em: acesso às tecnologias e compreensão inicial dos alunos sobre o conteúdo de Funções; segundo e terceiro encontro como intervenção no processo de ensino de funções: as possibilidades de contribuição do Winplot, além do pós-teste tratando do conteúdo de Funções afins e quadráticas e as contribuições do *software* Winplot para a aprendizagem dos discentes.

Teoricamente, a investigação buscou respaldo na teoria das representações semióticas, desenvolvida por Raymond Duval (2009, 2011), bem como na concepção abordada por Miskulin (2003) sobre a matemática associada ao “*mundo real*” e o ensino desta por meio de métodos alternativos como contribuição a efetivação de processos educacionais mais significativos. As concepções de Giardineto (1996) que abordam a matemática no campo das abstrações e implicações metodológicas decorrentes da natureza desta ciência para que os alunos compreendam o conteúdo em estudo.

Por sua vez, buscamos reforço nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), para compreender a interconexão entre o ensino de matemática e a tecnologia, reforçando a tendência de inserção deste aparato à educação escolar. Outras ideias exploradas ao longo deste trabalho fundamentam-se nas pesquisas de Oliveira (2009), Valente (1999), Moreira (2011), entre outros.

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos. Nesse primeiro, abordamos problemática, motivações e objetivos que nos levaram a escolha do tema. O segundo é composto pela fundamentação teórica, subdividida em seções. No terceiro, tratamos da metodologia trabalhada para a realização da pesquisa, dos métodos adotados, bem como da caracterização dos sujeitos e dos instrumentos para a coleta de dados. A discussão e análise de dados, assim como, a descrição das atividades realizadas e seus respectivos objetivos, encontram-se no capítulo quatro. Por fim, as considerações finais são abordadas no quinto capítulo e seguidas dos elementos pós-textuais.

2 ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

O ensino e a aprendizagem da Matemática estão passando por um processo de reestruturação, que engloba não apenas conteúdos, mas principalmente objetivos e metodologias de ensino. É a contemporaneidade dos fatos e das descobertas científicas que se multiplicam em um ritmo acelerado, o que torna necessário, o ensino da matemática ser trabalhado além dos recursos triviais da sala de aula por recursos multimeios e por abordagens contextualizadas e problematizadoras do conteúdo.

Sabe-se que a típica aula de matemática a nível de primeiro, segundo ou terceiro graus ainda é uma aula expositiva, em que o professor passa para o quadro negro aquilo que ele julgar importante. O aluno, por sua vez, copia da lousa para o seu caderno e em seguida procura fazer exercícios de aplicação, que nada mais são do que uma repetição na aplicação de um modelo de solução apresentado pelo professor. Essa prática revela a concepção de que é possível aprender matemática através de um processo de transmissão de conhecimento. Mais ainda, de que a resolução de problemas reduz-se a procedimentos determinados pelo professor. (D'AMBRÓSIO, 1989, p.15).

Embora o extrato do autor não seja recente, o contexto do ensino de matemática teve, em geral, poucas transformações, sendo o pensamento bastante atual ainda para os dias atuais. Nesse sentido, para Sadovsky (2010), o ensino de matemática está muitas vezes atrelado a “utilidade das fórmulas e das regras matemáticas” em que o aluno é treinado apenas a definir e aplicar o que aprendeu por meio de exercícios de fixação. Dessa forma, “[...] o aluno aprende as terminologias e as fórmulas e treina fazer substituições para resolver problemas de rotina. A Matemática fica transformada em algo rígido, acabado, chato, sem finalidade” (ROSA NETO, 2010, p.39).

É a matemática trabalhada fora do contexto da realidade dos alunos, o que dificulta a assimilação do que é abstrato e concreto. Nessa concepção Giardinetto (1996, p. 46) assevera:

O abstrato é entendido através de uma conotação pejorativa, como algo difícil de ser assimilado na medida em que se traduz por um vínculo não imediato como realidade [...]. Já o concreto é entendido como o imediato, como aquilo de que parte o pensamento no processo de apreensão do real.

Reforçando essa perspectiva de abstração, muitos professores preocupados em cumprir o programa escolar efetivam quase um monólogo em suas aulas, tornando o aluno em mero expectador. Assim, sem participação ativa em seu processo de aprendizagem é levado a memorizar fórmulas que em contextos não compreendidos pelos estudantes apenas enfatizam o fosso entre concreto e abstrato, agravando os problemas de aprendizado desta área. Segundo

Giardinetto (1996) o ensino aprendizagem deve fomentar subsídios para que o indivíduo seja capaz de compreender o conteúdo em estudo.

A concepção de matemática como ciência das relações insere-se numa concepção dinâmica de conhecimento que ultrapassa o significado cotidiano dos termos abstrato e concreto e a relação entre ambos [...]. Para a dialética, o concreto é ponto de partida e de chegada do processo de conhecimento, quer dizer, o concreto não é apreensível de imediato pelo pensamento, mas é, sim, mediatizado por abstrações (GIARDINETTO, 1996, p.49)

A matemática muitas vezes ensinada da forma limitada ocasiona os alunos a apresentarem déficite na aprendizagem de seu conteúdo. O processo de aprendizagem não pode ser construído a partir da “acumulação de conhecimentos” e sim, quando segundo Coll e Solé (1998 *apud* STAREPRAVO, 2009) se é capaz de construir de forma pessoal uma representação do que se pretende aprender. Nesse sentido Coll e Solé ainda afirmam que:

Quando ocorre este processo, dizemos que estamos aprendendo significativamente, construindo um significado próprio e pessoal para um objeto de conhecimento que existe objetivamente. De acordo com o que descrevemos, fica claro que não é um processo que conduz à acumulação de novos conhecimentos, mas a integração, modificação, estabelecimento de relações e coordenação entre esquemas de conhecimento que já possuíamos, dotados de uma certa estrutura que varia, em vínculos e relações a cada aprendizagem que realizamos. (COLL E SOLÉ, 1998, p. 20).

O aluno possuidor de um conhecimento prévio estabelece significado a partir de novas ideias que surgem, construindo então, a aprendizagem significativa que segundo Ausubel et al (1980, p. 34)

[...] as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal). Uma relação não arbitrária e substantiva significa que as ideias são relacionadas a algum aspecto relevante existente na estrutura cognitiva do aluno.

Nesta concepção, o aluno faz a conjuntura do que já sabe com aquilo que ele desconhece, na qual surgem novos significados que se modificam tanto para o conhecimento que se sabe quanto para o que não se adquiriu. Entretanto, para que esse modelo de aprendizagem se concretize é necessária à apresentação de materiais potencialmente significativos, (MOREIRA, 2011). Tais recursos devem conseguir extrair as ideias já existentes na estrutura cognitiva do aluno para então, criar situações que deem novo sentido ao conhecimento, a exemplo das situações problemas, demonstrações, simulações, entre outros.

Sendo assim, para que o aluno possa alcançar e concretizar os objetivos esperados em relação à aprendizagem dos conteúdos matemáticos faz-se necessário o uso de materiais didáticos diversificados, os quais oportunizem ao estudante demonstrar suas experiências

diárias como também fazer uso de recursos inovadores, construindo em sala de aula o conhecimento matemático, adquirido de maneira significativa (CARVALHO, 2009).

Os computadores e *softwares* educativos têm como uma de suas finalidades tornar as aulas mais motivadoras e significativas em diversas disciplinas, dentre elas a matemática, ganhando destaque e diversificando o processo de ensino-aprendizagem. O professor ao trabalhar com a diferentes materiais didáticos contribui para que o aluno possa experimentar outras formas de aprender, variar o seu contato e experiência com o conteúdo ou área abordada. Desse modo, pode selecionar, explorar habilidades e capacidades normalmente não contempladas, é possível que ele sinta-se assim mais ativo e participativo no processo de ensino-aprendizagem.

Nessa perspectiva, possibilitando um amplo leque de experiência e utilização dos conteúdos, os PCN de 2006 enfatizam que o ensino-aprendizagem da matemática necessita ser abordado de modo a levar os alunos a:

[...] 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.70).

Esse processo deve fomentar o aluno à criatividade, explorando neste aspecto o seu “senso crítico”, possibilitando-lhe uma nova forma de enfrentar os desafios no contexto escolar e sociocultural. Desse modo, o estudante constitui-se como ser atuante da sua realidade, consciente dos direitos e deveres, uma vez que a matemática insere-se em todo o meio social e amplia o leque de possibilidades nas quais se organiza o mundo empírico, convivendo com contradições e ampliando as perspectivas que formalizam e dão sentido ao mundo que se vive.

Diante de tais concepções, a matemática deve ser trabalhada em um contexto com outras ciências e outros métodos, para assim possibilitar novos modos de aplicações de conceitos previamente construídos. Logo, a tecnologia tem sido considerada um pilar importante na construção desse saber.

2.1 Educação matemática e o uso da tecnologia

Vive-se um período em que a tecnologia está presente praticamente em todas as áreas da vida social, cultural e profissional. Esta ocupa espaço importante na produção e veiculação

da informação e do conhecimento, nos processos comunicativos e produtivos. Assim, espera-se que a tecnologia também esteja presente na escola, auxiliando o trabalho e a gestão da escola, mas principalmente os processos de ensino, tendo em vista que esta instituição está intimamente relacionada com a sociedade a qual está circunscrita.

Assim, ao refletir sobre a conjuntura da educação matemática frente às novas tecnologias, se constata a indispensabilidade de novos métodos de trabalho de ensino aprendizagem que possam se articular-se aos avanços tecnológicos. O uso das Tecnologias da Informação (TICs) tem se tornado ferramenta metodológica importante no auxílio à educação. Pesquisas como as de Valente e Oliveira et.al (1999), Gomes et. al (2002) apontam que o uso desses recursos pode fomentar novas formas de pensar e agir quando atreladas ao desenvolvimento perceptível dos estudantes.

No entendimento de Giardinetto (1999, p. 40), a escola é o “espaço institucional da socialização do saber elaborado, sistematizado e não do saber espontâneo, não-intencional”. Portanto, o papel da escola é preparar o educando para viver em sociedade, cabendo a esta adequar-se às mudanças e transformações que acontecem no meio social. Ao mesmo tempo em que o papel da escola implica em conduzir o aluno e qualquer indivíduo ao saber produzido historicamente pela humanidade, dando condições suficientes para que estes possam se posicionar criticamente frente às dificuldades e necessidades que a sociedade lhes impõe.

A matemática, como ressalta Miskulin (2003, p. 07),

deve ser mediada, não simplesmente por modelos obsoletos, que não contribuem de modo significativo para o desenvolvimento e transformação do indivíduo, mas por metodologias alternativas em que o ser em formação vivencie novos processos educacionais, que façam sentido e tenham relação com os seus significados e valores. Sem uma Educação Matemática, com qualidade, o jovem, futuro professor, talvez não tenha oportunidades de crescer no saber matemático, saber esse, importante para sua qualificação profissional em qualquer área.

Portanto, ao ensinar a matemática aos alunos deve-se apresentar não somente seus conceitos, mas suas significações, para que o educando possa processar e construir novos conhecimentos a partir dos problemas que lhe são propostos. Assim, apesar de óbvio, é fundamental reiterar que o ensino da matemática esteja relacionado ao mundo real.

Nesse sentido, a informatização é presença viva na sociedade e isto exige que a escola disponibilize o ambiente e os requisitos metodológicos oportunos para a preparação e formação do aluno no contexto tecnológico. Neste sentido Miskulin (2003, p. 22), afirma que

os educadores devem resgatar para a sala de aula o saber tecnológico, propiciando aos sujeitos verdadeiros ambientes de aprendizagem, nos quais as ideias e os

conceitos desenvolvidos tenham significado e façam sentido a eles, possibilitando a construção plena do conhecimento.

Entretanto, para que o uso dessa ferramenta seja significativo, faz-se necessário sua inclusão no contexto educacional, logo se observa que ainda existe certo distanciamento desse tipo de recurso em determinadas áreas de ensino. Os PCN para o ensino médio apontam em suas novas diretrizes para o ensino de matemática a interconexão que existe entre tecnologia e esta área de ensino, destacando a pertinência em

[...] perceber o papel desempenhado pelo conhecimento matemático no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história; acompanhar criticamente o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, tomando contato com os avanços das novas tecnologias nas diferentes áreas do conhecimento para se posicionar frente às questões de nossa atualidade (BRASIL, 2002, p. 117-118).

Aproveitar os recursos que a tecnologia oferece na educação matemática é possibilitar ao aluno dar ênfase ao que diz respeito à linguagem expressiva e comunicativa, além de valorizar uma das propostas que se tem no ensino de matemática atualmente. Nesse sentido, Gómez (1997, p.93-110) esclarece que,

Mesmo que o uso das tecnologias não seja a solução para os problemas de ensino e de aprendizagem da Matemática, há indícios de que ela se converterá lentamente em um agente catalizador do processo de mudança na educação matemática. Graças as possibilidades que oferece para manejar dinamicamente os objetos matemáticos em múltiplos sistemas de representação dentro de esquemas interativos, a tecnologia abre espaço para que os estudantes possam viver novas experiências matemáticas (difíceis de conseguir com recursos tradicionais como o lápis e o papel), visto que pode manipular diretamente os objetos matemáticos dentro de um ambiente de exploração.

As tecnologias computacionais oferecem dinamismo e praticidade em sala de aula, favorecendo ao aluno a reflexão do conteúdo trabalhado em seu dia a dia. Sobre esse assunto, Oliveira et al (2009, p. 834) ressaltam que,

Como um dos caminhos para se aprender matemática, a tecnologia da comunicação, possibilita o desenvolvimento de um aluno transformador e modificador do meio em que vive, pois este recurso motiva o aprendizado, aplicar e exercitar o que se aprendeu investigar e fazer descobertas.

Sabe-se que o computador não poderá ocupar o lugar do professor em sala de aula nem tão pouco resolver os problemas da educação. Entretanto, no entendimento de Valente (1999) e Levy (2004), este instrumento poderá oferecer ao processo de aprendizagem uma perspectiva interessante de ir além da linearidade tão comum no ensino tradicional, em que o professor programa as atividades de ensino com começo, meio e fim, e avalia o aluno quantitativamente pelo seu desempenho nesse processo.

Dessa forma, a tecnologia não abarca apenas um simples instrumento a mais para os professores aguçarem suas aulas, mas um conjunto de recursos didáticos com potencial para alterar metodologicamente o percurso das aulas; o que implica também em uma orientação teórica capaz de explorar pedagogicamente este aparato. Por sua vez, deve ser manuseado de modo planejado, e estar diretamente ligado aos conceitos estudados bem como aos objetivos que se pretende alcançar com a aula e com o instrumento. Para que assim, como no entendimento de Gravina e Santarosa (1998), o ambiente informatizado possa estimular o processo de adequação de conhecimento, auxiliando na superação dos obstáculos da aprendizagem, por meio da visualização, experimentação, compreensão, demonstração, resultando em ações que desafiem a capacidade de aprendizado do aluno.

Instigados por esses contextos e considerando a complexidade que o conteúdo de funções carrega ao longo de sua origem, principalmente em suas diferentes representações, abordaremos na próxima seção habilidades e objetivos que as Orientações Curriculares Nacionais em consonância com os PCNEM esperam que os alunos desenvolvam ao longo do Ensino Médio.

2.2 O conceito de função e sua abordagem matemática conforme os PCNEM

A forma conceitual de função é considerada uma das mais importantes da matemática, ocupando lugar de destaque em várias áreas do conhecimento, a exemplo de fenômenos físicos e biológicos, modelados por meio de funções (DANTE, 2013).

Dante (2013) assevera que desde os anos 2000 a.C a ideia de função já era utilizada pelos babilônios, quando estes construía[m] tabelas colocando alguns números na primeira coluna e o produto deles na segunda. A dependência de variáveis ao relacionar um número ao outro, ainda que de maneira informal, revelava indícios do conceito de função.

Ao observar esta cronologia, em que o conteúdo de funções, a exemplo das ideias que constituem suas definições e conceitos permanecerem até os dias atuais, considera-se o grau de complexidade que este abrange. Segundo Zuf (*apud* NASCIMENTO, 2009) os alunos apresentam dificuldades para determinar variáveis dependentes e independentes e ainda, a utilização de apenas o conjunto dos números inteiros como domínio de funções. Acerca desse assunto Nascimento (2009, p. 28), intensifica que

o grau de complexidade que o conceito de Função abrange, entende-se que sua aquisição não somente necessita do desenvolvimento prévio das ideias básicas de regularidade, existência de variável, dependência e generalização, como também de um trabalho que possibilite ao estudante transitar entre a concepção de variável discreta e contínua e a atribuição de significados a variáveis que assumam valores no universo dos números reais.

Estudos ainda revelam inúmeras dificuldades apresentadas pelos alunos ao resolverem problemas envolvendo a forma gráfica do conteúdo de funções. O fato é que a grande maioria dos livros didáticos aborda o conteúdo de funções na forma algébrica para só depois apresentar a forma gráfica, e ainda, não fazem o processo inverso. A passagem de uma representação para outra é realizada sem nenhuma explicação (OLIVEIRA, 1997).

No entanto, ainda é possível almejar um trabalho por meio de situações didáticas que possibilitem o processo construtivo, em que este aconteça gradativamente, objetivando a aprendizagem dos alunos. Isso é possível considerando que um professor com domínio profundo do conteúdo e do processo de ensino da sua área pode superar as limitações do livro didático usado.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) apontam que o estudo de Funções pode ser iniciado a partir da exploração qualitativa das relações entre duas grandezas que simulem situações do cotidiano. Outro aspecto sinalizado é o de fomentar os alunos a realizarem relações funcionais, seja na linguagem natural, algébrica ou gráfica, a fim de que os discentes possam identificar a ideia de função em outras situações, como por exemplo, no estudo da cinemática, em Física.

Neste sentido, os PCNEM em consonância com as Orientações Curriculares asseveram:

o conceito de função desempenha também papel importante para descrever e estudar através da leitura, interpretação e construção de gráficos, o comportamento de certos fenômenos tanto do cotidiano, como de outras áreas do conhecimento, como a Física, Geografia ou Economia. Cabe, portanto, ao ensino de Matemática garantir que o aluno adquira certa flexibilidade para lidar com o conceito de função em situações diversas e, nesse sentido, através de uma variedade de situações problema de Matemática e de outras áreas, o aluno pode ser incentivado a buscar a solução, ajustando seus conhecimentos sobre funções para construir um modelo para interpretação e investigação em Matemática (BRASIL, 2002, p.43-44).

Diante disso, enfatiza-se a importância de que o conhecimento matemático também se constitui no contexto social e que “aprender funções é bem mais que efetuar alguns cálculos e fazer um “desenho” de um gráfico” (NASCIMENTO, 2009, p. 26).

Os PCNEM ainda enfatizam a necessidade dos conteúdos tecnológicos serem associados ao aprendizado científico e matemático, como parte essencial da formação cidadã

(BRASIL, 2002). O uso da tecnologia na matemática contribui para que os alunos construam diferentes conceitos matemáticos, a partir de experimentos, teste de hipóteses, contribuindo para a formulação de estratégias para resolver problemas. No que concerne ao conteúdo de funções, os recursos tecnológicos facilitam a exploração algébrica e gráfica, favorecendo o aluno no entendimento do conceito de funções (BRASIL, 2006).

Segundo os PCNEM um dos objetivos que os alunos devem desenvolver para o ensino da matemática no Ensino Médio, refere-se em “reconhecer representações equivalentes de um mesmo conceito, relacionando procedimentos associados às diferentes representações” (BRASIL, 2002, p.42). Ao atentarmos para esta finalidade, percebe-se determinada referência ao conteúdo de funções no que concerne às diferentes representações dos registros algébricos ou gráficos que devem ser apresentadas aos alunos com o intuito de facilitar a compreensão deste objeto matemático. E ainda, faz referência a procedimentos que os discentes devem relacionar, associando-os as diferentes representações do mesmo assunto.

Estas representações quando bem desenvolvidas e articuladas podem propiciar aos alunos compreenderem de forma mais abrangente o conceito do conteúdo de funções, além das situações ou problemas que podem vir a ser representados por meio dele.

Nesta perspectiva, pensamos na utilização do *software* Winplot como forma de proporcionar aos alunos o contato com, ao menos, duas representações para o conteúdo de funções, intensificando a ideia e os conceitos relativos a esse tema, bem como possibilitar e ampliar o acesso aos recursos tecnológicos.

Assim, diante do contexto abordado e supondo que as representações contribuem para a construção do conceito de função, buscamos respaldo nas Teorias das Representações Semióticas de Duval (2009, 2011), suporte teórico para esta investigação. O ideário do autor será apresentado na próxima seção deste trabalho.

2.3. A Teoria das Representações Semióticas

Ao analisar a história da matemática percebe-se que as representações tiveram um papel importante para que a matemática se desenvolvesse como ciência. Desde a antiguidade Grega (séculos XX - IV a.C) e Idade Média (séculos V ao XV), a intuição geométrica era à base do pensamento matemático, em que a demonstração, explicação, representação do

conhecimento era explicada por meio da linguagem. Na Idade Clássica, (séculos V-IV a.C) uma nova forma de linguagem surge a fim de expressar e representar o conhecimento matemático. Eram as representações de objetos matemáticos que surgiam para formalizar uma linguagem convencional mediada por um pensamento caracterizado como racional e moderno. Começou-se, então, a perceber que este tipo de conhecimento não poderia ser construído sem a utilização das representações (FLORES, 2006).

Raymond Duval, filósofo e psicólogo de formação, propôs a Teoria dos Registros de Representação Semiótica com o objetivo de associar o estudo da complexidade da aprendizagem matemática a essa importante teoria. Duval acredita que a aprendizagem em matemática necessita de um ensino relacionado nos registros de representações semióticas (FLORES, 2006). Em outras palavras, o interesse de Duval está ligado ao funcionamento cognitivo do aluno, o autor entende que o processo de ensino-aprendizagem em matemática só é viável quando se proporciona aos alunos várias formas de representar um mesmo objeto matemático. Isto se faz, segundo ele, por meio das representações semióticas, garantindo maior compreensão na aprendizagem desses conteúdos. Isto acontece porque os diferentes registros garantem maior comunicação entre os sujeitos e as atividades cognitivas do pensamento, possibilitando-os compreender, efetuar e controlar os diferentes processos matemáticos que lhe são propostos (DUVAL, 2009).

De acordo com Bonomi (2007, p.2), “[...] os objetos estudados em Matemática, normalmente não estão disponíveis para serem examinados ou manipulados [...] eles existem como construções mentais [...]”. Nesse contexto, as representações são de fundamental importância para que se tenha por parte do sujeito a compreensão conceitual de um objeto, já que no entendimento de Duval (2009, p.29) “não há conhecimento que possa ser mobilizado por um sujeito sem uma atividade de representação”.

Quando se permite conhecer a existência de várias representações semióticas para o mesmo objeto possibilita-se escolher a mais viável ao que se intenta trabalhar. Isto se relaciona ao fato que em determinadas situações existirá um grau de dificuldade para a realização de raciocínios, logo, a importância de se conhecer diferentes representações implica em optar por situações menos trabalhosas.

Outro aspecto fundamental da teoria são as operações cognitivas que envolvem o processo de compreensão do conhecimento matemático e que o autor as denomina como *tratamento e conversão*. Duval (2009, p. 57), esclarece:

Um tratamento é uma transformação de representação interna a um registro de representação ou a um sistema. O cálculo é um tratamento interno ao registro de

uma escritura simbólica de algarismo e de letras: ele substitui novas expressões em expressões dadas no mesmo registro de escritura de números.

Tratamento de uma representação, então, seria operacionalizar dentro de um mesmo registro de representação, obedecendo a regras próprias de cada registro para assim resolver os cálculos algébricos.

Já a *conversão* considerada como uma “transformação externa” é a realização de operações que acontecem na transição de um registro de representação semiótica para outro, tendo como referência o mesmo objeto matemático. No que concerne ao conteúdo de funções, podemos citar como exemplo: “a escrita algébrica e sua representação gráfica”. Para Duval, se o aluno consegue fazer essa alternância entre os diferentes tipos de representação ele encontra a “porta” para a aprendizagem em matemática. Duval (2009, p. 51) esclarece que isto porque “a compreensão (integral) de um conteúdo conceitual repousa sobre a coordenação de ao menos dois registros de representação, e esta coordenação se manifesta pela rapidez e a espontaneidade da atividade cognitiva de conversão.” A importância de mostrar ao menos dois registros para um mesmo objeto contribui para que o aluno não confunda o objeto com sua representação.

Neste contexto, Delgado (2010, p. 42) afirma:

Estabelecer relações entre os diversos registros de representação no tema “funções” não é simples. A compreensão em matemática, quando essa envolve a interpretação correta das várias situações, tem como uma condição o reconhecimento da pluralidade desses registros de representação e a articulação entre eles.

Assim, a forma de ensinar matemática deve ser realizada diferentemente das outras ciências, levando em consideração que o acesso aos objetos matemáticos carrega uma epistemologia diferente por não serem acessíveis a percepção (DUVAL, 2011). Diante de tal concepção, o autor assevera que é preciso ter a “consciência dos processos cognitivos específicos que requer o pensamento matemático e desenvolvê-los com os alunos, mesmo que, fazendo isso, os professores tenham a impressão de não mais fazer (momentaneamente) matemática” (DUVAL, 2011, p. 9).

Esta impressão se explica pelo fato da acessibilidade aos objetos matemáticos ser diferente da forma de conhecimento de outras disciplinas. O que implica desenvolver outras formas de “ver” e “ensinar” essa ciência para que os alunos possam compreendê-la.

Com base nessas teorias o trabalho aqui apresentado respaldou-se em apresentar como objeto matemático: Funções Afim e Quadrática, tendo como ferramenta auxílio na representação semiótica desse objeto o *software* Winplot.

2.4 Software Winplot

A era da digitalização disponibiliza atualmente uma variedade de *softwares* educativos na área de matemática. Estes podem ser utilizados como ferramenta auxiliar na construção do conhecimento e aprendizagem, além de proporcionar um ambiente interativo e dinâmico para os alunos.

Entre os muitos *softwares* educativos para o ensino de matemática, podemos citar o GeoGebra, Winmat, Poly e o Winplot. São *softwares* gratuitos, direcionados ao estudo da álgebra e da geometria na Educação Básica, podendo serem encontrados facilmente na internet. Entretanto, o *software* Winplot foi escolhido para estudo e análise, tendo em vista ser a ferramenta utilizada neste trabalho como recurso para o ensino de matemática

Winplot é um *software* gratuito, que permite trabalhar funções de 1° e 2° graus, além de funções trigonométricas. Foi desenvolvido por volta de 1985 por Richard Parris, professor da *Philips Exeter Academy*. Este *software* pode ser encontrado em até seis idiomas além de sua versão original em inglês (GIANERI, 2005).

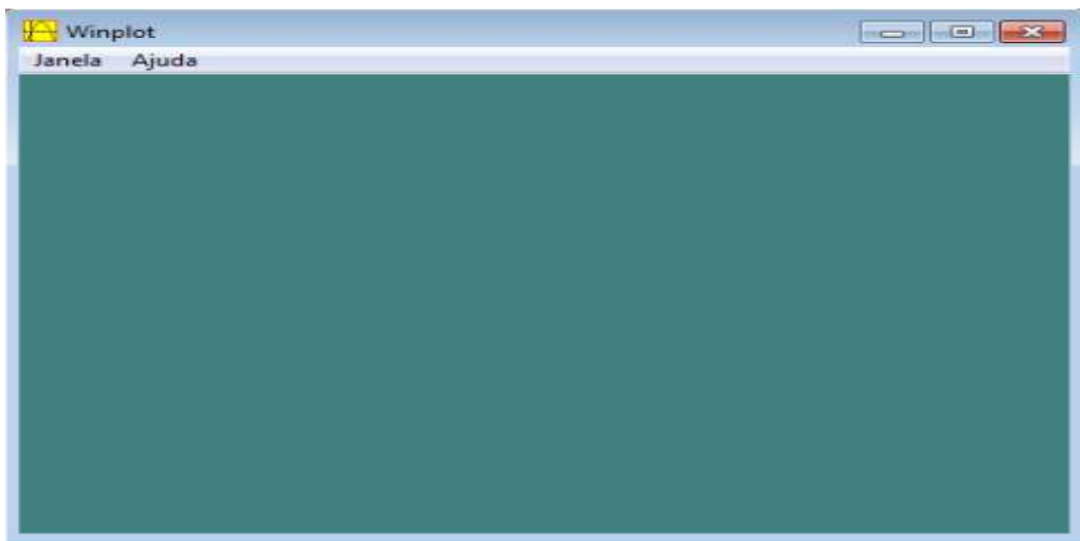
O Winplot por ocupar uma quantidade mínima de memória pode ser adquirido facilmente, e utilizado em computadores mais antigos sem perder sua funcionalidade. Seu *download* pode ser efetuado a partir da internet pelo *link* <http://math.exeter.edu/rparris>. Uma de suas principais características é gerar gráficos de funções em duas dimensões (2D) e também em três dimensões (3D), o que o torna aplicável em qualquer nível de ensino. Segundo Jesus et al (2002) este programa possibilita melhor compreensão dos conceitos básicos da geometria analítica, além de desenvolver atividades relacionadas ao cálculo, dentre elas, o estudo de limite, derivada e integral.

Quanto à interface do *software*, apresenta-se de forma simples e com poucos detalhes, o que o torna uma ferramenta tecnológica de fácil manuseio. Seus parâmetros de visualização, a exemplo de traçar duas ou mais funções no mesmo gráfico apresenta a opção de variar as cores para cada função, o que contribui na comparação entre situações diferentes e permite que o aluno verifique se a figura está condizente com os cálculos realizados teoricamente.

2.5 Interface do Winplot

A seguir serão apresentados alguns comandos que compõe a interface do *software* e que são necessários para que se possa executar as atividades no programa. Ao se clicar no ícone do programa visualiza-se sua janela principal.

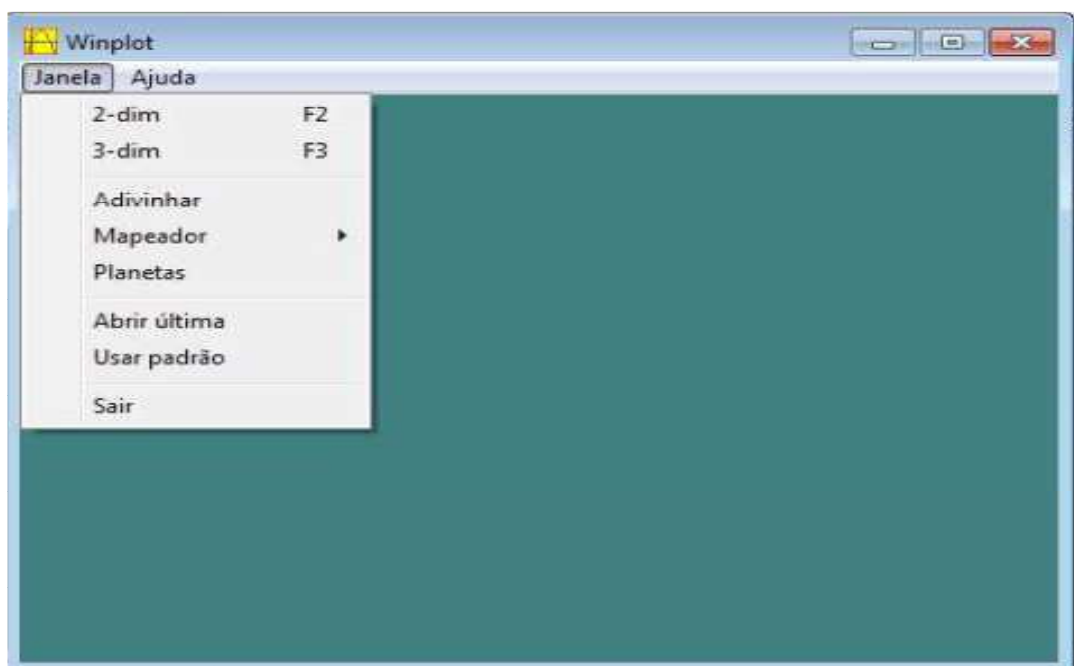
Figura 01- Interface inicial do Winplot



Fonte: Captura de tela do Winplot

Ao clicar sobre o menu janela serão exibidas várias opções, conforme a imagem abaixo:

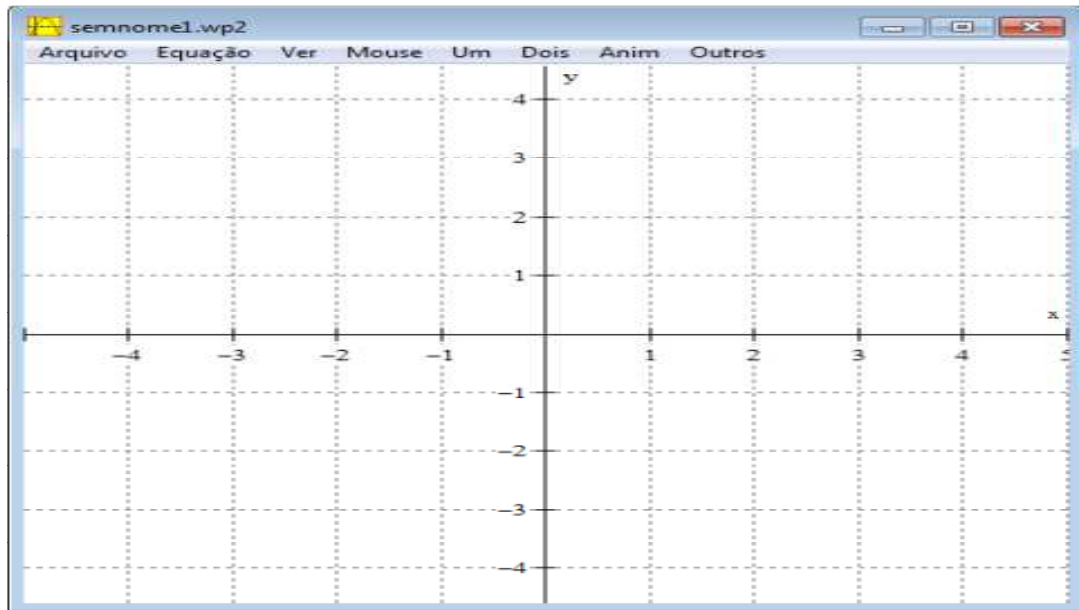
Figura 02 - Submenu da janela principal



Fonte: Captura de tela do Winplot

Embora se tenham várias opções de submenus e cada um apresente uma função de comando diferente, daremos ênfase ao submenu 2-dim, uma vez que esse foi o mais explorado na pesquisa apresentada neste trabalho. Ao se clicar sobre o submenu 2-dim é exibida uma nova janela a qual é destinada à construção dos gráficos das funções em duas dimensões, sejam estas, afins ou quadráticas.

Figura 03 - Área da janela destinada para traçar gráficos em duas dimensões

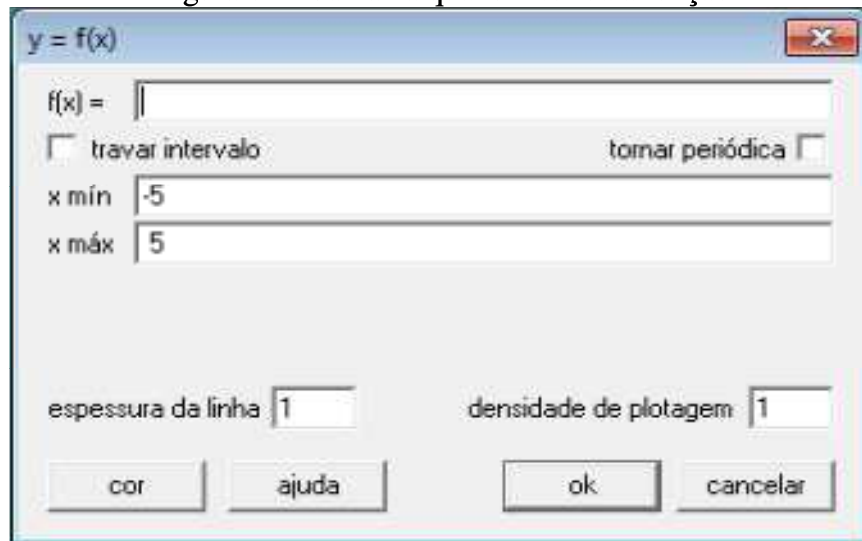


Fonte: Captura de tela do Winplot

Para que se possa definir que tipo de função será plotada¹, clica-se na opção equação e seleciona-se a opção explícita, pois esse foi o tipo de equação explorada neste trabalho. Desta ação, surge a janela seguinte:

¹ Plotagem é a criação de gráficos por meio da ligação de pontos que representam valores.

Figura 04 - Caixa na qual é inserida a função



Fonte: Captura de tela do Winplot

Digita-se o tipo de função e clica-se no botão ok para confirmar a construção gráfica referente ao tipo de função digitada. Após a confirmação, visualiza-se uma nova caixa.

Figura 05 - Caixa do inventário



Fonte: Captura de tela do Winplot

Na caixa do inventário, conforme a figura 05 permanecem registradas todas as equações das funções que forem digitadas na caixa da figura 04. É possível visualizar também vários comandos. Nesse espaço é permitido fazer edições como: apagar, duplicar, copiar e nomear as funções em sua forma algébrica. É possível também além da representação gráfica, mostrar os pontos das coordenadas em formas de tabela.

O *software* Winplot disponibiliza muitos outros recursos e com mais detalhes, que podem ser melhor estudados em seu tutorial que está disponível no endereço <http://math.exeter.edu/rparris>.

A partir da discussão sobre o ensino aprendizagem de matemática na perspectiva da semiótica de Duval, bem como do conhecimento do *software* Winplot, de sua funcionalidade e interface, traremos o esboço metodológico desta pesquisa, seguida de análise sobre a interferência do *software* na aprendizagem do conteúdo de funções afins e quadráticas.

3 PERCURSO METODOLÓGICO DA INVESTIGAÇÃO

O conhecimento científico é um dos tipos de conhecimento que se difere dos demais pela organização, sistematização e rigorosidade dos processos de sua produção (SEVERINO, 2000). Nesse sentido passamos a descrever o percurso de realização deste trabalho. A pesquisa apresenta características de um estudo teórico e empírico realizado com base na teoria de autores que versam sobre os objetos de interesse da pesquisa, bem como a consulta da percepção dos próprios sujeitos envolvidos no campo de investigação.

No intuito de realizarmos um trabalho acadêmico que cumpra os requisitos para tal, acreditamos ter adotado procedimentos científicos que instigam a construção de conhecimento de um objeto específico. Nesse sentido, Fonseca (2012, p. 20) afirma que pesquisa “é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos”.

Diante da necessidade de apresentar características mais significativas sobre o tipo de abordagem da pesquisa escolhida para este trabalho, bem como os procedimentos metodológicos que nortearam toda a pesquisa, essas informações são explicitadas nas seções seguintes.

3.1. Abordagem da pesquisa

A realização desta pesquisa foi motivada pelo objetivo de analisar uma proposta de ensino mediada pela tecnologia, por meio do *software* educativo Winplot no estudo das funções afim e quadrática. Para tanto, utilizamos uma abordagem de pesquisa quanti-qualitativa, uma vez que elas se complementam e possibilitam alcançar informações significativas, de tal modo a contribuir para uma melhor compreensão do fenômeno em estudo (NEVES, 1996).

Utilizamos assim na presente pesquisa o aspecto quantitativo não com uma finalidade de verificar a quantidade de ocorrências de um determinado fenômeno, mas para fortalecer a análise dos processos verificados. A pesquisa qualitativa, por sua vez, está direcionada à

observações minuciosas em que o pesquisador descreve aspectos pormenorizados dos fenômenos e sujeitos envolvidos na pesquisa. Moreira (2011, p.46-47) afirma:

Pesquisa qualitativa é um termo que tem sido usado alternativamente para designar várias abordagens à pesquisa em ensino, tais como pesquisa etnográfica, participativa observacional, estudo de caso, fenomenológica construtivista, interpretativa, antológica cognitiva. Cada uma dessas abordagens forma um todo coerente, englobando suposições internamente consistentes sobre natureza humana, sociedade, objeto de estudo e metodologia, porém compartilham muitas semelhanças e por questões de simplicidade são comumente chamadas de pesquisa qualitativa.

Contribuindo ainda com a abordagem do problema e considerando a natureza dos seus objetivos tem característica exploratória. De acordo com Gil (2008) este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, explicitando-o. Em investigações desta natureza, são comuns os seguintes procedimentos: levantamento bibliográfico, a captação da percepção dos implicados no fenômeno e pode assumir a forma de pesquisa bibliográfica e de estudo de caso. Nesse sentido, reitera-se que a pesquisa apresenta características de um estudo qualitativo, pois objetiva compreender os processos com os quais se torna possível aprender conhecimentos matemáticos em vez de limitar-se ao produto dessa aprendizagem. Entretanto, aspectos quantitativos também foram considerados no intuito de fortalecer os dados da investigação.

O trabalho ainda possui elementos da pesquisa-ação, uma vez que instigados por estratégias de ação, colabora para ampliar e compreender a prática docente. Segundo Barbier (2007) “o pesquisador em pesquisa-ação tem a preocupação de ser compreendido e de poder agir eficazmente com não-especialistas” (BARBIER, 2007, p. 125). Ele não pode usar da passividade, tão pouco da neutralidade diante dos resultados obtidos, mas está embasado na investigação por meio da reflexão da práxis.

No entendimento de Barbier (2007, p. 13) “numa pesquisa-ação, a teoria decorre da avaliação permanente da ação”. O autor acrescenta: “uma pesquisa-ação chega ao fim quando o problema inicial é resolvido, se é que pode realmente sê-lo [...] uma pesquisa-ação, mais do que outra pesquisa, suscita mais questões do que as resolve. Ela incomoda quase sempre os poderes estabelecidos” (p. 144-146). Assim, pode-se inferir que esta investigação tem elementos da pesquisa-ação porque a pesquisadora imergiu no espaço investigado com o intuito de coletar informações pertinentes ao estudo, mas além disso interagiu ativamente com sujeitos pesquisados, fazendo proposições no cenário investigado. Assim, ao mesmo tempo que se buscava acesso a dados também realizamos um tipo de intervenção com o intuito de

comparar o nível de compreensão de um conteúdo específico pelos estudantes utilizando uma metodologia expositiva e outra mediada por recursos tecnológicos.

Nesse sentido, dois sujeitos caracterizam a pesquisa: professores de matemática, visando conhecer a concepção destes relacionada ao uso das TIC's no ambiente educacional e a utilização destes recursos tecnológicos em suas práticas pedagógicas. E alunos do Ensino Médio, objetivando investigar o processo de mudança da representação gráfica para a representação algébrica e vice-versa, observando o papel do *software* no processo ensino-aprendizagem da Matemática, além de identificar o interesse e motivação dos discentes ao manipularem o *software* como recurso didático para o ensino da matemática no Ensino Médio.

3.2. Local da pesquisa

A escola em que a pesquisa empírica foi realizada, localiza-se no município de Igaracy-PB. Este possui área de 192,260 km² e uma população de aproximadamente 6.156 habitantes (IBGE², 2010). A escolha por esta escola aconteceu pelo fato de ela estar localizada no mesmo município em que reside a pesquisadora, possibilitando maior acessibilidade aos sujeitos contribuintes com a pesquisa e também por ser a instituição de trabalho da pesquisadora exercendo cargo técnico-administrativo. Assim não foi difícil ter a aprovação por parte da direção e o consentimento dos professores da disciplina de matemática para que a pesquisa se realizasse.

Portanto, o *locus* do estudo foi uma escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio de âmbito administrativo do Governo do Estado da Paraíba, localizada no alto sertão, gerenciada pela 7ª Gerência de Educação e Cultura. A atual diretora da instituição está no cargo desde janeiro de 2011, oportunidade em que foi nomeada gestora da escola pelo então governo.

Atualmente a escola atende a um público de seiscentos e trinta e cinco (635) alunos distribuídos em diferentes modalidades de ensino: Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos. A instituição apresenta um

² IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

quadro de quarenta e cinco (45) professores³, entre eles efetivos, *pro-tempore* e contratados. 95% destes docentes possuem curso superior e atuam em sua área de formação acadêmica.

3.3. Os sujeitos e instrumentos da pesquisa

Selecionado o campo de pesquisa, passamos à escolha dos sujeitos. Definimos os docentes que colaboraram com o estudo considerando o fato de atuarem em turmas do Ensino Médio e lecionarem a disciplina Matemática. Assim, três (03) foram os professores escolhidos para a pesquisa.

Além dos docentes com os quais pretendíamos conhecer as suas concepções relacionadas ao uso das TIC's no ambiente educacional e a utilização destes recursos tecnológicos em suas práticas pedagógicas, foi indispensável investigar o processo de mudança da representação gráfica para a representação algébrica e vice-versa, observando o papel do *software* no processo ensino-aprendizagem da Matemática, além de identificar o interesse e motivação dos discentes ao manipularem o *software* como recurso didático para o ensino da matemática no Ensino Médio.

Para tanto, selecionamos uma amostra de vinte e cinco alunos (25) matriculados na 2ª série do Ensino Médio. A turma é composta por vinte e nove (29) estudantes, dos quais vinte e três (23) iniciaram esta pesquisa, entretanto, contribuíram em todo o estudo quinze (15) discentes que representam a amostra da investigação. O fator de estes serem escolhidos para análise da amostra final deve-se ao fato de estarem presentes em todas as fases da pesquisa, sobretudo na aplicação do pré-teste quanto na aplicação do pós-teste, principais instrumentos de coleta de dados.

Considerando que o conteúdo de funções é estudado na 1ª série do Ensino Médio, optou-se pela turma de alunos da 2ª série do Ensino Médio devido aos discentes já terem visto o conteúdo no ano anterior. Outro fator considerado para tal escolha foi o fato de os professores de matemática da escola campo, informaram que os estudantes da 1ª série não terem, no momento da pesquisa, estudado o conteúdo de funções quadráticas necessárias à realização desta investigação.

³ Os dados foram coletados junto à secretaria da Escola Campo da pesquisa em Dezembro de 2014.

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de questionários aos alunos, o pré-teste constituído por nove questões objetivas e subjetivas que procuraram captar informações referentes à aprendizagem deles quanto ao conteúdo de funções e também a percepção que têm quanto ao uso das TIC's no ambiente educacional. O pós-teste constituído por oito questões objetivas e subjetivas e intencionou coletar dados relacionados às contribuições que os recursos tecnológicos podem oferecer no trabalho pedagógico e o próprio conteúdo de funções.

A escolha dos instrumentos aplicados aos alunos se justifica com base no entendimento de Gil (2008, p.121) ao afirmar que:

Pode definir questionário como a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc.

Assim, nas questões subjetivas os alunos tiveram oportunidade de expor seus conhecimentos e habilidades acerca do conteúdo de Funções afins e quadráticas. Enquanto nos itens objetivos, manifestaram suas opiniões sobre o uso das novas tecnologias utilizadas pelo professor no ensino da matemática, especificamente no estudo de funções, a partir de opções fornecidas.

Além dos instrumentos para os alunos, aplicamos também um questionário aos três (03) professores da disciplina de matemática na escola investigada. Este era constituído por questões objetivas e subjetivas. No formulário para docentes, estes foram convidados a expressar suas opiniões a respeito do uso das novas tecnologias no ensino da matemática e sobre o tipo de metodologia que utilizavam em suas aulas. Além de exporem a partir de opções fornecidas os principais entraves encontrados para transmitir de maneira significativa o conteúdo de funções aos alunos. Os professores foram os primeiros a serem investigados e a elaboração do instrumento dos alunos considerou esse diálogo com os docentes.

O instrumento foi distribuído aos professores no horário em que estes se encontravam na escola, no qual tiveram um prazo de quinze dias para respondê-lo até a data de recolhimento.

No caso dos alunos, antes que eles respondessem ao pré-teste e ao pós-teste, propôs-se a realização de encontros ministrados pela pesquisadora, em que realizamos uma aula convencional abordando uma revisão básica do conteúdo de funções, depois desse momento aplicou-se o pós-teste. A *posteriori* realizou-se a apresentação do software e suas características, seguida da aula de laboratório que fomentou a resposta ao pós-teste. Estes, por

sua vez, aconteceram na sala de aula e no laboratório de informática, respectivamente, nos horários das aulas de matemática cedidas pelo professor regente da disciplina.

As atividades realizadas para cada momento tiveram o intuito de proporcionar a interação entre pesquisador e o fenômeno investigado. Foi possível manter o contato face a face com os observados, e assim captar informações que não seriam obtidas por meio de perguntas. Essa ideia é reforçada quando Minayo (1994, p. 59-60) afirma: [...] “o observador, enquanto parte do contexto de observação, estabelece uma relação face a face com os observados. Nesse processo, ele, ao mesmo tempo, pode modificar e ser modificado pelo contexto [...]”.

Assim, a pesquisa com alunos aconteceu em quatro momentos: aula convencional com abordagem do conteúdo em sala de aula, o pré-teste, a apresentação do *software* e aula de laboratório e a aplicação do pós-teste. No primeiro contato com os estudantes fizemos uma abordagem sobre o conteúdo e, no segundo momento, aplicamos o formulário do pré-teste. O instrumento, por sua vez, foi dividido em duas partes uma direcionada ao uso das novas tecnologias utilizadas pelos alunos e a outra composta por questões específicas ao conteúdo em estudo.

No terceiro momento, apresentamos, com o auxílio do data show, o *software* Winplot, bem como sua interface e seus principais comandos, já que este seria utilizado durante o próximo momento da pesquisa, no laboratório de informática como recurso pedagógico para o estudo de funções. Além dos comandos, explicitou-se aos participantes a notação utilizada pelo programa. A cada comando apresentado, percebemos a curiosidade por parte deles em saber mais sobre o *software* e de que forma este poderia auxiliá-los no processo de ensino-aprendizagem. Diante disso, o momento foi propício para familiarizá-los com o recurso tecnológico e ao mesmo tempo prepará-los para a resolução das atividades que seriam realizadas no laboratório de informática.

O quarto momento realizou-se no laboratório de informática que dispunha de 17 computadores, sendo possível a relação de aproximadamente um computador por aluno. Após a duração de quatro hora/aulas executando as atividades no Laboratório de Informática retornamos à sala de aula para que os alunos respondessem ao pós-teste. O objetivo desta aplicação foi captar a visão dos alunos relacionada ao uso dos recursos tecnológicos durante as aulas de matemática e se, de fato, o *software* Winplot pode ser considerado um facilitador no ensino-aprendizagem para o conteúdo de funções afins e quadráticas. Todo esse

procedimento foi fundamental para captar as percepções dos sujeitos envolvidos na pesquisa. A seguir, apresentaremos de forma detalhada a análise dos dados coletados.

4 RECURSOS TECNOLÓGICOS, PERCEPÇÃO DOS SUJEITOS E PRÁTICA PEDAGÓGICA

Neste capítulo apresentamos os resultados obtidos com a aplicação dos questionários aos professores e alunos. Refletimos e discutimos as informações mais significativas presentes nos instrumentos da pesquisa, apreendendo as percepções dos docentes relacionadas ao uso das TIC's nas práticas pedagógicas para o ensino da matemática.

Também apresentamos análises das dificuldades encontradas pelos alunos na aprendizagem da matemática, especificamente no conteúdo das funções afins e quadráticas, resultando na utilização do *software* Winplot como ferramenta pedagógica, por meio de aulas ministradas com os discentes, afim de deixar as aulas interessantes e motivadoras, contribuindo assim para melhor compreensão dos objetos em estudo.

4.1 Professores de matemática: perfil e uso dos recursos tecnológicos no ensino da matemática.

Os sujeitos investigados nesta pesquisa são três professores que lecionam matemática nas séries finais do Ensino Fundamental e nas séries do EM de uma escola de dependência administrativa estadual no município de Igaracy-PB, quando suas percepções forem explicitadas, os docentes serão identificados como professores PA, PB e PC. Este procedimento visa garantir o anonimato dos participantes do estudo com vistas a cumprir procedimentos éticos na pesquisa acadêmica.

Por meio do instrumento de pesquisa, solicitamos aos docentes preencherem informações tais como: sexo, faixa etária, formação acadêmica e o tempo de atuação como docente. Dos professores que colaboraram com a pesquisa, dois (02) são do sexo feminino e um (01) do sexo masculino. Sobre a idade dos docentes, um (01) tem menos de trinta (30) anos e dois (02) estão entre trinta e um (31) e trinta e nove (39) anos. Os dados mostram docentes ainda jovens atuando no ensino de matemática na referida escola.

Ao investigarmos os docentes sobre a formação acadêmica, os três (03) informaram já possuírem curso de especialização. *A priori* percebe-se que os professores apresentam-se

qualificados para exercer a docência e atendem as exigências mínimas para exercerem a profissão na Educação Básica dado que tanto o curso de graduação quanto o de especialização são em matemática, portanto na área de atuação dos docentes pesquisados.

Quanto ao tempo de atuação como professores de matemática, dois (02) informaram lecionar entre cinco (05) e dez (10) anos e um (01) entre dez (10) e quinze (15) anos. Esses dados supõem boa experiência por parte dos docentes investigados.

Compreendendo a necessidade de haver mudanças no ensino de matemática e observando o papel que a tecnologia pode exercer nesse processo, um dos itens do questionário pautava-se na opinião dos professores quanto ao uso das TIC's. no ensino desta disciplina. Buscou ainda investigar os tipos de metodologias adotadas pelos docentes para trabalhar o conteúdo de funções.

Das assertivas que os professores podiam assinalar nesta questão, a que se apresentou como unanimidade foi a seguinte: *a tecnologia educacional contribui para despertar o interesse do aluno acerca do conteúdo em estudo*. A opinião dos professores evidencia que eles têm consciência quanto aos benefícios que os recursos tecnológicos podem oferecer no processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

Quando questionados sobre a escola dispor de recursos para que as TIC's sejam incluídas no processo de ensino-aprendizagem, todos os professores responderam de forma positiva e especificaram como recurso para tal o laboratório de informática. Logo, a não inserção desses recursos nas aulas de matemática não se justifica pela falta de equipamento.

As escolas cada vez mais estão sendo informatizadas com a instalação dos laboratórios de informática, o que pode tornar o computador uma ferramenta tecnológica diretamente ligada ao cotidiano de alunos e professores. Entretanto, o seu uso ainda é restrito em aulas de matemática.

Nesse sentido, outro item do formulário buscou identificar se o professor fazia uso dos recursos tecnológicos, a exemplo do computador, data show, calculadora, *softwares* educacionais, entre outros, para trabalhar os conteúdos da disciplina de matemática. Dois (02) dos professores afirmaram que quase sempre faziam uso da calculadora, computador e data show; um (01) professor informou que dificilmente fazia uso desses recursos, mas ainda citou o data show e a calculadora.

Ainda no intuito de compreender fatores que interferem no (des)uso dessas ferramentas, o instrumento solicitava aos professores investigados que indicassem dois pontos positivos e dois negativos sobre o uso dos recursos tecnológicos nas aulas de matemática.

Como pontos positivos foram elencados os seguintes argumentos: “Melhora a percepção em relação às propriedades matemáticas” (PA); “A tecnologia torna o ensino mais interessante e interativo; torna o ensino mais prático e contextualizado” (PB) e “Inovação e Linguagem atual” (PC). Observa-se, de acordo com as assertivas docentes que eles veem grandes possibilidades de melhorias na qualidade do ensino-aprendizagem dos alunos, a partir da inserção destes recursos. Esta percepção coincide com o entendimento de Kenski (2007):

Não há dúvidas de que as novas tecnologias de comunicação e informação trouxeram mudanças consideráveis e positivas para a educação. Vídeos, programas educativos na televisão e no computador, *sites* educacionais, *softwares* diferenciados transformam a realidade da aula tradicional, dinamizam o espaço de ensino-aprendizagem, onde, anteriormente, predominavam a lousa, o giz, o livro e a voz do professor. (KENSKY, 2007, p. 46)

Em relação aos fatores que atrapalham a inserção dos recursos tecnológicos, os docentes destacaram: “O vício pelas redes sociais” (PA); “O educador matemático ainda não se sente preparado para o trabalho com o uso de tecnologia nas aulas de matemática” (PB) e; “Espaço físico; instrumentos tecnológicos” (PC).

Como vemos, nos pontos que entravam a inserção das tecnologias nas aulas, o PB traz ao debate um problema recorrente, qual seja o fato de o docente ainda não sentir-se preparado para manipular tais ferramentas. Nesse sentido, essa deficiência é sinalizada, principalmente, como sendo proveniente da formação docente, em que a maioria dos cursos que formam professores não possibilita a estes, o contato com os recursos tecnológicos. Assim, Tajra (*apud* JESUS, 2013, p. 67).

Sabemos que a maior parte de cursos de formação de professores não contempla a utilização das novas tecnologias da informação e da comunicação em seus currículos, seja na educação do ensino médio no magistério, seja em faculdades de pedagogia ou nas diversas licenciaturas. Poucas são as escolas de formação de professores que contemplam o computador como ferramenta pedagógica e, mesmo assim, oferecem pouco ou nenhum ganho efetivo de aprendizado aos seus alunos (professores).

Observa-se ainda que outro ponto mencionado foi a limitação do espaço físico e de instrumentos tecnológicos, mesmo todos os professores, em questão anterior, tendo mencionado que a escola dispunha de condições para efetivar a inserção da tecnologia, indicando o laboratório de informática como espaço para tal. Nota-se, assim contradição entre as respostas fornecidas, mesmo compreendendo que existem uma multiplicidade de recursos desta natureza, dos quais nem sempre as escolas disponibilizam.

Ainda nesse sentido é importante relacionar a quantidade de máquinas por aluno e organizar os horários do espaço de modo que todos os professores interessados possam

utilizá-lo, já que os recursos não estão em sala de aula, disponíveis a toda hora que este necessitar. Na maioria das vezes, é preciso adequar-se a estrutura oferecida pela instituição.

Outro ponto mencionado é o fato de os alunos, de acordo com a percepção do professor, se restringirem ao uso das redes sociais. Acerca deste assunto, o docente acredita que os estudantes iriam preferir as redes sociais, a exemplo do facebook, twitter, messenger e outros, do que ferramentas que auxiliam no ensino e aprendizagem. Por exemplo: *sites* educacionais, *softwares* educativos, etc. Entretanto, é oportuno destacar que talvez os alunos não usem ferramentas pedagógicas pelo próprio desconhecimento destas, bem como pela falta de estímulo e acompanhamento para desenvolver tal hábito.

Considerando que o conteúdo matemático objeto de reflexão deste trabalho é o de funções, o questionário aplicado aos docentes inquiriu sobre o tipo de metodologia utilizada por eles para se trabalhar o assunto. O docente PA informou que utiliza “Geogebra”, enquanto “Situações-problemas” é a opção metodológica para o professor PB. Enquanto o PC argumentou que “A melhor maneira de ensinar funções é propor o aluno a pensar nas relações que existem entre as variáveis, estabelecendo a generalização nas situações que usamos os conceitos de funções”.

As respostas fornecidas nos mostraram diferentes metodologias adotadas por cada docente, cada um com seu método diferenciado em apresentar o conteúdo de funções.

Acerca do professor ser conhecedor de *softwares* e fazer uso desta ferramenta tecnológica, Tajra (2008, p. 68) assevera:

A utilização de um *software* está diretamente relacionada à capacidade de percepção do professor em relacionar a tecnologia à sua proposta educacional. Por meio dos *softwares* podemos ensinar, aprender, simular, estimular a curiosidade ou, simplesmente, produzir trabalhos com qualidade.

O Geogebra é um *software* livre disponibilizado gratuitamente. Os comandos disponibilizados nesta ferramenta permitem a abordagem de assuntos considerados simples até os mais complexos. O que possibilita auxiliar tanto no estudo da álgebra como de geometria, permitindo realizar a construção de gráficos, tabelas, segmentos, retas, entre outros.

O professor PB ao mencionar as "situações-problemas", observa-se o método em consonância com as Orientações Curriculares Para o Ensino Médio (2006), já que estas orientam os professores a abordarem o conteúdo de funções a partir de situações em que existam a relação de duas grandezas, por exemplo: altura e comprimento. Assim, ao trabalhar

com as situações que envolvem o cotidiano do aluno, intenta-se resgatar o interesse destes nas aulas de matemática, melhorando de modo significativo o ensino-aprendizagem.

Nesse contexto, o professor PC também argumenta relacionar a existência entre as variáveis, estabelecendo a generalização nas situações em que os conceitos de funções estão presentes. Essas relações estão nas várias situações cotidianas, dentre elas: o custo da fatura de água e o seu respectivo consumo. Assim, explorar situações da realidade que os discentes vivenciam tornam mais fácil generalizar e associar os conceitos matemáticos. Isso porque a dinâmica do conhecimento matemático insere-se nas relações cotidianas dos termos abstrato e concreto (GIARDINETO, 1996).

Escolher qualquer metodologia para o ensino implica em articular os objetivos que se pretende alcançar em função dos conteúdos e competências que precisam ser desenvolvidas. Nesse sentido, fazer escolhas e o próprio ato de se trabalhar com o ensino dos assuntos das matérias impõe dificuldades aos docentes, assim o instrumento de pesquisa usado com os professores também buscou identificar as dificuldades que o professor sente ao lecionar o conteúdo de funções. PA e PB afirmaram que era em *“mostrar o procedimento de conversão do registro algébrico para o registro gráfico”* enquanto PC informou que era inovar métodos que facilitem o ensino-aprendizagem dos alunos.

O procedimento de conversão é a transformação que acontece na transposição de um modo de representação para outro (Duval, 2009). Isto significa em resolver operações matemáticas para que uma dada representação do objeto matemático, neste caso o conteúdo de funções, se transforme em uma outra representação. O que implica em operações não tão simples, pois exige definir e estabelecer a relação dos elementos existentes em cada registro.

Ainda na questão 6. Item b. investigava sobre as dificuldades que os alunos sentem ao estudar o conteúdo de Funções afins e quadráticas. PA e PB afirmaram que tais dificuldades se encontram em *“compreender a relação entre os registros gráficos e algébricos; PC afirmou que em ler e interpretar gráficos”*.

Sob o ponto de vista das declarações dadas pelos professores, percebe-se que estes reconhecem os benefícios da utilização dos recursos tecnológicos nas aulas de matemática, entretanto, inovar métodos que colaborarem com o ensino-aprendizagem dos alunos deve ser presença não apenas em discursos e ideias, mas vivenciadas nas práticas educacionais. Entretanto este não é um percurso fácil, pois envolve planejamento, dedicação, domínio das ferramentas tecnológicas, de modo que sejam incorporadas pedagogicamente no processo

educativo, garantindo que o seu uso faça real diferença no processo de ensino-aprendizagem (KENSKI, 2007).

4.2 Análise da aula convencional

O momento intitulado de aula convencional utilizou mais que o tempo de uma hora aula escolar e estas foram divididas em momentos que tiveram como objetivo identificar o grau de conhecimento que os alunos tinham sobre o conteúdo de funções afim e quadrática, bem como revisar conceitos relativos ao assunto. O encontro inicial foi propício para manter uma relação mais próxima com os discentes, tendo em vista que o momento proporcionou o contato face a face com os observados, abrindo um leque de possibilidades para investigar e captar reações e comportamentos que não seriam possíveis por meio do instrumento de pesquisa.

O primeiro momento em contato com os alunos na escola campo aconteceu nos horários das aulas de matemática, cujo professor disponibilizou espaço para que se realizasse a pesquisa. O encontro teve duração de duas aulas e culminou na realização de um pré-teste para identificar a aprendizagem dos alunos em relação ao conteúdo de funções afim e quadrática.

Antes de iniciar a atividade proposta para o encontro, o professor regente apresentou-me para os alunos e explicou que estes iriam participar de uma pesquisa para contribuir com o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da pesquisadora. A interação com a turma não foi difícil pelo fato de a investigadora pertencer ao quadro de funcionários da escola.

A aula iniciou com uma breve abordagem sobre o conteúdo, devido ao fato deste pertencer as matrizes curriculares da 1ª série do EM. Abordou-se a forma conceitual de funções, construção gráfica e ponto de intersecção entre dois gráficos, sendo utilizados neste encontro, apenas o pincel e a lousa como recursos para a aula.

Vale ressaltar que não foi explorada para esta pesquisa a forma completa e também todas as definições do conteúdo de funções quadráticas, como por exemplo: vértice da parábola, imagem e valor máximo ou mínimo da função. Buscamos trabalhar apenas com as definições simples, a exemplo da representação gráfica e algébrica, zeros das funções, *parâmetro a*, coeficiente angular e linear. Entender a concavidade da parábola, sua

representação voltada para cima ou para baixo, também foi um aspecto estudado. Para as funções afins, não exploramos a parte do conteúdo que se destina a equação da reta.

As abordagens escolhidas do conteúdo deram-se levando em consideração o grau epistemológico que elas caracterizam. Outro fator é que para abordar a forma completa das funções quadráticas, exigia-se mais tempo na elaboração da pesquisa, sendo duas aulas insuficientes para fazer a revisão do conteúdo, antes de aplicar os questionários.

Em alguns momentos, o conteúdo pareceu ser novidade para os discentes, pois quando indagados sobre os principais conceitos de funções com muita dificuldade respondiam, chegando a dizer: “eu nunca vi este conteúdo”. No entanto, procuraram participar e interagir durante todo o encontro. Percebemos, de fato que os alunos ingressam no EM apresentando dificuldades gritantes no que concerne ao conteúdo de funções, e o que deveria ser uma extensão dos conteúdos dos anos anteriores acaba se tornando um desafio ainda maior para os alunos (ANEXO 01).

Após a breve abordagem aplicou-se o pré-teste com questões específicas ao conteúdo de funções. Determinou-se o tempo de cinquenta minutos para que os alunos pudessem responder ao questionário. A maioria dos discentes demonstrou tensão ao resolver o instrumento de pesquisa, outros chegaram a dizer que não sabiam respondê-lo de forma alguma e rapidamente entregaram o instrumento. Um deles, ao devolver o pré-teste, falou: “preciso aprender muito ainda, principalmente sobre este conteúdo”.

Embora os instrumentos de pesquisa referentes ao conteúdo de funções tenham sido aplicados com alunos de 2ª série do EM, depois de realizada a análise do pré-teste, compreendemos a preocupação e a tensão dos alunos ao responder o questionário. As deficiências de aprendizagem diagnosticadas, envolvendo definições consideradas simples, sobre coeficientes e raízes ou zeros da função e análises de gráficos foram preocupantes.

4.3. Acesso às tecnologias e compreensão inicial dos alunos sobre o conteúdo de Funções: análise do pré-teste

Esta seção apresenta a análise dos resultados obtidos com a aplicação do pré-teste aplicado com os alunos. O instrumento buscou identificar o acesso dos alunos às tecnologias

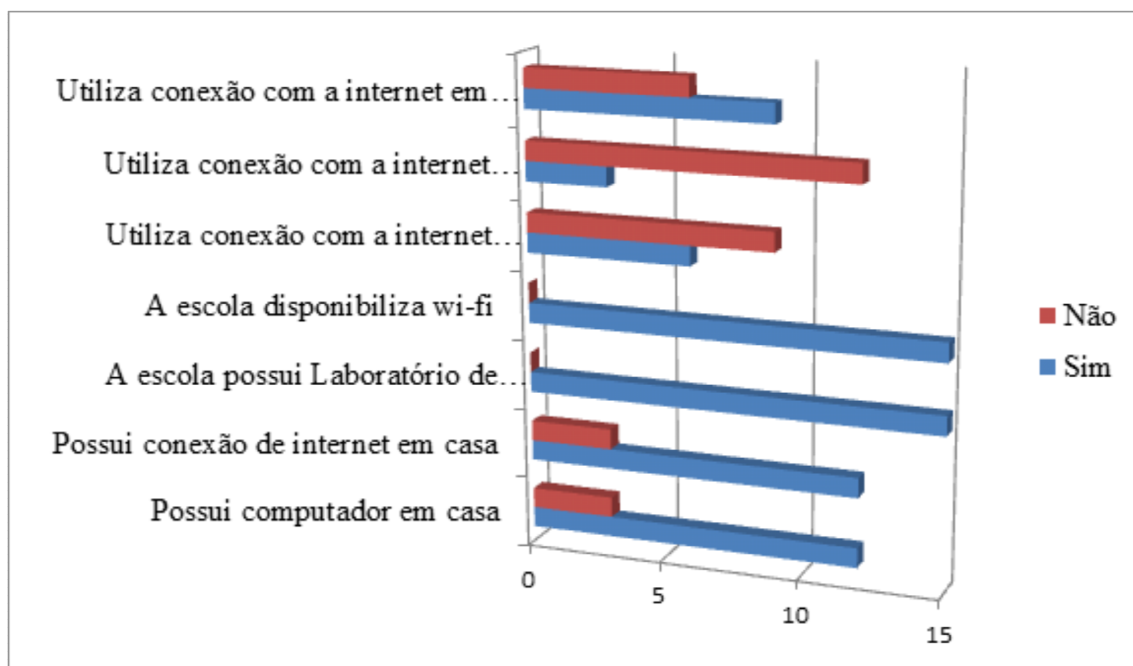
como também avaliar a aprendizagem desses estudantes em relação aos conteúdos de funções afins e quadráticas.

4.3.1. Os alunos pesquisados e o acesso à Tecnologia da Informação e Comunicação

O pré-teste compôs-se de nove (09) questões, das quais quatro (04) eram objetivas e cinco (05) discursivas. Este foi um dos instrumentos de coleta de dados para os alunos. Foram distribuídos vinte e cinco (25) formulários a vinte e cinco (25) estudantes da 2ª série do Ensino Médio, dos quais vinte e três (23) preencheram o material solicitado, sendo quinze (15) escolhidos para a amostragem da investigação.

O referido formulário buscou identificar qual o tipo de vínculo os alunos têm com a tecnologia, seja dentro do ambiente educacional ou fora dele, bem como o tipo de intimidade com o conteúdo matemático específico abordado neste trabalho. O item inicial do instrumento versava sobre a utilização e o acesso dos alunos à tecnologia dentro e fora da escola. É fácil perceber pelo gráfico abaixo que a maioria dos alunos possui acesso à internet como também disponibiliza de computador em casa. O que se pressupõe que esse importante recurso tecnológico está em direto contato com os alunos.

GRÁFICO 01: Acesso às Novas Tecnologias



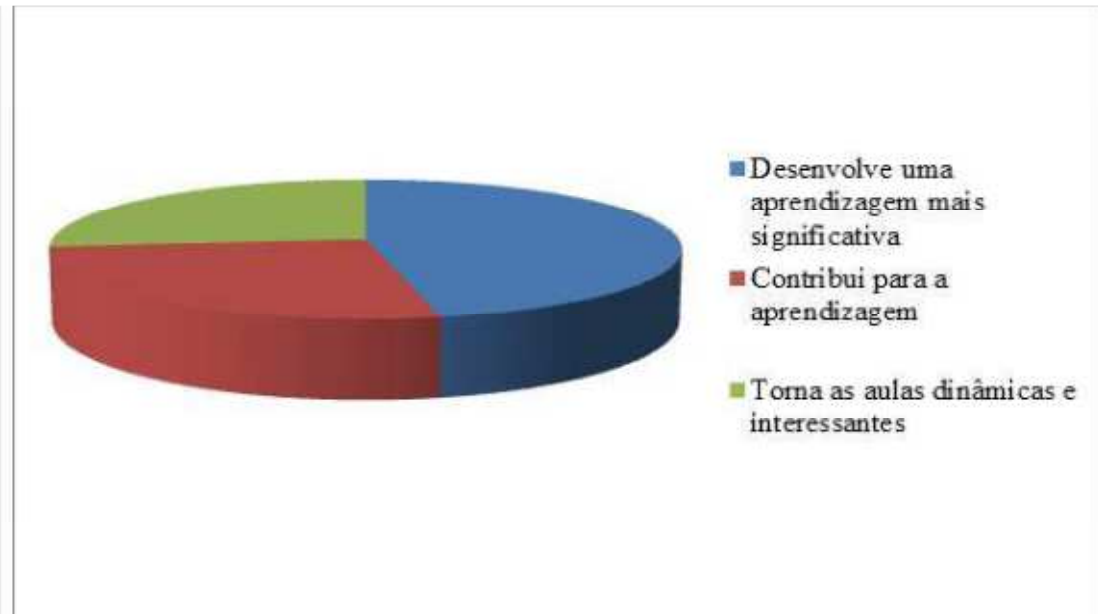
Fonte: elaborado pela autora.

Percebemos que mesmo o aluno em contato com os meios tecnológicos e a escola disponibilizando laboratório de informática, o professor opta ainda por não inserir esses meios tecnológicos em sala de aula. Visto que o formulário continha uma questão que buscava identificar se o professor costuma fazer uso de recursos tecnológicos para trabalhar os conteúdos da disciplina matemática, para este item não houve nenhuma declaração positiva.

Comparando as respostas fornecidas por professores e alunos, observa-se uma controvérsia nas informações. Ao mesmo tempo em que os professores afirmam fazer uso dos recursos tecnológicos nas aulas de matemática, 100% dos alunos investigados informam que os docentes não adotam essa ferramenta em suas aulas.

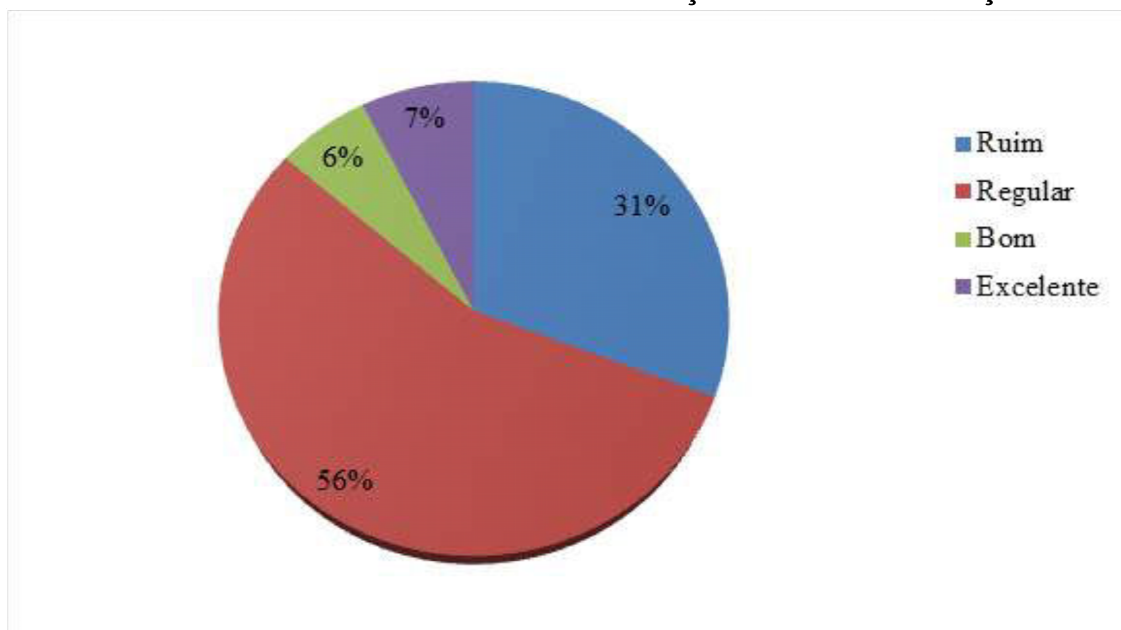
Procurando captar o entendimento dos alunos pesquisados sobre a importância dos recursos tecnológicos serem utilizados nas aulas de matemática, atingiu-se o seguinte esboço: sete (07) dos quinze (15) alunos responderam que esses recursos proporcionam aulas dinâmicas e interessantes. Outros quatro (04) acham que esses recursos desenvolvem a aprendizagem de forma mais motivadora, enquanto que, os outros quatro (04) assinalaram que contribui para a aprendizagem.

Dinamizar as aulas, ainda mais quando se trata da matemática é proporcionar um ambiente motivador e ao mesmo tempo interessante. Se o aluno sente-se atraído pelo ambiente educacional em que se encontra, suas chances de rendimentos serão bem maiores. Assim, as respostas fornecidas pelos alunos evidenciam que a maioria deles sente a necessidade de aulas mais dinamizadas e atrativas para que assim, aprender matemática torne-se mais prazeroso. As percepções reveladas pelos estudantes indicam o que as observações de Oliveira (2011) asseveram sobre a necessidade de os professores repensarem métodos de ensino, revendo práticas, para assim oferecer ambientes atrativos e dinâmicos com a finalidade de despertar o interesse dos alunos pela matemática.

GRÁFICO 02: Importância dos Recursos Tecnológicos

Fonte: elaborado pela autora

Captar a percepção dos alunos sobre o seu conhecimento acerca do conteúdo matemático em análise na pesquisa pareceu-nos relevante considerando que é importante fazê-los refletir sobre o que e como aprendem. Sobre o domínio do conteúdo de funções, o instrumento procurou identificar como os estudantes avaliam o conhecimento que têm em relação ao assunto. A *auto avaliação* dos alunos está demonstrada no Gráfico 03, apresentado a seguir.

GRÁFICO 03: Conhecimento em relação ao conteúdo de funções

Fonte: elaborado pela autora

Um considerável percentual dos estudantes avalia não ter o conhecimento necessário para o conteúdo de funções. Nesse sentido, pode-se aferir, juntamente com a análise do mapa curricular da disciplina, que possuem um déficit em relação à aprendizagem esperada do conteúdo para a série em que estão matriculados. Nas entrelinhas desta constatação pode-se perceber ainda um sentimento de inferioridade reconhecido pelos próprios estudantes. Situações como essas, podem contribuir para o desinteresse dos aprendentes, podendo tornar o ensino-aprendizagem nesse contexto mais problemático.

4.3.2 Função afim e quadrática: desempenho inicial dos estudantes

Considerando o conteúdo de funções, a construção gráfica é muito importante, pois é a partir desta representação que se pode definir o tipo de função, mesmo sem conhecer sua lei de formação⁴. Nesse sentido, a questão a seguir que fora apresentada aos discentes no questionário intencionava investigar as habilidades dos alunos em transitar do modo de representação algébrico para o gráfico, explorando ainda o conhecimento interpretativo dos estudantes para a forma gráfica, a fim de que estes identificassem no gráfico os pontos que interceptavam o eixo x e o eixo y; identificando os coeficientes angular e linear, definindo a representação do coeficiente linear na representação gráfica, além de descrever as suas coordenadas.

A questão tratava da construção do gráfico da seguinte função afim: $f(x) = x - 3$. Dos quinze (15) alunos que tiveram seus pré-testes analisados, onze (11) construíram a forma gráfica corretamente e quatro (04) estudantes erraram. O item 1.a solicitava que eles identificassem o ponto de intersecção com o eixo das abcissas. Para esta habilidade onze (11) alunos acertaram e quatro (04) alunos erraram. No item 1.b. foram convidados a identificar se o gráfico tocava o eixo das ordenadas e, posteriormente, em que ponto isso acontecia. Nesse item, diagnosticamos quatro (04) acertos, nove (09) erros e dois (02) alunos deixaram a questão em branco. O item 1.c. não foi respondido por nenhum dos sujeitos e versava sobre a identificação, representação e coordenadas dos coeficientes na função.

Diante dos resultados demonstrados pelos alunos é perceptível que a maioria deles consegue transitar da forma algébrica para a forma gráfica, entretanto quando estes devem

⁴ Regra matemática que define como as funções devem ser representadas.

fazer o caminho de volta, ou seja, a interpretação gráfica, eles apresentam maior grau de dificuldade. Este fato também é percebido por alguns professores da disciplina ao mencionar em uma das respostas do questionário aplicado a eles, a interpretação gráfica como uma das maiores dificuldades encontrada pelos alunos para o estudo de funções.

Assim, ao mesmo tempo em que os professores sentem dificuldades em explicitar aos alunos de forma concisa o processo de conversão do registro algébrico para o gráfico, os discentes também sentem dificuldades em compreender a relação de tais registros. Nesse sentido há uma consonância com o pensamento de Duval (2008, p.22) quando diz que: “é a articulação dos registros que constitui uma condição de acesso à compreensão em matemática, e não o inverso, qual seja, o ‘enclausuramento’ de cada registro”. De fato, estabelecer esta articulação de modo a levar os alunos a compreenderem cada um dos registros e a percorrê-los, apresenta ser um dos principais problemas no ensino-aprendizagem para o conteúdo de funções.

O pré-teste aplicado aos alunos também versava sobre o esboço do gráfico das funções: $f(x) = 2x - 4$ e $g(x) = x - 4$ no mesmo eixo de sistemas ortogonais e na sequência pedia que identificassem se os gráficos tinham ponto em comum e quais eram as coordenadas desse ponto de intersecção. Uma das formas de resolução para essa questão seria igualar uma função a outra e calcular algebricamente o valor de x , para depois substituir o valor encontrado de x em quaisquer das funções e assim descobrir o valor de y .

Assim, os valores encontrados para x , y seriam a coordenada do ponto de intersecção entre as duas retas. Outra forma de resolver a questão seria identificar e analisar os coeficientes para cada função, observando que os coeficientes lineares das funções são iguais, o que implica dizer que as duas retas se interceptariam no ponto -4 e a coordenada do ponto de intersecção para as duas funções seria $(0, -4)$.

O rendimento dos alunos nessa questão para a forma gráfica foram três (03) acertos, oito (08) erros e quatro (04) brancos. Para o item 2.a. que versava sobre o ponto em comum dos gráficos, três (03) alunos acertaram, quatro (04) erraram e oito (08) deixaram em branco. No item 2.b. que tratava sobre qual coordenada seria o ponto de encontro das duas retas, três (03) alunos erraram e doze (12) alunos deixaram em branco.

Percebemos, a partir desses dados, que os alunos sentem dificuldade não somente na interpretação gráfica, mas também em manipular expressões algébricas. Moura e Souza (*apud* DELGADO, 2010, p. 35) corroboram com essa análise ao mencionar que:

[...] apesar de o currículo da maioria das escolas serem “recheados” de conteúdos algébricos, os alunos mostram que não aprendem. Quando aprendem a manipular os

símbolos algébricos consideram a álgebra enquanto parte da Matemática que substitui o número pela letra, ou ainda, a defini-la como sinônimo de equação, cuja redução pode obstruir a compreensão do conceito de variável e do conceito de função.

Os alunos não conseguem reconhecer por meio das representações, sejam elas algébricas ou gráficas, as dependências das variáveis. Essas são caracterizadas pelos dois eixos que compõem o gráfico de uma função, são eles: eixo horizontal, em que se identifica o domínio⁵ da função e o eixo vertical, em que se identifica a imagem⁶ da função. Matematicamente falando, seria o eixo das abscissas e o eixo das ordenadas, respectivamente. Os alunos não conseguem relacionar as grandezas envolvidas nestas representações e como consequência permeia-se um obstáculo na compreensão do conceito de função.

Dando sequência aos itens que procuraram identificar o domínio do conteúdo específico pelos estudantes investigados, a terceira questão do pré-teste tratou sobre o esboço do gráfico da função quadrática e a intersecção desta com os eixos cartesianos. Os alunos não conseguiram identificar pelo grau da função que seria uma parábola e os sete (07) estudantes que tentaram esboçar graficamente a função construíram uma reta ao invés de uma parábola, enquanto os outros oito (08) deixaram o item em branco.

A quarta questão explorava a definição de raiz de uma função e sua representação no gráfico. Todos os alunos deixaram o item em branco. O mesmo aconteceu para a quinta questão, esta, por sua vez, explorava a interpretação gráfica e o estudo dos sinais para os valores de a na função. De acordo com a concavidade da parábola, os alunos deviam apenas identificar em qual gráfico seria $a > 0$ e $a < 0$. E mais uma vez todos os alunos deixaram a questão em branco.

Os dados mostraram dificuldades alarmantes encontradas pelos alunos quanto à aprendizagem do conteúdo de funções. A insegurança de conhecimento é tamanha que nem ao menos tentar encontrar uma solução para uma dada questão, eles o fizeram, em vários casos. Segundo os PCNEM, uma das competências e habilidades que devem ser desenvolvidas em matemática ao longo do Ensino Médio é “ler, interpretar e utilizar representações matemáticas (tabelas, gráficos, expressões etc.)” (BRASIL, 2006, p. 46).

Considerando o exposto pelo documento e os dados coletados pelo pré-teste, os discentes não conseguem desempenhar tais habilidades e aquilo que devia ser uma ampliação dos anos anteriores, em que o conhecimento adquirido é lapidado no decorrer de cada série,

⁵ É o conjunto que contém todos os elementos x para os quais a função deve ser definida.

⁶ É o conjunto de valores que efetivamente se corresponde com o domínio da função.

acaba por se tornar um problema maior para o ensino-aprendizagem. Isto porque não aprendem o que deveriam de determinado conteúdo em uma série específica e, em geral, essa incapacidade, por vezes, acaba sendo preponderante para a não aquisição de outras competências para as quais aquelas eram basilares.

De modo geral, é possível também perceber pelos dados obtidos, que os alunos não conseguem desenvolver o processo de tratamento, que fora elucidado por Duval (2009) na seção 2.4 deste trabalho. Os discentes ao montarem um sistema para realizar operações matemáticas, a fim de encontrar o ponto de intersecção da reta, realizam manipulações no próprio registro de representação, caracterizando o processo de tratamento. Entretanto, observa-se pouco domínio do conteúdo para este processo.

Outro procedimento que foi pouco desenvolvido pelos discentes para as questões mencionadas anteriormente é o processo de conversão, pois ao passar do registro algébrico para o gráfico, o aluno articula as diferentes representações. No entanto, para que os discentes desenvolvam este processo de modo satisfatório, faz-se necessário conhecer, ao menos, duas representações dos objetos matemáticos (DUVAL, 2009).

Nesse sentido, a quantidade de questões deixadas em branco pelos alunos investigados identificou a deficiência que estes tem em reconhecer as diferentes representações semióticas para o objeto de estudo, o que ocasiona a não compreensão integral do conteúdo. Sobre este assunto Duval (2009, p.51) destaca: “a compreensão (integral) de um conteúdo conceitual repousa sobre a coordenação de ao menos dois registros de representação, e esta coordenação se manifesta pela rapidez e a espontaneidade da atividade cognitiva de conversão”.

Isto implica em os discentes transitarem de um registro a outro por meio das atividades coordenadas pelo pensamento cognitivo, porém, este percurso não foi identificado nas análises inferidas para esse instrumento de coleta de dados.

4.3.3 Intervenção no processo de ensino de funções: as possibilidades de contribuição do Winplot

O segundo encontro pedagógico com o intuito de contribuir com o cenário de aprendizagem do conteúdo de funções e apresentar o *software* Winplot como ferramenta pedagógica para os alunos, teve a duração de duas horas aula. Utilizando data show como

suporte, iniciou-se a aula apresentando a interface e os principais comandos do *software* aos estudantes.

Faz-se importante relatar que, no momento em que os alunos se depararam com a interface do *software*, começaram os risos na sala de aula, pois estes não o conheciam e fizeram questionamentos sobre como aquela ferramenta tão simples poderia auxiliá-los no estudo de funções. Eles demonstraram curiosidade, a todo o momento, para conhecê-la. Isto nos levou a ter maior cuidado em explorar de forma detalhada *menu a menu*, dando ênfase nos comandos que seriam utilizados na aula laboratorial (ANEXO 02).

Apresentamos ainda aos alunos a notação⁷ utilizada pelo programa. Os alunos sentiram certa dificuldade em entender sobre a notação utilizada pelo *software*, o que já era esperado em virtude de estarem diante de algo novo, mas a partir do momento em que explicamos exemplos de funções utilizando o Winplot, percebemos, aos poucos, que eles se familiarizaram com a ferramenta. O que não foi surpresa, tendo em vista que os jovens possuem acentuada intimidade com os recursos tecnológicos.

O terceiro momento realizou-se no laboratório de informática com duração de seis aulas, sendo quatro destinadas à explanação do conteúdo e a resolução de atividades e as duas restantes destinadas à resolução do pós-teste. Este encontro pode ser considerado o mais importante para a análise da pesquisa, objetivando utilizar e investigar o *software* Winplot como ferramenta tecnológica para o estudo de funções afins e quadráticas, e assim captar a visão dos alunos relacionada ao uso dos recursos tecnológicos durante as aulas de matemática.

Um dos objetivos centrais da matemática para o EM refere-se em “reconhecer representações equivalentes de um mesmo conceito, relacionando procedimentos associados às diferentes representações” (BRASIL, 2006, p. 42). O *software* por sua vez, proporciona aos alunos estas diferentes representações, uma vez que é possível ver em sua interface a representação algébrica e gráfica para o objeto em estudo.

Assim elaboramos uma atividade e esta foi entregue aos alunos para que fazendo uso do recurso tecnológico tentassem resolver as questões. A atividade dividia-se em duas partes: a primeira relacionada ao estudo das funções afins e a segunda parte direcionada ao estudo das funções quadráticas.

A *priori*, como aconteceu no encontro inicial, fizemos uma breve introdução sobre o conteúdo, abordamos os principais conceitos no que concerne a gráficos, raiz ou zero e

⁷ É a representação dos sinais convencionados para inserir as funções em sua forma algébrica na caixa do inventário do *software*.

coeficientes, referentes ao conteúdo investigado. Entretanto, desta vez, usamos o *software* para esta introdução. A partir de alguns exemplos elaborados no Winplot relativos à função, relembrávamos definições estudadas na 1ª série do EM.

Além disso, o Winplot proporcionava aos alunos visualizar os gráficos das funções com maior precisão, assim, optamos por uma exploração minuciosa sobre cada definição a partir da representação gráfica. Este procedimento foi adotado considerando as dificuldades que os alunos sentem em analisar situações que decorrem da interpretação gráfica. Acerca desse assunto, Oliveira (*apud* Delgado, 2010, p. 34) revela:

O fato de muitos Livros Didáticos apresentarem primeiro as funções na sua forma algébrica e depois o seu gráfico, sem fazer o caminho inverso, constitui um obstáculo didático para a resolução de problemas que partem da situação inversa, ou seja, do quadro geométrico para o algébrico. Além disso, o aluno não percebe a necessidade de se trabalhar no quadro geométrico. A passagem de um quadro para outro é feita sem nenhuma explicação ou sem nenhuma necessidade aparente.

Nesse sentido, buscamos mostrar por meio do Winplot a importância que o quadro geométrico desenvolve na compreensão de algumas definições de funções. Explicamos a eles o que representava cada eixo ortogonal e como poderiam localizar no gráfico as raízes ou zeros da função, além de elucidarmos a relação existente entre o coeficiente linear e o ponto de intersecção no eixo y.

Após essa explanação, era o momento dos alunos explorarem o Winplot. Com a atividade em mãos e com o auxílio do *software*, eles responderam as questões propostas. Os alunos permaneceram entusiasmados a cada tarefa realizada, mesmo com a restrição do espaço pequeno e quente, visto que o tamanho da sala era insuficiente e o aparelho condicionador de ar estar com defeito. Assim, calor incomodou, mas não o suficiente para desmotivar a realização da atividade, tendo em vista que se tratava de uma ferramenta nova e que assim mantinha por mais tempo a atenção deles.

Acerca das questões propostas na atividade, usando a representação algébrica e gráfica procuramos coincidir com as teorias de Duval (2009) quando este enfatiza que o conhecimento só pode ser instigado por meio de uma atividade representativa, em outras palavras, por meio de um registro semiótico. Assim, ao fazer uso do *software*, os alunos poderiam manipular ao mesmo tempo, tanto a representação algébrica quanto a representação gráfica.

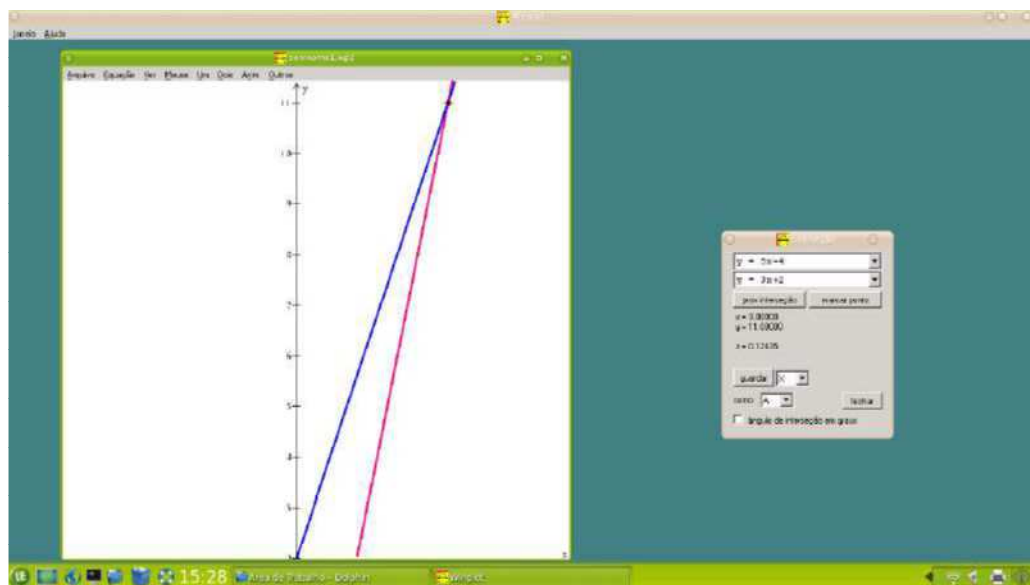
Nesse sentido, uma das questões da atividade proposta pedia para que o aluno, ao utilizar o *software*, construísse o gráfico da função $f(x) = 3x - 5$ e determinasse em que valores de x o gráfico interceptava os eixos x e y. Os discentes não demonstraram

dificuldades em realizá-la, contudo, solicitaram orientação da pesquisadora para a inserção de algumas expressões.

Os dados obtidos possibilitaram observar que os alunos conseguiram com mais facilidade retirar os dados dos gráficos e assim identificarem os valores que tocavam os eixos coordenados, quando comparados aos exemplos explorados no primeiro momento.

Outra questão da atividade era a construção de dois gráficos em um mesmo plano cartesiano e a partir destes identificar os pontos de interseção das funções $f(x) = 5x - 4$ e $g(x) = 3x - 2$.

Figura 06 – Gráfico da atividade



Fonte: elaborado pela autora

Ainda que essa questão exigisse um pouco mais de atenção por parte dos alunos para que pudessem resolvê-la, estes a executaram com tranquilidade. Se observarmos a Figura 08, percebe-se que o *software* proporciona a visualização precisa do ponto de encontro entre as duas retas, o que possibilitou aos discentes localizarem de forma ágil o ponto de intersecção das duas funções. Isso permitiu que eles vissem o conteúdo de funções em uma perspectiva diferente, menos monótono. Isto porque, ao inserirem a função na sua forma algébrica na caixa do inventário, são gerados gráficos que podem ser estudados, observando comportamentos e características de cada função, sejam elas em aspectos gerais ou particulares.

Ainda na mesma atividade, propôs-se trabalhar com o gráfico das funções quadráticas. Este momento foi o que os alunos demonstraram maior dificuldade para a inserção das expressões algébricas, pelo fato das funções serem de grau dois. No entanto, apresentamos um exemplo com o auxílio do data show e logo conseguiram inserir os dados de forma correta.

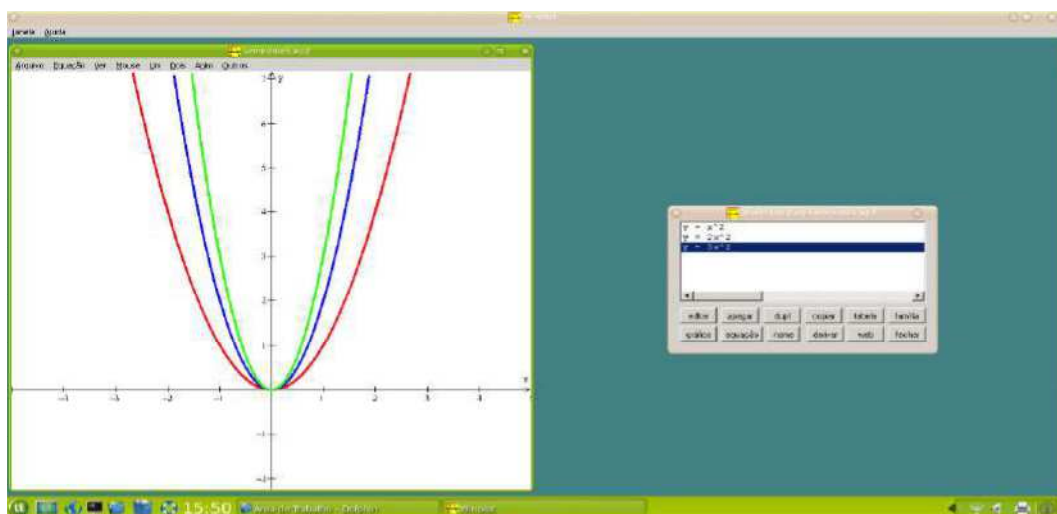
Outra ressalva relacionada a esta parte da atividade é que ela exigia maior interpretação gráfica, em que os sujeitos investigados deviam perceber que o gráfico da função quadrática é formado por uma parábola, diferente da função de 1º grau que é formado por uma reta. E dependendo do valor de Δ , a parábola pode intersectar o eixo x em um ou dois pontos, ou ainda em nenhum ponto (DANTE, 2011). O que ainda significa dizer que os valores de x cruzados pela parábola no eixo das abscissas são denominados raízes ou zeros da função.

A questão trabalhada solicitava que os estudantes construíssem o gráfico da função $f(x) = -x^2 - 2x$ e determinassem suas raízes. O *software* possibilitou a visualização gráfica de forma rápida, o que ajudou os alunos a fazerem a análise, e de forma concisa responderem que as raízes da função seriam 0 e -2.

Outra questão direcionava ao estudo do comportamento da parábola ao aumentar ou diminuir o coeficiente a . Os alunos foram convidados a construir em um mesmo plano cartesiano os gráficos das funções: $f(x) = x^2$, $f(x) = 2x^2$ e $f(x) = 3x^2$. A partir da visualização da figura os discentes fariam a análise do comportamento das parábolas.

Nesta atividade, inicialmente, no primeiro momento em que se questionou sobre o que eles conseguiam definir a partir daquela visualização, nenhum aluno respondeu. Assim, solicitamos que eles apagassem os gráficos das funções e os plotassem novamente. No entanto, desta vez eles esboçariam as representações com cores diferenciadas para que assim, pudessem analisar de forma precisa o comportamento das parábolas. O comando de cores do Winplot proporciona personalizar a cor de cada linha, o que, de certo modo, facilitou a interpretação da figura.

Figura 07 – Gráficos das funções quadráticas



Fonte: elaborado pela autora

De acordo com a visualização da figura 09, duas das respostas dadas pelos alunos foram as seguintes: “*na medida em que aumentamos os valores de a , a parábola se fecha e à medida que diminuimos os valores de a , a parábola fica mais aberta*”, aluno H. Nesse mesmo sentido, o aluno O explicita sua compreensão, “*Quando aumentamos o coeficiente a , ela se aproxima do eixo y . E quando diminuimos o valor do coeficiente a , ela se afasta do eixo y* ”.

Embora, estes alunos não tenham usado termos matemáticos para definir o comportamento dos gráficos, as respostas por estes apresentadas mostraram-se em consonância às explicações abordadas em livros matemáticos, a exemplo de Dante (2011). Este explica o parâmetro a como o responsável pela concavidade e abertura da parábola, em outras palavras, “quanto maior o valor absoluto de a , menor será a abertura da parábola” (DANTE, 2011, p. 170).

Assim, a visualização precisa nos registros gráficos, que o *software* proporcionou ao ser utilizado no trato do conteúdo de funções e considerando o desenvolvimento cognitivo dos alunos diante da atividade proposta, coincide com o que preconiza a teoria de Duval (2009). O autor assevera que os objetos matemáticos por não serem diretamente acessíveis a percepção, requerem diferentes representações semióticas para a sua conceitualização. Neste contexto, podemos dizer que o Winplot auxiliou nas articulações entre os diferentes registros de representação semiótica, facilitando aos estudantes o ato de ler e interpretar as informações gráficas, deste modo, contribuindo para uma melhora qualitativa na aprendizagem do conteúdo das funções afins e quadráticas.

Vale ressaltar de que todas essas atividades poderiam ser realizadas algebricamente, no entanto o *software* Winplot possibilitou agilidade na construção gráfica e assim colaborou de forma significativa para as análises realizadas pelos alunos. Nesse aspecto, a aula laboratorial foi bastante proveitosa, o entusiasmo e a motivação dos participantes tornaram-se perceptíveis, considerando os questionamentos realizados a fim de suprir as dúvidas existentes a cada exemplo explorado.

Após a aula no laboratório, retornamos à sala de aula para que os alunos realizassem o pós-teste. Este era composto com questões específicas ao conteúdo de funções e também por questões que inferiam a opinião deles acerca da utilização do *software* como ferramenta auxiliar no ensino-aprendizagem da matemática. O tempo foi estipulado em cinquenta minutos para que os estudantes respondessem ao questionário. Vale ressaltar que o tempo disponibilizado para a resolução do pré e do pós-teste foi semelhante.

Percebeu-se que os alunos se sentiram mais seguros para as respostas do questionário, pois apresentavam-se mais concentrados na resolução dos itens. O fato é constatado pela diferença do tempo gasto entre a realização do pré-teste e do pós-teste. Enquanto no primeiro eles demoraram apenas quarenta minutos para responderem deixando várias lacunas, no pós-teste eles ultrapassaram em dez minutos o tempo estipulado com mais qualidade nas respostas.

4.4. ANÁLISE DO PÓS-TESTE

Esta seção apresenta a análise dos resultados obtidos com a aplicação do pós-teste aplicado aos alunos participantes desta investigação. O instrumento buscou captar a visão deles sobre o uso dos recursos tecnológicos durante as aulas de matemática e se de fato o *software* Winplot pode ser considerado um facilitador no ensino-aprendizagem para o conteúdo de funções afins e quadráticas.

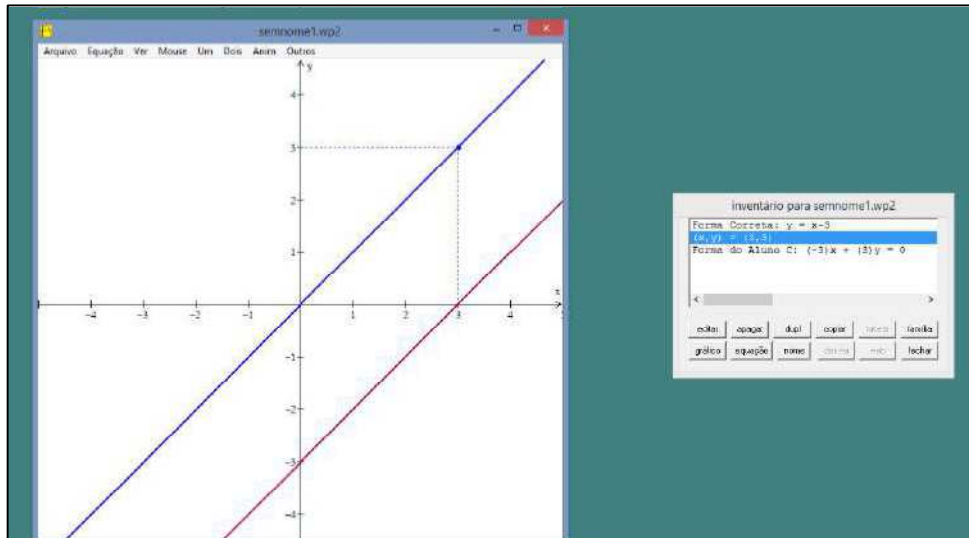
4.4.1. Questões referentes ao conteúdo das Funções afins e quadráticas

As questões do pós-teste foram semelhantes às do primeiro instrumento, com exceção do item 2, mas com o mesmo grau de dificuldade. Outra diferença que se apresenta no pós-teste refere-se ao uso do Winplot, pois os participantes foram inquiridos acerca das contribuições do *software* para a aprendizagem, se já o conheciam e como avaliam o conhecimento após o auxílio dessa ferramenta no estudo de funções.

Assim, o segundo formulário continha questões idênticas ao primeiro, acrescido de outros itens. A primeira tratava da construção do gráfico da função afim função $f(x) = x - 3$ e identificação dos pontos que interceptavam os eixos x e y ; identificando os coeficientes angulares e lineares; além da definição do que o coeficiente linear representa, descrevendo as suas coordenadas. A figura seguinte representa o gráfico da referida função demonstrando em sua linha vermelha a forma correta em que a reta intercepta o eixo x e o ponto em que corta o

coeficiente linear, enquanto a linha em azul representa o traço gráfico esboçado pelos alunos que erraram a questão.

Figura 08 – Representação da função $f(x) = x - 3$



Fonte: elaborado pela autora

Dos quinze (15) alunos que tiveram seus pós-testes analisados, todos construíram a forma gráfica corretamente. No item 1.a., pediu-se para identificarem o ponto de intersecção no eixo das abcissas e todos eles responderam de forma correta. No item 1.b. eles teriam apenas que identificar se o gráfico tocava o eixo das ordenadas e, posteriormente, em que ponto isso acontecia. Nesse item houve quatorze (14) acertos e um (01) erro. No item 1.c. que versava sobre a identificação, representação e coordenadas dos coeficientes da função, os alunos obtiveram onze (11) acertos, três (03) erros e dois (02) brancos.

Os dados apontam evolução referente à aprendizagem dos alunos, se comparados aos dados do pré-teste, principalmente se atentarmos para os itens b e c. Os respondentes, a partir da visualização da imagem, teriam que observar o comportamento do gráfico. Acreditamos que o estudante, muitas vezes, não conhece os diferentes termos matemáticos e quando a forma da linguagem é modificada estes encontram sérias dificuldades para relacioná-las.

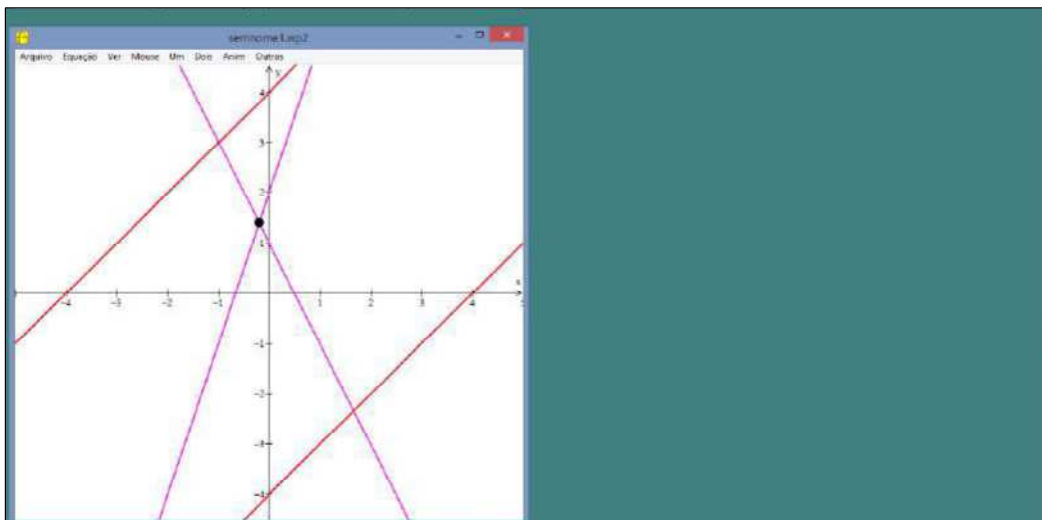
Ao explorarmos a visualização gráfica no momento da aula no laboratório, tentamos, ao máximo, mostrar as diferentes relações em que os termos matemáticos podem ser inferidos e por isso supomos que na realização desta questão eles tenham tido melhor desempenho. Conseguindo converter e transitar de uma representação a outra, de forma satisfatória, mostrando que eles identificaram, ao menos, duas representações para o objeto em estudo.

A segunda questão versava sobre o esboço do gráfico das funções: $f(x) = -2x + 1$ e $g(x) = 3x + 2$ no mesmo eixo de sistemas ortogonais e na sequência, a identificação se os

gráficos tinham ponto em comum e quais as coordenadas desses pontos. Uma das formas de resolução para essa questão seria igualar uma função a outra e calcular algebricamente o valor de x , para depois substituí-lo em quaisquer das funções e assim descobrir o valor de y . Os valores encontrados para x , y seriam a coordenada do ponto de intersecção entre as duas retas.

A figura abaixo representa o gráfico da referida função demonstrando em linhas rosa as retas das funções $f(x)$ e $g(x)$ e o ponto de encontro onde as duas retas se cruzam, enquanto as linhas em vermelho representam o traço gráfico esboçado pelos alunos que não alcançaram o rendimento esperado na questão.

Figura 09 – Representação gráfica das funções $f(x) = -2x + 1$ e $g(x) = 3x + 2$



Fonte: elaborado pela autora

O rendimento dos alunos nessa questão para a forma gráfica foram nove (09) acertos e seis (06) erros. Para o item 2.a. que versava sobre o ponto em comum dos gráficos, nove (09) alunos acertaram, três (04) erraram e dois (02) deixaram em branco. No item 2.b. que tratava sobre qual coordenada seria o ponto de encontro das duas retas, seis (06) estudantes acertaram, seis (06) erraram e três (03) deixaram em branco.

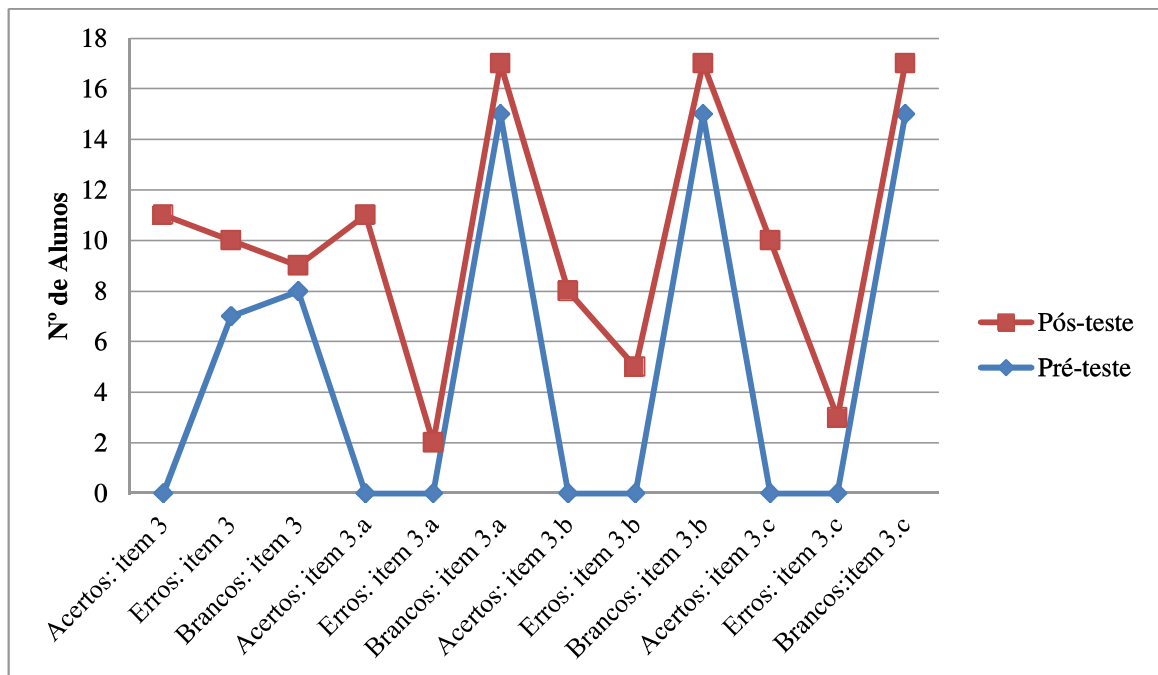
É importante ressaltarmos que embora os seis (06) alunos que errarem o item b, quatro (04) deles identificaram a coordenada do ponto de intersecção da seguinte forma: “em x , entre $x = -1$ e $x = 0$. Em y , entre $y = 1$ e $y = 2$. Usando termos matemáticos a forma correta seria: $(-1/5, 5/3)$.

No entanto, a maneira da resposta fornecida pelos discentes evidencia que o estudo do conteúdo com o auxílio do *software* possibilitou despertar o raciocínio interpretativo, auxiliando nas articulações dos registros semióticos.

A terceira questão versava sobre o esboço do gráfico da função de 2º grau e a intersecção dessa com os eixos cartesianos. Dos quinze (15) alunos que realizaram o pós-

teste, acertaram a forma gráfica onze (11) alunos, três (03) erraram e um (01) deixou em branco. No item 3.a houve um total de onze (11) acertos, dois (02) erros e dois (02) brancos. No item 3.b oito (08) alunos acertaram, cinco (05) erraram e dois (02) deixaram em branco. No item 3.c dez (10) acertos, três (03) erros e dois (02) brancos. O gráfico a seguir mostra com mais detalhes os resultados.

Gráfico 04: Desempenho dos alunos: pré-teste e pós-teste.



Fonte: elaborado pela autora

Ao compararmos os dois instrumentos para essa questão, percebemos que os alunos evoluíram de forma significativa, pois a proporção de acertos foi maior e o número de opções em branco diminuiu. Quanto à definição de raiz de uma função e sua representação no gráfico, sete (07) alunos acertaram, cinco (05) erraram e três (03) deixaram em branco.

Na questão seguinte, esta explorava a interpretação gráfica e o estudo dos sinais para os valores de “a” na função. De acordo com a concavidade da parábola os alunos deviam identificar qual gráfico seria $a > 0$ e $a < 0$. Para este item, 09 alunos responderam de forma correta e 06 alunos erraram.

Não é necessária muita atenção para percebermos as dificuldades que os alunos sentem para assimilar propriedades e conceitos do conteúdo de funções. É perceptível a deficiência na aprendizagem ao manipular tanto a forma algébrica quanto o modo gráfico. E se os estudantes são desafiados a mudar de uma representação a outra, o número de erros é exorbitante.

No entanto, percebemos que após proporcionar um estudo realizado por meio do *software* Winplot, em que o aluno teve possibilidade de visualizar mais de uma representação semiótica para o objeto matemático, a curiosidade foi aguçada, além do interesse e a motivação, contribuindo para melhor compreensão do conteúdo em estudo. Nesse sentido Kenski (2007, p.45) enfatiza:

As novas tecnologias de comunicação (TICs), sobretudo a televisão e o computador, movimentaram a educação e provocaram novas mediações entre a abordagem do professor, a compreensão do aluno e o conteúdo veiculado. [...] Quando bem utilizadas, provocam a alteração dos comportamentos de professores e alunos, levando-os a um melhor conhecimento e maior aprofundamento do conteúdo estudado.

Desta forma, podemos inferir que a proposta de ensino de funções afins e quadráticas com o *software* Winplot foi válida, contribuindo para um progresso na aprendizagem dos alunos por meio de ambientes informatizados e pelas representações semióticas realizadas.

4.4.2 Contribuições do *software* Winplot para a aprendizagem dos discentes

A segunda parte do pós-teste inferia-se sobre a opinião dos alunos a respeito do Winplot como ferramenta auxiliar no conteúdo de funções afins e quadráticas.

A primeira questão investigava se os alunos já conheciam o *software* Winplot: 100% dos respondentes negaram qualquer intimidade com este recurso tecnológico.

Investigamos as habilidades que melhor foram compreendidas após o uso do *software*, e este item admitia que cada respondente assinalasse mais de uma opção. Nesse sentido, dez (10) alunos afirmaram que “na compreensão conceitual sobre funções”; treze (13) estudantes informaram ser “na leitura e interpretação gráfica”; sete (07), “na construção de gráficos relacionados às Funções Polinomiais”; quatro (04) escolheram: “na conversão da representação algébrica para a representação de gráficos”; onze (11) afirmaram que melhorou a compreensão “na resolução de exercícios que envolvam gráficos de funções”.

Ao atentarmos para as habilidades que o *software* Winplot contribuiu no estudo do conteúdo de funções, a opção mais destacada pelos alunos foi: *leitura e interpretação gráfica*. Isso implica dizer que a interface do *software* possibilita maior precisão nestas visualizações, proporcionando aos discentes a leitura e a interpretação gráfica de forma mais satisfatória. Se observarmos os dados do pós-teste, há consonância com essa afirmação dada pelos alunos, tendo em vista que as respostas inferidas a leitura e interpretação gráfica melhoraram de forma significativa.

Por fim, a auto avaliação do conhecimento dos alunos relacionado ao conteúdo de funções após o uso do *software* foi averiguada. Cinco (05) alunos avaliaram o conhecimento como bom e dez (10) o avaliaram como regular.

Ainda que o *software* tenha possibilitado melhoras na aprendizagem dos alunos, denota-se que eles sentem a necessidade de aprenderem mais, isso é notório pelo fato de 66% dos discentes investigados, auto avaliarem o próprio conhecimento como regular. No entanto, vale salientar que no primeiro instrumento, quando avaliados, 31% deles consideravam o conhecimento para o conteúdo de funções sendo ruim.

Comparando esses aos resultados obtidos no pré-teste, percebe-se que os participantes alcançaram maior número de acertos, principalmente nas análises gráficas. E mesmo a quantidade de erros apresentados no pós-teste sendo significativa, vale ainda atentarmos para o alto índice de questões em branco que foram deixadas na realização do pré-teste. Isto sinaliza para o fato de que os estudantes tentaram resolver mais questões no pós-teste, o que implica dizer que as chances de acontecerem erros são maiores. Ainda se pressupõe que, para estes tentarem responder uma quantidade maior de questões deve-se ao fato de sentirem-se mais seguros e confiantes após o uso do *software*.

Observamos de modo geral que as análises proferidas nesta seção confirmam nossas inquietações manifestadas no início deste trabalho. O ensino-aprendizagem da matemática ainda enfrenta muitos obstáculos, as dificuldades que os discentes encontram para associar os diferentes termos matemáticos são preocupantes.

Por sua vez, se os docentes não se abrem a conhecer o leque de possibilidades que esta ciência oferece para modificar o cenário do ensino-aprendizagem, os problemas encontrados serão maiores. Professores prendem-se a termos adotados pelo livro didático ou mesmo em recursos limitados, a exemplo da lousa e do pincel, não abrem-se a novas possibilidades metodológicas, e ainda que, os PCNEM e as Orientações Curriculares apontarem a inovação e os recursos tecnológicos como possibilidade de despertar o aluno ao saber matemático, percebe-se um uso restrito destes recursos.

Destarte, podemos dizer que ambientes informatizados são uns cenários atrativos e dinâmicos para que os outros alunos tenham, de fato, a possibilidade de vislumbrar a matemática em outra perspectiva, menos monótona, sobretudo para estudantes que a consideram com uma matéria “chata”.

Podemos então dizer que o *software* Winplot quando associado às teorias de Raymond Duval, sendo considerado como representação semiótica para o estudo de funções afins e

quadráticas, possibilita aos alunos novos significados, despertando o pensamento cognitivo, aquele em que se acumula todo o conhecimento adquirido ao longo da trajetória educacional. O conhecimento matemático não deve ser algo pronto e acabado. O aluno precisa ser instigado a produzir o seu próprio conhecimento a partir dos já assimilados.

Ao se trabalhar com o *software* como ferramenta pedagógica, proporcionamos aos alunos a realização de tarefas as quais seriam mais difíceis de serem elaboradas apenas com o uso do lápis e papel. Nas construções gráficas, muitas vezes, o professor torna-se impossibilitado de fazer algumas atividades, devido ao tempo de que dispõe.

Por sua vez, construir gráficos de várias funções em um mesmo plano cartesiano requer tempo e prática. Muitas vezes, passar para o aluno a forma pronta e acabada destes sem explorar pontos e coordenadas, definições e conceitos limita o ensino do conteúdo, pois estes procedimentos e fazem diferença na elaboração, produção e sistematização do conhecimento.

Assim, ao usar o *software* neste estudo do conteúdo de funções, procuramos proporcionar acesso aos métodos que contribuíssem para os alunos manipularem objetos matemáticos, de modo a diminuir os entraves existentes na aprendizagem.

Dar enfoque a tecnologia nas aulas de matemática não é tarefa fácil, requer planejamento, conhecimento e vontade de intervir no processo de aprendizagem dos alunos. É algo desafiador, mas os resultados podem fazer a diferença na reconstrução do saber matemático.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção de recursos tecnológicos, a exemplo do *software* Winplot nas aulas de matemática como recurso metodológico com potencial de intervenção no processo de aprendizagem e de percepção sobre a matemática instigou-nos a realização desta pesquisa.

Neste estudo, esforçamo-nos por discutir o ensino de matemática e a decorrente necessidade de renovação de metodologias para o trabalho com esta disciplina, considerando as transformações sociais, comunicacionais, produtivas influenciadas pela forte presença da tecnologia nos dias contemporâneos. Essas mudanças alteram as formas de interação, de trabalho e até mesmo no nível de atenção e motivação dos estudantes atualmente. Esta realidade coloca também para a escola necessidade de reestruturação e adequação para que esta consiga ser mais atrativa e contextualizada com o que está além de seus muros.

Observamos, por outro lado, como o ensino da matemática continua, em geral, preso aos métodos convencionais de ensino e como esta situação implica na aprendizagem de alunos que não demonstram gosto e facilidade em aprender o conteúdo da área. Professores e estudos apontam para as dificuldades de operações matemáticas básicas, portanto tem dificuldade de realizar abstrações e pensar logicamente, estas por sua vez interferem a aprendizagem do conteúdo de funções afins e quadráticas, como discutimos.

Nesse sentido, por todos os aspectos pontuados procuramos conhecer a concepção dos professores relacionada ao uso das TIC's no ambiente educacional e a utilização destes recursos tecnológicos em suas práticas pedagógicas. Constatou-se que os docentes investigados demonstram compreender os benefícios que essas ferramentas podem conseguir para uma aprendizagem mais significativa. No entanto, a pesquisa revelou práticas efetivadas diferente dos discursos proferidos. Demonstraram compreender a importância desses recursos, revelaram utilizá-los, entretanto, os discentes denunciam o desuso das ferramentas tecnológicas.

A pesquisa objetivou também identificar o interesse e motivação dos discentes ao manipularem o *software* como recurso didático para o ensino da matemática no Ensino Médio. Para tanto, foi necessário submetê-los a responderem um questionário, o pré-teste, para investigarmos o nível de compreensão acerca do conteúdo de funções afins e quadráticas antes de realizarmos as atividades no laboratório de informática.

Observamos para o primeiro instrumento de pesquisa aplicado aos alunos, consideráveis dificuldades sentidas para compreender o conteúdo de funções, principalmente quando se infere a conversão do registro algébrico para o gráfico e estes, por sua vez, são desafiados a fazerem a leitura e a interpretação dos dados presentes na representação. Constatamos que os discentes chegam ao EM com deficiências nas operações básicas em Matemática e o conhecimento que devia obedecer a uma sequência e ritmo de desenvolvimento no decorrer de cada série, acaba gerando lacunas no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que não o apreendem da forma e no tempo devidos.

Com o desejo de compreender se o uso de *softwares* educacionais contribuiria de forma significativa com a aprendizagem do conteúdo objeto de reflexão, procuramos investigar o processo de mudança da representação gráfica para a algébrica e vice-versa, observando o papel do *software* no processo ensino-aprendizagem da Matemática.

O *software* possibilita na construção gráfica, a visualização precisa acerca dos conceitos e definições, além de proporcionar ao mesmo tempo a visualização gráfica e algébrica em sua interface. Isto possibilita aos alunos manipularem os termos na expressão algébrica e, de imediato, observarem o comportamento do gráfico facilitando a compreensão do conteúdo.

Notamos que os alunos conseguiram com mais facilidade retirar os dados dos gráficos e assim identificarem os valores que tocavam os eixos coordenados. O Winplot auxiliou nas articulações entre os diferentes registros de representação semiótica, facilitando aos estudantes o ato de ler e interpretar as informações gráficas, contribuindo, deste modo, para uma melhora qualitativa na aprendizagem do conteúdo das funções afins e quadráticas. Levando-se em consideração o que foi observado tanto para as atividades realizadas no laboratório de informática quanto para a análise do segundo instrumento de avaliação utilizado pelos alunos, percebemos que o uso do computador como recurso didático evidencia-se um grande motivador para os discentes, trazendo bons resultados no estudo para o objeto pesquisado.

Deste modo, cabe, também, ao professor, à busca pela inovação de métodos que colaborem com a aprendizagem dos alunos, para que estes sejam despertados pela motivação e o interesse em compreender os objetos matemáticos. É preciso que os estudantes encontrem possibilidades mais atraentes e significativas do que os reducionismos às regras e fórmulas como opção de desprender-se do campo da abstração matemática, a exemplo do uso do Winplot. Eis que os recursos tecnológicos são uma opção para os professores, havendo as

condições necessárias, cabe a estes, a partir da oferta de estrutura pela escola e o mínimo de domínio dos recursos, o interesse e a disposição em utilizá-los com proposta educacional.

O cumprimento dos objetivos específicos foi primordial para analisar a proposta de ensino mediada pela tecnologia, por meio do *software* educativo Winplot no estudo das funções afins e quadráticas. Por todos os aspectos pontuados, essa pesquisa nos ajudou a ampliar o conhecimento a respeito das dificuldades enfrentadas pelos alunos no estudo das funções afins e quadráticas. Além desse, a importância dos recursos tecnológicos no ambiente educacional em promover ambientes atrativos e dinâmicos e colaborar para o processo do ensino-aprendizagem da matemática.

Constatamos ainda que o estudo desta temática sugere novas pesquisas, inclusive no âmbito da pós-graduação em que o Winplot possa ser trabalhado com os alunos de graduação dos cursos de Matemática, como proposta em auxiliá-los no estudo do cálculo, já que este *software* permite trabalhar conteúdos de nível superior. Além disso, a possibilidade de os universitários usando tal ferramenta na graduação possam inseri-la no contexto da educação básica e, assim, fomentem melhorias de aprendizagem e de relação com a ciência matemática.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1980.

BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. et al. **Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador**. In: VALENTE, José Armando. (Org.) **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Unicamp/NIED, 1999. Cap.3. Disponível em: < <http://www.nied.unicamp.br/oea/pub/livro1/>>. Acesso em: 23 de Abril de 2014.

BARBIER, René. **A pesquisa-ação**. Tradução de Lucie Didio. Brasília: Liber Livro Editora, 2007. 159p.

BARUFI, Maria Cristina Bonomi; LAURO, Maira Mendias. **Funções elementares, equações e inequações: uma abordagem utilizando microcomputador**. São Paulo: CAEM-IME/USP, 2001.

BRASIL, Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2006.

BRASIL, Secretaria da educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, MEC, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 1997.

_____, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 2002.

BONOMI, Maria Cristina. **Matemática: objetos e representações**. Seminários de Estudo em Epistemologia e Didática (SEED). Programa de Pós-Graduação em Educação da USP – Universidade de São Paulo, 2007.

CARVALHO, Dione Lucchesi de. **Metodologia do ensino da Matemática**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2009.

COSTA, Arlindo. **Metodologia Científica**. 2ª ed. Mafra: Nosde, 2006.

DANTE, Luiz Roberto. **Contextos & Aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Ática, 2013.

DANTE, Luiz Roberto. **Contextos & Aplicações**. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2010.

D'AMBROSIO, Beatriz S. **Como ensinar matemática hoje? Temas e Debates**. SBEM. Ano II. N2. Brasília. 1989. p. 15-19.

DELGADO, Carlos José Borges. **O ensino da função afim a partir dos registros de representação Semiótica**. 2010. 152f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências na Educação Básica) – Escola de Educação, Ciências, Letras, Artes e Humanidades, Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Duque de Caxias.

DUVAL, Raymond. **Ver e ensinar a matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar os registros de representações semióticas.** CAMPOS, Tânia M. M (Org.). Tradução de Marlene Alves Dias. São Paulo: PROEM, 2011.

DUVAL, Raymond. **Semiósis e pensamento humano: Registros semióticos e aprendizagens intelectuais (Fascículo I).** Tradução de Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

DUVAL, Raymond. **Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática.** In: MACHADO, S. D. A (Org.), **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica.** 4ª ed. Campinas: Papyrus, 2008, p.11-34.

FLORES, Cláudia Regina. **Registros de representação semiótica em matemática: história, epistemologia, aprendizagem.** Bolema, Rio Claro, v. 19, n. 26, p. 01-22, 2006.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da Pesquisa Científica,** 2012. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em 08 de Abril de 2015.

GIARDINETTO, José Roberto Boettger. **Abstrato e o Concreto no Ensino da Matemática: Algumas Reflexões.** Bolema, Presidente Prudente, São Paulo, Ano 11, Nº12, p. 45-57, 1996.

GIARDINETTO, José Roberto Boettger. **Matemática escolar e matemática da vida cotidiana.** 1ª ed. Campinas, SP: Autores Associados, 1999.

GIANERI, G. B. **Tutorial Winplot,** 2005. Disponível em <http://www.ime.unicamp.br/~marcio/tut2005/winplot/043808Gregory.pdf>. Acesso em 27 de Junho de 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em:< <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 14 de Março de 2015.

GRAVINA, Maria Alice; SANTAROSA, Lucila Maria. **A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados.** IV Congresso RIBIE, Brasília 1998.

GÓMEZ, Pedro. **Tecnología y Educación Matemática. Ver. Informática Educativa.** UNIANDÉS – LIDIE. Vol 10, nº 1. p. 93-110, 1997.

GOMES, Alex Sandro; et al. **Avaliação de software educativo para o ensino da Matemática.** Florianópolis: WIE, 2002.

JESUS, Adelmo Ribeiro de. et.al. **Visualizando Funções com o Winplot.** In: BIENAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MATEMÁTICA, I., 2002, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFMG, 2002, p. 01-06.

JESUS, Sílvio Márcio Costa de. **Estudo das funções afins, quadráticas e equações polinomiais com o auxílio do software winplot no ensino médio.** 2013. 110f. Dissertação

(Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista - BA.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas - SP: Papirus, 2007.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 2004.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. et.al. **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 21ª ed, Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra. **As possibilidades didático-pedagógicas de ambientes computacionais na formação colaborativa de professores de Matemática**. In: FIORENTINI, Dario (Org.). **Formação de Professores de Matemática: explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas: Mercado das Letras, 2003. p. 07-22

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de pesquisa em ensino**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOURA, Anna Regina Lanner de; SOUSA, Maria do Carmo de. **O ensino da álgebra vivenciado por professores do Ensino Fundamental: a particularidade a singularidade dos olhares**. In: VII Encontro Paulista de Educação Matemática, 2004, São Paulo. Anais do VII Encontro Paulista de Educação Matemática. São Paulo: USP, 2004. v. 1.

NASCIMENTO, Jeane Gardênia Costa do. **Investigando a utilização de uma sequência didática para o ensino de funções polinomiais de 1º e 2º graus**. 2009. 147f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas-RS.

NEVES, José Luis. **Pesquisa Qualitativa: Características, usos e possibilidades**. Cadernos de Pesquisa em Administração. São Paulo, V.1, Nº 3, 2º SEM./1996.

OLIVEIRA, Janine Alves de; et al. **A Informática no processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, I., 2009, Paraná. Anais... Paraná: UTFPR, 2009.

OLIVEIRA, Nanci. **Conceito de função: Uma abordagem do processo ensino-aprendizagem**. 1997. 134f. Dissertação (Mestrado em Ensino da Matemática) - PUC-SP, São Paulo.

OLIVEIRA, Silva Sales de; NETO, Herminio Borges; GOMES, Alex Sandro. **Avaliação de software educativo para o ensino da matemática – o caso das estruturas aditivas**. Disponível em: <http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/congressos/congressos-avaliacao-de-software-educativo-para-o-ensino.pdf>. Acesso em 15 de maio de 2014

ROSA NETO, Ernesto. **Didática da Matemática**. 12ª ed. São Paulo: Ática, 2010.

SADOVSKY, Patricia. **O ensino de matemática hoje: enfoques, sentidos e desafios.** Tradução de Antonio de Padua Danesi. 1ªed. São Paulo: Ática, 2010.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** 21ªed. São Paulo: Cortez, 2000.

STAREPRAVO, Ana Ruth. **Jogando com a matemática: números e operações.** 1ª ed. Curitiba: Aymarã, 2009.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade.** 8. ed. rev. ampl. São Paulo: Érica, 2008.

VALENTE, José Armando. **Análise dos diferentes tipos de softwares usados na Educação.** In: _____ (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: Unicamp/NIED, 1999. Cap.4. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/oea/pub/livro1/>>. Acesso em: 23 de Abril de 2014.

VALENTE, José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas: Unicamp/NIED, 1999. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/oea/pub/livro1/>>. Acesso em: 23 de Abril de 2014.

<<http://www.ibge.gov.br>>, acessado em 03 de Abril de 2015.

Utilizando o Winplot no ensino médio. Disponível em: <http://www.edumatec.mat.ufrgs.br/atividades_diversas/trabalho_winplot/index.htm>. Acesso em 13 de Junho de 2014

APÊNDICE A – Questionário aplicado com os professores

Dados de identificação

Sexo: () Feminino () Masculino

Idade: () Menos de 30 () Entre 31 e 39 () Mais de 40 anos

Formação Acadêmica: () Graduação () Especialização () Mestrado () Doutorado

Tempo de atuação como:

Professor (a): _____

Professor (a) de Matemática:

() Menos de 5 anos () Entre 5 e 10 anos

() Entre 10 e 15 anos () Mais de 15 anos

1. Em sua opinião (neste item pode assinalar até X opções):

- a) () Os recursos tecnológicos são uma nova possibilidade para o ensino da matemática;
- b) () A tecnologia educacional contribui para despertar o interesse do aluno acerca do conteúdo em estudo;
- c) () Os recursos tecnológicos contribuem para o ensino-aprendizagem;
- d) () A tecnologia nas escolas é pouco utilizada porque a maioria dos professores não sabe utilizá-la.

2. A escola dispõe de recursos para incluir as TIC's no processo de ensino-aprendizagem?

() Sim () Não

Se sim, especifique: _____

3. Você costuma fazer uso dos recursos tecnológicos, a exemplo do computador, data show, calculadora, *softwares* educacionais, etc. para trabalhar os conteúdos da disciplina matemática?

() Nunca () Dificilmente () Quase sempre () Sempre

Se os utiliza, quais são eles? _____

4. De acordo com sua percepção, indique dois (02) pontos positivos e dois (02) pontos negativos sobre o uso das tecnologias nas aulas de matemática.

5. Que metodologia você utiliza para trabalhar o conteúdo de funções?

6. Quais as principais dificuldades que:

a) Você sente ao lecionar o conteúdo de funções?

- () Inovar métodos que facilitem o ensino-aprendizagem dos alunos;
- () Representar graficamente para os alunos o conteúdo de funções;
- () Mostrar o procedimento de conversão do registro algébrico para o registro gráfico

b) Os alunos sentem ao estudar Funções afins e quadráticas?

- () Ler e interpretar gráficos;
- () Compreender os significados dos parâmetros das Funções;
- () Compreender a relação entre os registros gráficos e algébricos;
- () Resolver exercícios envolvendo gráficos de Funções;

APÊNDICE B – Questionário dos alunos (pré-teste)

I. AS NOVAS TECNOLOGIAS

Sobre o acesso à Tecnologia da Informação e Comunicação, informe sua situação:	Sim	Não
Possui Computador em casa:		
Possui conexão de internet em casa:		
A escola possui laboratório de informática:		
A escola disponibiliza internet Wi-fi:		

Sobre sua conexão, informe:	Sim	Não
Utiliza conexão com a internet somente em casa.		
Utiliza conexão com a internet somente na escola.		
Utiliza conexão com a internet em casa e na escola.		

1. O professor costuma fazer uso de recursos tecnológicos, a exemplo do computador, data show, calculadora, entre outros, para trabalhar os conteúdos da disciplina Matemática?

 Sim. Quais? _____
 Não.

2. Os recursos tecnológicos utilizados para ensinar os conteúdos matemáticos, em sua opinião facilitam seu aprendizado?

 Dificilmente Nunca Quase sempre Sempre

3. O uso dos recursos tecnológicos é importante porque:

 desenvolve uma aprendizagem mais motivadora;
 Contribui para a aprendizagem;
 Torna as aulas dinâmicas e interessantes.

4. Em relação ao conteúdo de Funções afins e quadráticas, como você avalia seu conhecimento?

 Ruim Regular Bom Excelente

II. QUESTÕES PRÁTICAS

1. Construa o gráfico da função $f(x) = x - 3$



a) O gráfico toca o eixo x ? Em que valor de x ?

b) O gráfico toca o eixo y ? Em que valor de y ?

c) Qual o coeficiente angular e coeficiente linear da função? O que o coeficiente linear representa? Quais são as coordenadas do coeficiente linear da função?

2. Em um mesmo eixo de sistemas ortogonais, construa o gráfico das funções $f(x) = 2x - 4$ e $g(x) = x - 4$



a) Os gráficos tem ponto em comum? _____

b) Se sim, qual a coordenada desse ponto de intersecção?

3. Construa o gráfico da função $f(x) = x^2 - 3x$



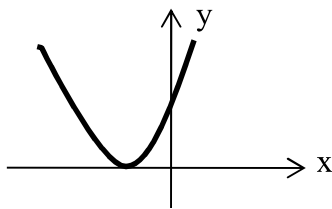
a) O gráfico toca o eixo x ? Em quantos lugares?

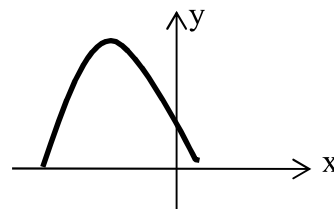
b) O gráfico toca o eixo y ? Em que valor de y ?

c) Qual (is) o (s) valor (es) de x nos pontos em que o gráfico toca o eixo x ?

4. Defina raiz de uma função. O que a raiz representa no gráfico?

5. Indique quais são os sinais de “ a ” nos gráficos da função quadrática $f(x) = ax^2$ dados abaixo:





APÊNDICE C – Questionário dos alunos (pós-teste)**I. QUESTÕES PRÁTICAS**

1. Construa o gráfico da função $f(x) = x - 3$



- a) O gráfico toca o eixo x? Em que valor de x?

- b) O gráfico toca o eixo y? Em que valor de y?

- c) Qual o coeficiente angular e coeficiente linear da função? O que o coeficiente linear representa? Quais são as coordenadas do coeficiente linear da função?

2. Em um mesmo eixo de sistemas ortogonais, construa o gráfico das funções $f(x) = -2x + 1$ e $g(x) = 3x + 2$



- a) Os gráficos tem ponto em comum?

- b) Se sim, qual a coordenada desse ponto de interseção?

3. Construa o gráfico da função $f(x) = x^2 - 3x$



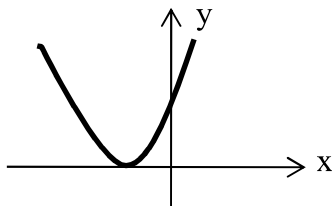
- a) O gráfico toca o eixo x ? Em quantos lugares?

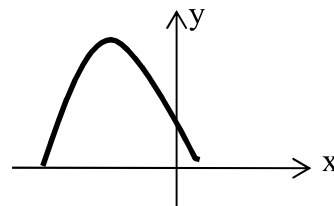
- b) O gráfico toca o eixo y ? Em que valor de y ?

- c) Qual(is) o(s) valor(es) de x nos pontos em que o gráfico toca o eixo x ?

4. Defina raiz de uma função. O que a raiz representa no gráfico?

5. Indique quais são os sinais de “ a ” nos gráficos da função quadrática $f(x) = ax^2$ dados abaixo:





II. NOVAS TECNOLOGIAS

1. Você já conhecia o software Winplot?

() Sim () Não

2. O uso do software Winplot como recurso tecnológico ajudou a melhorar a compreensão do assunto (neste item pode assinalar mais de uma opção):
- Na compreensão conceitual sobre funções;
 - Na leitura e interpretação de gráficos;
 - Na construção de gráficos relacionados as Funções Polinomiais;
 - Na conversão da representação algébrica para a representação de gráficos;
 - Na resolução de exercícios que envolvam gráficos de funções;
 - Não ajudou em nenhuma das alternativas mencionadas acima.
3. Após a utilização do software Winplot como ferramenta auxiliar no conteúdo de Funções afins e quadráticas, como você avalia seu conhecimento?
- Ruim Regular Bom Excelente

APÊNDICE D – Atividade realizada no Laboratório de Informática com o uso do software Winplot

1. Construa o gráfico das funções abaixo e determine em que valores de x o gráfico toca o eixo x e o eixo y :
 - a) $f(x) = 3x - 5$
 - b) $f(x) = 2x + 9$

2. Esboce as funções $f(x) = 5x - 4$ e $g(x) = 3x + 2$ no mesmo plano cartesiano e determine os pontos de intersecção.

3. Construa o gráfico das funções e determine as suas raízes:
 - a) $f(x) = -x - 2x$

 - b) $f(x) = 2x + 4x$

 - c) $f(x) = x + 9$

4. Em um mesmo eixo ortogonal, determine os gráficos das funções: $f(x) = x$; $f(x) = 2x$; $f(x) = 3x$
 - a) O que acontece com a parábola quando aumentamos o valor do coeficiente a ? E se diminuirmos esses valores, o que acontece?

5. No mesmo plano cartesiano, determine os gráficos das funções: $f(x) = -x$; $f(x) = -2x$; $f(x) = -3x$
 - a) O que acontece com a parábola quando aumentamos o coeficiente de a ? E se diminuirmos esses valores o q acontece?
 - b) Quais os números que tocam o eixo x ?

ANEXOS

ANEXO 1 - ABORDAGEM SOBRE O CONTEÚDO DE FUNÇÕES.

**ANEXO 2 - APRESENTAÇÃO DO *SOFTWARE* WINPLOT PARA OS
ALUNOS**

