



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PARA  
PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

ANA LÚCIA DA SILVA

**EXPLORANDO FUNÇÕES POLINOMIAIS COM O AUXÍLIO DO GRAPHMATIC  
EM UMA ESCOLA DA ZONA RURAL**

CAMPINA GRANDE - PB

2011

ANA LÚCIA DA SILVA

**EXPLORANDO FUNÇÕES POLINOMIAIS COM O AUXÍLIO DO GRAPHMATIC  
EM UMA ESCOLA DA ZONA RURAL**

Monografia apresentada à Banca Examinadora como requisito para a obtenção do título de Especialista em Educação Matemática para professores do Ensino Médio, pelo Departamento de Matemática.

Área de Concentração: Educação Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Abigail Fregni Lins (Bibi Lins)

CAMPINA GRANDE - PB

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

S586e

Silva, Ana Lúcia da.

Explorando funções polinomiais com o auxílio do graphmatica em uma escola da zona rural [manuscrito] / Ana Lúcia da Silva. - 2011.

68 f. il. color.

Monografia (Especialização em Educação Matemática para Professores do Ensino Médio) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2011.

“Orientação: Profa. Dra. Abigail Fregni Lins, Departamento de Matemática”.

1. Educação matemática. 2. Função polinomial. 3. Graphmatica. 4. Ensino de matemática. I. Título.

21. ed. CDD 372.7

ANA LÚCIA DA SILVA

**EXPLORANDO FUNÇÕES POLINOMIAIS COM O AUXÍLIO DO GRAPHMATICA  
EM UMA ESCOLA DA ZONA RURAL**

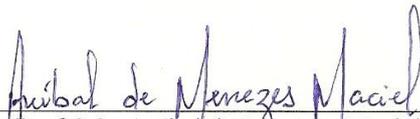
Monografia apresentada à Banca Examinadora como requisito para a obtenção do título de Especialista em Educação Matemática para professores do Ensino Médio, pelo Departamento de Matemática.

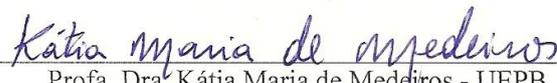
Área de Concentração: Educação Matemática

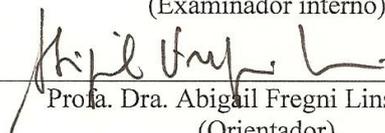
Orientadora: Profa. Dra. Abigail Fregni Lins (Bibi Lins)

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011

Banca Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Ms. Aníbal de Menezes Maciel - UEPB  
(Examinador interno)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Kátia Maria de Medeiros - UEPB  
(Examinador interno)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Abigail Fregni Lins - UEPB  
(Orientador)

CAMPINA GRANDE-PB

2011

Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram para sua realização.

A minha mãe, com imenso carinho, pelo seu exemplo de vida que me deu na formação do meu caráter.

E de modo especial ao meu filho que ainda está para nascer, mas que já o amo profundamente e que vai abrilhantar ainda mais a minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao longo deste trabalho, muitas pessoas auxiliaram-me com conhecimento, incentivo, amizade e amor. Agora que chegamos ao final é tempo de agradecer. E a essas pessoas prestarei, através de poucas palavras, os mais sinceros agradecimentos.

Agradeço a Deus, pela grande força espiritual que me guiou desde o primeiro momento do curso e em todos os outros de minha vida.

À minha mãe e ao meu namorado pela compreensão por todos os bons momentos que deixei de compartilhar, dedicados aos estudos e pelo incentivo para continuar na caminhada.

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Abigail Fregni Lins, pela paciência e confiança depositada.

Aos alunos, professores e diretora da Escola Municipal José Hermínio Bezerra Cabral pela participação no processo de pesquisa.

Aos examinadores, docentes, colegas e coordenador do curso de especialização, pela dedicação, incentivo e paciência.

Aos alunos que fizeram parte desta pesquisa.

A todos os meus familiares e amigos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

“A primeira idéia que uma criança precisa ter é a da diferença entre o bem e o mal. E a principal função do educador é cuidar para que ela não confunda o bem com a passividade e o mal com a atividade.”

**Maria Montessori (1970-1952), pedagoga italiana**

## RESUMO

SILVA; A.L. **Explorando Funções polinomiais com o auxílio do Graphmatica em uma escola da Zona Rural**. 2011. Monografia (Especialização) - Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande, 2011.

A pesquisa, aqui descrita, relata uma investigação de caráter quantitativo e qualitativo, que teve como objetivo investigar a apropriação de conceitos relativos à função polinomial do 1º grau, utilizando o aplicativo *Graphmatica* por alunos do 1º Ano do Ensino Médio. Com esse objetivo em mente, o estudo se propôs a responder aos seguintes questionamentos: Qual o resultado que se obtém quando os alunos são direcionados para construir o saber matemático sem, contudo, serem direcionadas as respostas? Como o aluno se comporta diante de uma pesquisa de investigação utilizando o computador? Como se dá a aprendizagem deste aluno, mediante a utilização do computador? Como o computador pode ajudar no processo de ensino aprendizagem de Matemática? Como o uso desses recursos pode contribuir para melhorar o ensino-aprendizagem dos conteúdos de funções polinomiais? Para tanto, realizamos um estudo com alunos do 1º Ano do Ensino Médio de uma escola pública na Zona Rural do Município de Barra de Santana-PB. A pesquisa foi realizada através de Exercícios (Avaliação Inicial e Avaliação Final); Questionários, observação participante e a intervenção com o aplicativo *Graphmatica*. O estudo está fundamentado na Teoria das Situações Didáticas e do Contrato Didático desenvolvida na escola francesa por Guy Brousseau. A princípio, o conteúdo função polinomial do 1º grau teve abordagem convencional, com uma pequena revisão através de aulas expositivas. Em um segundo momento foi aplicada uma avaliação inicial para verificar os conhecimentos prévios dos alunos. Foram aplicados Questionários, antes e depois da intervenção com o *Graphmatica*. Após a intervenção, os alunos realizaram uma Avaliação Final. Buscou-se nessa pesquisa verificar e comparar o ensino desse conteúdo na forma tradicional e o ensino com o auxílio do aplicativo. O ambiente de pesquisa foi a própria sala de aula. Os dados analisados indicaram que o uso do computador, mas especificamente, do aplicativo *Graphmatica*, são contextos frutíferos para aprendizagem, pois possibilita a construção de gráficos e a observação de relações entre pontos notáveis nos gráficos, cortes em eixos, simulações de aplicações no cotidiano, entre outras funcionalidades. A pesquisa contribui também para a conscientização do uso da Tecnologia como ferramenta de aprendizagem, em especial para o ensino de Matemática.

**Palavras-chave:** Educação Matemática. Funções Polinomiais. Graphmatica. Ensino Médio. Situações Adidáticas

## ABSTRACT

SILVA, AL Exploring Polynomial using Graphmatica in a Rural Secondary School . 2011. Monograph (Specialization) - State University of Paraíba - UEPB, Campina Grande, 2011.

The research work described an investigation of quantitative and qualitative nature, which aimed to investigate the appropriation of concepts related to first degree polynomial function by using the software Graphmatica with secondary students from Year 1. With this goal in mind, the study sought to answer the following questions: What did you get when students are directed to build mathematical knowledge without the answers being targeted? How the students behave in a survey on research using the computer? How are these students learning, using the computer? Why the computer can help the process of teaching and learning of mathematics? As use of these resources can help to improve teaching and learning of the contents of polynomial functions? We carried out a study with students in 1st year secondary school at a public school in the rural area Santana-PB. The research was conducted through Exercise (Initial and Final Assessment) questionnaires, participant observation and intervention with the software Graphmatica. The study was based on the Theory of Didactic Situations and the didactical contract in the French school developed by Guy Brousseau. At first, the content of a first degree polynomial function took the conventional approach, with a short review by lecture. In a second stage, it was applied an initial assessment to check students' prior knowledge. Questionnaires were gave them. One before and one after the intervention with Graphmatica. After the intervention, the students took a final evaluation. This study sought to examine and compare the teaching of content and teaching in the traditional manner with the aid of the software. The research environment was the classroom itself. The data analysed indicated that computer use, specifically, the software Graphmatica, are fruitful contexts for learning because it enables the construction of graphs and the observation of relations between notable points in the graphs, axes cuts, simulations and other applications in everyday features. The research also contributes to the awareness of the use of technology as a learning tool, especially for teaching mathematics.

Keywords: Mathematics Education. Polynomial Functions. Graphmatica. Secondary School. Adidactical Situation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Plano Cartesiano.....	9
<b>Figura 2</b> – Coordenadas Geográficas.....	10
<b>Figura 3</b> – Planta da cidade de Palmas.....	11
<b>Figura 4</b> – E Tabuleiro de Xadrez.....	11
<b>Figura 5</b> – Diagrama de flechas.....	12
<b>Figura 6</b> – Gráfico da função $y=3x-2$ .....	13
<b>Figura 7</b> – Gráfico da função $y=3x$ .....	13
<b>Figura 8</b> – Gráfico da função $y=x$ .....	14
<b>Figura 9</b> – Gráfico da função constante $y=5$ .....	14
<b>Figura 10</b> – Representações do zero da função polinomial do 1º grau $y = x - 3$ .....	15
<b>Figura 11</b> – Gráfico da função $y=3x-2$ , $a=2>0$ , função crescente.....	15
<b>Figura 12</b> – Gráfico da função $y=-3x-2$ , $a=2<0$ , função decrescente.....	16
<b>Figura 13</b> – Gráfica das funções $y = 3x + 2$ , $y = 3x + 1$ , $y=3$ , $y =3x -1$ e $y = 3x-2$ .....	16
<b>Figura 14</b> – Gráficos das funções $y = x + 1$ , $y = 2x + 1$ , $y =3x + 1$ e $y = 4x + 1,5x+1$ .....	16
<b>Figura 15</b> – Triângulo Didático.....	21
<b>Figura 16</b> – Síntese da Teoria das Situações Didáticas.....	23
<b>Figura 17</b> – Contrato da proposta didática.....	29
<b>Figura 18</b> – Questionário I – QI.....	33
<b>Figura 19</b> – Questionário II – QII.....	33
<b>Figura 20</b> – Questionário III-QIII.....	33
<b>Figura 21</b> – Lista de Exercícios – AI.....	35
<b>Figura 22</b> – Lista de Exercícios – AF.....	35
<b>Figura 23</b> – Porcentagem da utilização do computador pelos sujeitos da pesquisa.....	38
<b>Figura 24</b> – Domínio dos alunos no uso do computador.....	39
<b>Figura 25</b> – O uso de aplicativos pelos alunos.....	40
<b>Figura 26</b> – Satisfação em usar o computador.....	40
<b>Figura 27</b> – A utilização do computador para aprender conteúdos escolares.....	41
<b>Figura 28</b> – O uso de <i>aplicativos</i> na escola.....	42
<b>Figura 29</b> – Se o computador auxilia a aprendizagem segundo os alunos.....	43
<b>Figura 30</b> – A expectativa de que o computador é um bom recurso de aprendizagem.....	43
<b>Figura 31</b> – Avaliação da aprendizagem de funções antes da atividade com o Graphmatica ..	45

<b>Figura 32</b> – Gráfico construído pelos alunos alterando somente o coeficiente linear e mantendo o coeficiente angular.....	45
<b>Figura 33</b> – Gráfico construído pelos alunos mantendo o coeficiente linear e alterando o coeficiente angular.....	46
<b>Figura 34</b> – Conclusão dos alunos segundo a análise dos gráficos construídos .....	46
<b>Figura 35</b> – Atividade resolvida com o auxílio do <i>Graphmatica</i> .....	47
<b>Figura 36</b> – Avaliação final da aprendizagem de Funções.....	48
<b>Figura 37</b> – Depoimento do aluno A.....	48
<b>Figura 38</b> – Depoimento do aluno B.....	49
<b>Figura 39</b> – Depoimento do aluno C.....	49
<b>Figura 40</b> – Depoimento do aluno D.....	49
<b>Figura 41</b> – Depoimento do aluno E .....	49
<b>Figura 42</b> – Depoimento do aluno F .....	49
<b>Figura 43</b> – Depoimento do aluno G .....	50
<b>Figura 44</b> – Depoimento do aluno H .....	50
<b>Figura 45</b> – Depoimento do aluno I .....	50
<b>Figura 46</b> – Depoimento do aluno J .....	50
<b>Figura 47</b> – Depoimento do aluno K .....	51
<b>Figura 48</b> – Depoimento do aluno L .....	51

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Relacionando o tempo de acesso a Internet com o valor a ser pago .....	11
<b>Quadro 2</b> – Apresentando os valores do domínio, lei de formação e os valores do contradomínio .....	12
<b>Quadro 3</b> – Definição da Teoria das Situações Didáticas .....	24
<b>Quadro 4</b> – Contrato da proposta didática .....	29

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
SOBRE MINHA JORNADA .....	1
SOBRE A PESQUISA .....	1
<b>CAPÍTULO I – ESTUDOS SOBRE FUNÇÕES POLINOMIAIS</b> .....	6
1.1 TECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA .....	6
1.2 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE FUNÇÕES .....	6
1.3 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA FUNÇÃO POLINOMIAL DO 1º GRAU .....	8
1.3.1 Plano cartesiano .....	8
1.3.2 Lei de formação de uma função do 1º grau .....	11
1.3.3 Domínio, Contradomínio Imagem de uma Função .....	12
1.3.4 A função polinomial do 1º grau (ou função afim) .....	13
1.3.4.1 Função Constante .....	14
1.3.5 Zero da função polinomial do 1º grau .....	14
1.3.6 Função crescente e função decrescente .....	15
1.3.7 Coeficientes da função polinomial do 1º grau .....	16
1.4 O SOFTWARE GRAPHMATICA .....	17
<b>CAPÍTULO II – TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS DE BROUSSEAU</b> .....	19
<b>CAPÍTULO III – ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	30
3.1 O LOCAL DA PESQUISA .....	30
3.2 OS SUJEITOS, MÉTODOS E INSTRUMENTOS .....	32
3.2.1 Questionários .....	32
3.2.2 Intervenção com o <i>Graphmatica</i> – Atividades .....	34
3.2.3 Listas de Exercícios – Avaliação Inicial e Final .....	34
3.2.4 Observação Participante .....	35
3.3 SOBRE A COLETA DOS DADOS .....	36
3.4 SOBRE A ANÁLISE DOS DADOS .....	37
<b>CAPÍTULO IV – ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	38
4.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS .....	44
4.2 A ATIVIDADE COM O GRAPHMATICA .....	45
4.3 VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DOS ALUNOS .....	47
4.4 EM RELAÇÃO À OPINIÃO DOS ALUNOS .....	48
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	53
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	56
<b>APÊNDICES</b> .....	59
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO I .....	59
APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO II .....	61
APÊNDICE III – LISTA DE EXERCÍCIOS (AI) .....	62
APÊNDICE IV – ATIVIDADE COM O APLICATIVO <i>GRAPHMATICA</i> .....	63
APÊNDICE V – LISTA DE EXERCÍCIOS (AF) .....	67
APÊNDICE VI – QUESTIONÁRIO III .....	68

## INTRODUÇÃO

### **Sobre minha jornada**

Licenciada em Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba em 2007, a minha primeira experiência em sala de aula se deu quando ainda cursava o terceiro ano do Ensino Médio no ano de 2003 ao atuar no Programa Alfabetização Solidária do Governo Federal, baseado na Pedagogia Libertadora de Paulo Freire. No ano seguinte ingressei na Universidade Estadual da Paraíba para cursar Licenciatura Plena em Matemática. No ano de 2005 voltei a atuar em sala de aula, agora como professora de Matemática, na Escola Municipal Laura Barbosa Bezerra Cabral no Município de Barra de Santana, onde permaneci até o final do ano de 2006. Estive afastada da sala de aula durante todo o ano de 2007, ano de término do curso e da apresentação do TCC, cuja pesquisa abordava o estudo dos números decimais a partir do Tema Transversal Meio Ambiente, sob a orientação do Professor Aníbal de Menezes Maciel. No ano de 2008 voltei a lecionar agora pela Escola Estadual Almirante Antônio Heráclito do Rêgo, localizada no município já citado anteriormente onde permaneci até junho de 2009, período em que deixei a referida Escola para atuar, em caráter efetivo, na Escola José Hermínio Bezerra Cabral, localizada no distrito de Mororó, Zona Rural do Município de Barra de Santana.

Na busca da melhoria de minha prática pedagógica em 2010 voltei à UEPB para cursar a Especialização em Educação Matemática para professores do Ensino Médio e motivado pelo fato de trabalhar na Escola Municipal José Hermínio Bezerra Cabral equipado com um Laboratório de Informática educativa, mesmo que insuficiente para atender a demanda de alunos, busquei criar alternativas por meio do Laboratório para que pudesse ser utilizado como mais uma alternativa que possa contribuir para a aprendizagem e para melhoria da escola, fato este que me levou a escolha do tema da pesquisa em questão. Pesquisa esta realizada na Escola Municipal José Hermínio Bezerra Cabral, situada no distrito de Mororó, Zona Rural da cidade de Barra de Santana-PB.

### **Sobre a pesquisa**

Ao refletir sobre a prática e o ensino-aprendizagem do conteúdo de funções polinomiais, surgiu a necessidade de elaborar um projeto de pesquisa que fosse a busca de alternativas, como o uso do *Graphmatica*, com o intuito de que a prática educativa possa se tornar mais dinâmica, contribuindo para despertar o interesse do aluno na apropriação do conhecimento, minimizando a aversão que os mesmo sentem pela disciplina de Matemática.

Ao pesquisar sobre um referencial teórico que pudesse nos apoiar e ajudar no tipo de estudo ao qual se determinou a fazer, se percebeu nitidamente que se tratava de um vasto campo a ser investigado, como é o caso de Callil (2010), Araújo e Cássio (2010), entre tantos outros.

Nessa perspectiva, foi elaborado um projeto à busca de algumas respostas que possam nos dar suporte para realização de um estudo a fim de verificar, através de uma abordagem qualitativa e quantitativa, até que ponto o uso do aplicativo *Graphmatica* pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de *funções polinomiais*. Para isso, buscamos respostas através de alguns questionamentos descritos na metodologia que utilizamos.

A abordagem dada ao ensino de funções polinomiais, na maioria das vezes, não é atrativa para os alunos, pois se restringe à mera transmissão de um grande número de fórmulas que são memorizadas e permanecem desprovidas de significados, gerando a falta de interesse e, conseqüentemente, a dificuldade de aprendizagem.

Além deste, o modo como as funções polinomiais, geralmente, é tratado em sala de aula e também nos livros didáticos, gerando resultados insatisfatórios, foi também motivação a nos levar a uma abordagem diferenciada.

Em uma era de tecnologia e comunicação é fundamental que os alunos se familiarizem com o computador e com programas específicos para aprofundar mais e melhor sua aprendizagem. Os programas gráficos de computador (aplicativos), como *Graphmatica* (utilizado nessa pesquisa), *GeoGebra*, *Winplot*, entre tantos outros, podem ser utilizados como importantes ferramentas pedagógicas na construção e uma alternativa ao ensino tradicional, onde os alunos podem explorar e construir diferentes conceitos que valorizem o processo que caracteriza o *pensar matematicamente*.

Ou seja, em um mundo em constante evolução é notável e urgente que o ensino de Matemática sofra modificações, adaptações e renovações, a fim de acompanhar todo esse processo de mudança da sociedade. Segundo Silva (2009), faz-se necessário que os agentes envolvidos no processo educativo estejam dispostos a buscar meios para tornar a prática educativa adequada à demanda social de uma aprendizagem com qualidade.

Assim, ao fazer uma reflexão sobre a prática é que partiremos em busca de uma alternativa que possa torná-la mais dinâmica, e uma dessas alternativas é o uso de algumas ferramentas tecnológicas como o uso do *Graphmatica* que poderá contribuir para o interesse do aluno na apropriação do conhecimento, objetivando também, dar respostas aos seguintes

questionamentos: *Qual o resultado que se obtém quando os alunos são direcionados para construir o saber - matemático sem, contudo, serem direcionadas as respostas? Como o aluno se comporta diante de uma pesquisa de investigação utilizando o computador? Como se dá a aprendizagem deste aluno, mediante a utilização do computador? Como o computador pode ajudar no processo de ensino aprendizagem de Matemática? Como o uso desses recursos pode contribuir para melhorar o ensino-aprendizagem dos conteúdos de funções polinomiais?*

Em resumo, motivados pela inquietude e pelo inconformismo diante dos resultados obtidos, frente ao tradicionalismo com que é tratado o conteúdo de funções polinomiais, é que nos levou a uma investigação acerca do *Graphmatica* e de seu uso em sala de aula.

As pesquisadoras Neri Terezinha Both de Carvalho, Rosimary Pereira e Mirian Buss Gonçalves, em um curso de formação de professores pela UFSC no ano de 2004, afirmam que no Brasil, o uso do computador no ensino é tema de campanhas públicas a todo o momento. Laboratórios de Informática são instalados em escolas públicas do Ensino Fundamental e Médio. A possibilidade do uso de software para o ensino e o estudo da Matemática é uma perspectiva que tem aparecido em vários estudos da atualidade.

Sendo assim, a pesquisa em questão tem como enfoque realizar um *estudo de caso* sobre o uso do *Graphmatica* como meio auxiliar de ensino e aprendizagem do ensino de funções polinomiais de 1º grau. Segundo Yin (2004), o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa.

Toda a pesquisa será discutida sob a luz da Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau (1986). A Teoria das Situações Didáticas desenvolvida por ele se baseia no princípio de que "cada conhecimento ou saber pode ser determinado por uma situação", entendida como uma ação entre duas ou mais pessoas. Para que ela seja solucionada é preciso que os alunos mobilizem o conhecimento correspondente, ou seja, Brousseau investiu em uma teoria que compreendia as interações sociais entre os alunos, os professores e o conhecimento, como as que acontecem durante os jogos matemáticos.

O interesse pela pesquisa em questão reside no fato de que a pesquisadora trabalha na Escola Municipal José Hermínio Bezerra Cabral, equipada com um Laboratório de Informática educativo, mesmo que insuficiente para atender a demanda dos alunos. Com isso,

buscou-se criar alternativas por meio do Laboratório para que pudesse ser utilizado como mais uma alternativa que possa contribuir para a aprendizagem e para melhoria da Escola.

A pesquisa foi desenvolvida em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, formada por 12 alunos, turma esta acompanhada durante os meses de agosto, setembro e outubro de 2011.

Inicialmente foi realizado um Exercício intitulado como Avaliação Inicial (AI), com a finalidade de determinar o nível de conhecimento sobre o conteúdo que seria ensinado, buscando analisar o que o aluno já sabe e usar o que ele já sabe para chegar o que ele não sabe ainda, e a aplicação de um Questionário para verificar o desempenho da turma. Logo após, os 12 alunos trabalharam as atividades no *Graphmatica* em duplas.

Questionário é um dos instrumentos de coleta indicados em pesquisas qualitativas. Ele pode ser aberto, fechado, ou semi-aberto, contendo perguntas diretas e outras dissertativas (abertas). No caso da pesquisa em questão, o Questionário é da forma semi-aberta, ou seja, questões fechadas (diretas) e questões dissertativas (abertas) (Manual de Metodologia Científica, 2011).

Após a intervenção, onde os alunos trabalharam em ambiente computacional, foi aplicado uma Avaliação Final (AF), onde os participantes responderam a um Exercício com as mesmas perguntas feitas anteriormente, ou perguntas com o mesmo nível de dificuldade. Através da comparação dos acertos do AI com os acertos do AF foi possível descobrir se a pesquisa foi bem-sucedida em aumentar o conhecimento do participante sobre o conteúdo em questão.

A análise dos dados foi realizada a partir de uma abordagem qualitativa e quantitativa:

A pesquisa qualitativa compreende um conjunto de técnicas interpretativas que visa descrever e decodificar significados. Tem como objetivo traduzir e expressar os sentidos do mundo social: trata-se de reduzir a distância entre indicador e indicado, entre teoria e dados, entre contexto e ação (NEVES, 1996, P.8)

A análise dos resultados se deu através da observação participante e coleta dos dados durante todo o processo em que aconteciam os eventos. O todo foi registrado através de fotografias, Questionários e depoimentos, bem como o arquivamento das atividades realizadas com o *Graphmatica* no computador. Ao considerarmos o auxílio do *Graphmatica* no ensino de funções, como campo de pesquisa, focamos nosso objeto de estudo a função polinomial do 1º grau. Vimos no uso de tecnologias uma oportunidade de pesquisa, pois segundo os PCNs:

[...] O Ensino Médio deve propiciar aos jovens adquirir conhecimentos ligados à preparação científica é a capacidade de utilização de diferentes tecnologias. A Consolidação desses conteúdos é de grande importância para o desenvolvimento

intelectual dos indivíduos e para o desenvolvimento social e econômico da nação. Eles permitem o acesso a saberes científicos diversos de modo que o aluno desenvolva a capacidade de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las, bem como a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício da memorização (Brasil, 2002, p.16)

Seguindo o percurso metodológico mencionado acima, pretendemos ressaltar a importância do uso de aplicativos no ensino de Matemática.

Com isso, a Monografia compreende quatro capítulos. O Capítulo I traz uma abordagem teórica embasada em alguns estudos mais atuais sobre o ensino e aprendizagem de funções polinomiais, enfocando também alguns aspectos sobre Informática e o uso do software *Graphmatica* em sala de aula. No segundo Capítulo, o suporte teórico fundamentado na *Teoria de Situações Didáticas*, assim como o *Contrato Didático* são apresentados. As atividades matemáticas trabalhadas no *Graphmatica* são discutidas no Capítulo três, onde são discutidos, também, os aspectos metodológicos da pesquisa e a coleta de dados. Para finalizar a pesquisa, a análise dos dados se encontra no Capítulo IV. Dando o fechamento à pesquisa foram feitas as considerações finais, onde procuramos dar respostas aos questionamentos da pesquisa, buscando discutir alguns resultados, limitações e questões futuras.

## CAPITULO I

### ESTUDOS SOBRE FUNÇÕES POLINOMIAIS

O objetivo desse capítulo é trazer uma abordagem teórica embasada em alguns estudos mais atuais sobre o ensino e aprendizagem de funções polinomiais, enfocando também alguns aspectos sobre Informática e o uso do aplicativo *Graphmatica* em sala de aula.

#### 1.1 TECNOLOGIAS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

O Ensino da Matemática vive um momento ímpar, beneficiado pelas inovações tecnológicas que podem ser traduzidas em oportunidades de ensino. O advento dos computadores pode ser uma ponte entre o abstrato e o concreto, pois simula em tempo real aquilo que antes só podia ser imaginado, desmistificando conceitos da Matemática Pura. A Educação Matemática é uma área que oferece muitas oportunidades para um ensino contextualizado e a Informática é uma forte aliada nesse sentido (Gomes, 2010).

Além de estimular a curiosidade dos jovens, o uso de programas gráficos exalta a beleza das construções e dá sentido às equações envolvidas. Autores como Bicudo (2001), Borba e Penteado (2001), entre outros, descrevem sobre a questão da utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), tratando esse novo instrumento como uma possibilidade de transformação da prática educativa.

#### 1.2 O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE FUNÇÕES

No mundo real é muito comum termos uma grandeza variando de forma interdependente à variação de outra grandeza. Uma representação matemática desse tipo de relação são as funções definidas como relação entre duas grandezas.

Mas os conhecimentos sobre funções ultrapassam os livros de Matemática e estão presentes em jornais, revistas e até na linguagem cotidiana. Dizemos, por exemplo, *que o salário varia em função do grau de instrução do trabalhador*. Nesse caso a palavra *função* não está necessariamente revestida do sentido matemático. No sentido comum, os termos podem assumir conotação diferente daquela definida no contexto da Matemática.

Na mídia impressa encontramos muitos gráficos e tabelas, muitas vezes mostrando a interdependência entre duas variáveis: são curvas que sobem e descem às vezes de forma

drástica, às vezes de forma suave; tabelas com uma avalanche de números. Se não soubermos interpretar esse tipo de linguagem, ficamos perdidos! Mas, em compensação, se soubermos explorar a matemática das funções, muita informação pode retirar desse tipo de representação de fenômenos reais:

A palavra função foi introduzida por Leibniz em 1694, justamente para designar qualquer das várias variáveis geométricas associadas com uma dada curva. Só aos poucos é que o conceito foi se tornando independente de curvas particulares e passando a significar a dependência de uma variável em termo de outras. Mas mesmo assim, por todo o século XVIII, o conceito de função permaneceu quase só restrito à idéia de uma variável-dependente-expressa por uma fórmula em termos de outras variáveis-independentes (ÁVILA, 2006, p. 134).

A exigência de uma nova formação para a classe trabalhadora, mediante o desenvolvimento industrial, fez com que surgissem, desde o século XIX, em diferentes países, movimentos de renovação do ensino da Matemática das escolas secundárias, época em que o estudo de funções polinomiais do 1º grau foi integrado ao curso de nível médio.

Diante do Movimento da Matemática Moderna, o estudo de funções surge como um conteúdo muito importante no processo educacional, pois seu conceito surge como elemento unificador dos vários ramos da Matemática - aritmético, algébrico e geométrico (Silva, 2010).

Ao introduzir o conteúdo de funções, no Ensino Médio, observa-se claramente a articulação de noções que antes eram estudadas separadamente, como exemplifica Miorim (1998, p.98):

O estudo das funções  $Y=ax$  e  $y=a/x$ , podem ser articulados como proporções e suas propriedades, porcentagens, juros e equações de 1º grau, sistemas de equações do 1º grau com duas variáveis, representação gráfica da função linear de uma variável e de um sistema de duas equações com duas incógnitas.

Ainda segundo Miorim (1998, p. 98), “o ensino de funções representa o conceito dos últimos dois séculos que desempenha um papel fundamental em todos os campos que se utilizam das noções matemáticas”.

Desse modo, pode-se assegurar a relevância em investigar o processo de aprendizagem de nossos alunos, no que diz respeito aos problemas do cotidiano e sua relação com o estudo de funções do 1º grau.

As funções estão presentes em nosso dia a dia. Seja num simples cálculo de área em uma pequena reforma da casa como, também, em atos simples como o de comprar pães ou

balas em um estabelecimento. Quando esses alunos percebem as relações práticas deste conteúdo passam a ter um grande interesse em estudá-lo. A importância do professor nessa mediação entre conteúdo e sua prática se dará na medida em que antes de qualquer definição chame a atenção para a dependência de uma grandeza em relação à outra.

Nos últimos anos muitas pesquisas têm sido realizadas a respeito do ensino e a aprendizagem de funções polinomiais utilizando a Informática como recurso pedagógico, como, por exemplo, as de Callil (2010), Araújo e Cássio (2010), entre tantos outros.

Segundo pesquisas realizadas por Callil (2010), o uso de tecnologias de informação pode auxiliar alunos e professores na construção de conhecimentos, apontando que o computador possibilita o uso de diversas alternativas para o desenvolvimento de habilidades e busca compreender de que forma esse recurso pode favorecer o aprendizado em Matemática.

Para Gomes (2010) as atividades de funções desenvolvidas com o *Graphmatica* objetivaram criar um vínculo entre a Matemática e a Informática a partir de questões contextualizadas. A inclusão digital e o uso de software tendem a facilitar o aprendizado da Matemática, calculando, simulando e gerando ambientes até então nunca vistos. Baseado na hipótese de que a atividade com o *Graphmatica* pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de funções, buscaremos em nossa pesquisa fazer uma análise de como esse aplicativo pode auxiliar nesse processo. Para que se possam compreender melhor, esses conteúdos, alguns conceitos são fundamentais.

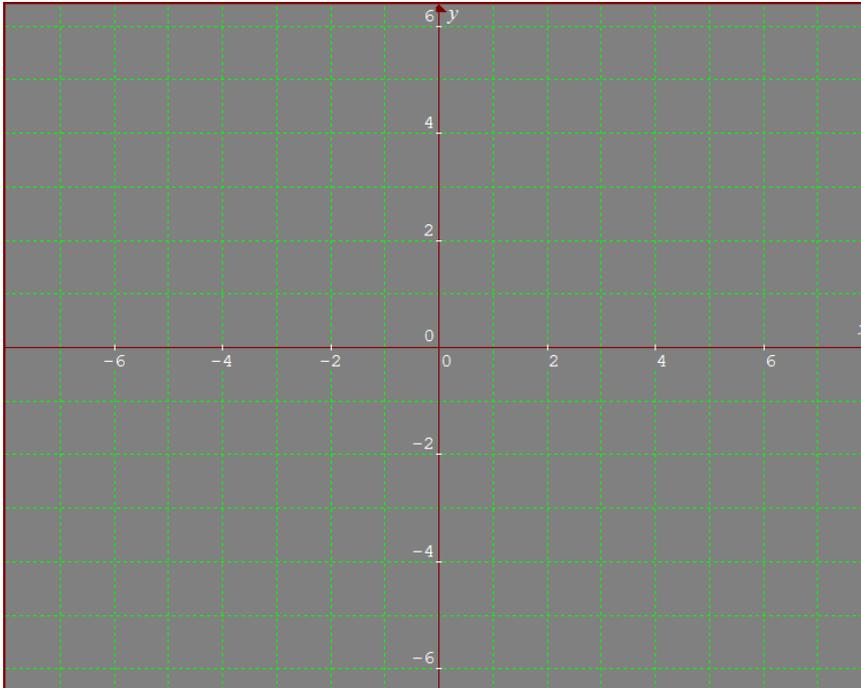
### **1.3. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA FUNÇÃO POLINOMIAL DO 1º GRAU**

Para que possamos compreender melhor os conteúdos de função, mais particularmente, a função polinomial de 1º grau, explicitará a seguir alguns conceitos importantes relacionados a esse ensino, tais como: o plano cartesiano, lei de formação de uma função, domínio, contradomínio e imagem, função afim, função constante, Zero da função afim, função crescente e função decrescente e coeficientes da função afim.

#### **1.3.1. Plano Cartesiano**

O plano cartesiano é definido por duas retas perpendiculares entre si, onde a horizontal é definida matematicamente como reta das abscissas, representada na maioria das vezes, como reta “x” ou eixo “x” “x”. A reta vertical é geralmente chamada de reta “y” ou eixo “y”.

No plano cartesiano, podem-se localizar pontos através de um par de números, denominado Par Ordenado  $(x, y)$ :



**figura 1:** Plano Cartesiano

**Fonte:** Graphmatica

De acordo com Giovanni Jr. (2009, p. 148):

Essa idéia de representação de um ponto foi lançada pelo filósofo e matemático francês René Descartes (1596-1650) em um trabalho publicado em 1637. Descartes mostrou que usando como referência um par de retas que se interceptavam seria possível construir um sistema no qual números podem está associados a pontos.

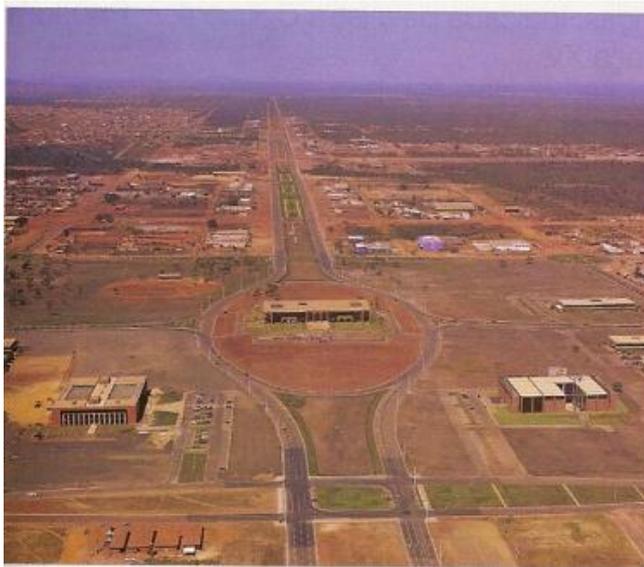
São inúmeras as aplicações do sistema cartesiano e ele é utilizado para a localização de qualquer ponto em mapas, plantas de regiões e gráficos. Em Geografia, por exemplo, indica-se a posição de um ponto no globo terrestre pelas coordenadas geográficas latitude e longitude. Tomando como referência o meridiano que passa por Greenwich (cidade da Inglaterra), indica-se a longitude, que pode ser leste ou oeste. A latitude é determinada com referência à Linha do Equador, que pode ser Norte ou Sul. Podemos observar a localização de Brasília no mapa-múndi:



**Figura 2:** Coordenadas Geográficas

**Fonte:** GIOVANNI (2009, p. 148)

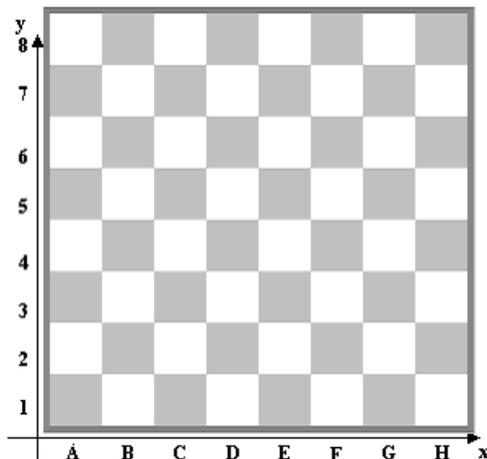
Em cidades planejadas como, Brasília, Belo Horizonte (MG), Rio Claro (SP), Maringá (PR) e Palmas (TO) é fácil a localização em qualquer ponto:



**Figura 3:** Planta da cidade de Palmas

**Fonte:** GIOVANNI (2009, p. 149)

Em jogos de Xadrez ou Dama também fica fácil localizar a posição de uma peça no tabuleiro usando o sistema de coordenadas. A localização de cada casa é identificada por um par ordenado de números: o 1º número identifica a fila vertical (coluna) e o 2º a fila horizontal (linha):



**Figura 4:** Tabuleiro de Xadrez  
**Fonte:** GIOVANNI (2009, p. 152)

### 1.3.2 Lei de Formação de uma Função Polinomial do 1º Grau

São inúmeras as situações em que há relação com as funções polinomiais do 1º Grau, que perpassa a sala de aula. A todo o momento encontramos situações que envolvem a relação entre duas grandezas: o comprimento de uma barra de ferro é dado em função da temperatura, pois o ferro se dilata quando é aquecido; o consumo do combustível de um veículo é dado em função do percurso percorrido; quando uma pessoa ingere bebida alcoólica, a concentração de álcool no sangue é dada em função da quantidade de bebida consumida, ou seja, dois valores variam entre si, um dependendo do outro. Acompanhemos a situação a seguir, a qual elaboramos:

A maioria dos alunos ainda não dispõe de computador em casa, no entanto acessam a Internet em LAN HOUSES pagando um real por cada hora de acesso. Após esse tempo paga R\$ 0,05 por cada minuto transcorrido. Nesse caso o valor a ser pago depende do tempo de acesso a Internet, conforme demonstra a Tabela:

Tempo de Acesso (em horas)	Valor a ser pago (em R\$)
1	1
2	$1 + 60 \cdot 0,05$
3	$1 + 2 \cdot 60 \cdot 0,05$
T	$1 + 60 \cdot 0,05(t-1) = 3t - 2, D \geq 1$

**Quadro 1:** Relacionando o tempo de acesso a Internet com o valor a ser pago  
**Fonte:** autoria própria

É possível estabelecer uma relação entre as grandezas Tempo de Acesso ( $t$ ) e Valor a ser pago ( $V$ ) por meio de uma sentença matemática  $V = 3t-2$  para  $t \geq 1$ . Esta sentença matemática é chamada de Lei de Formação da função. De acordo com este raciocínio, os alunos podem fazer relações do conteúdo estudado com situações do seu cotidiano.

### 1.3.3 Domínio, Contradomínio e Imagem de Uma Função

Uma função pode ser definida função  $f: A \rightarrow B$  (lê-se função de A em B), onde se denomina os elementos do conjunto A como sendo o *Domínio da função*. E os elementos do conjunto B como sendo o *Contradomínio da função*. A *Imagem da função* são os elementos do conjunto B que se relacionam com os elementos do conjunto A, de acordo com a Lei de Formação da função.

Dados dois conjuntos  $A = \{1, 2, 4\}$  e  $B = \{-2, 1, 4, 10\}$ , determine o domínio, o contradomínio e o conjunto imagem de  $f: A \rightarrow B$  definida por  $f(x) = 3x - 2$ . Obs.:  $f(x) = y$ .

Relevante é aproveitar o momento para fazer a representação da função através de um *Diagrama de Flechas*. Inicialmente, podem-se achar os valores de B que se relacionam com A, através da Lei de Formação, conforme na Tabela a seguir:

x (elementos de A)	$f(x) = 3x-2$	y (elementos de B que correspondem a A)
1	$3 \cdot 1 - 2$	1
2	$3 \cdot 2 - 2$	4
4	$3 \cdot 4 - 2$	10

Quadro 2: Apresentando os valores do domínio, lei de formação e os valores do contradomínio  
Fonte: autoria própria

Agora, a representação da função através do Diagrama de Flechas:

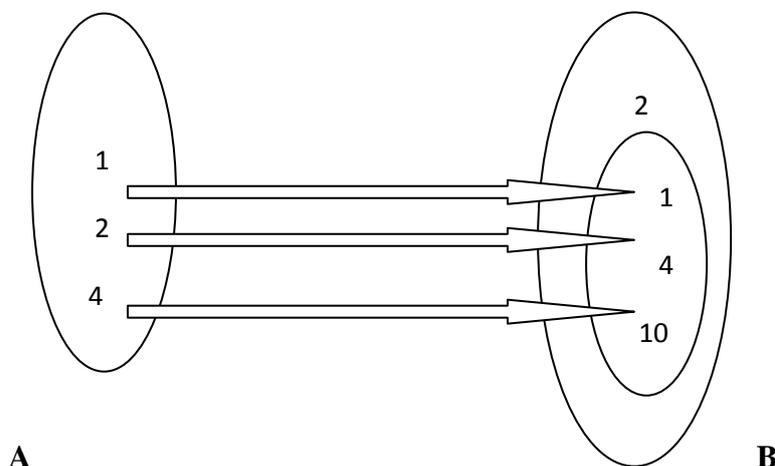


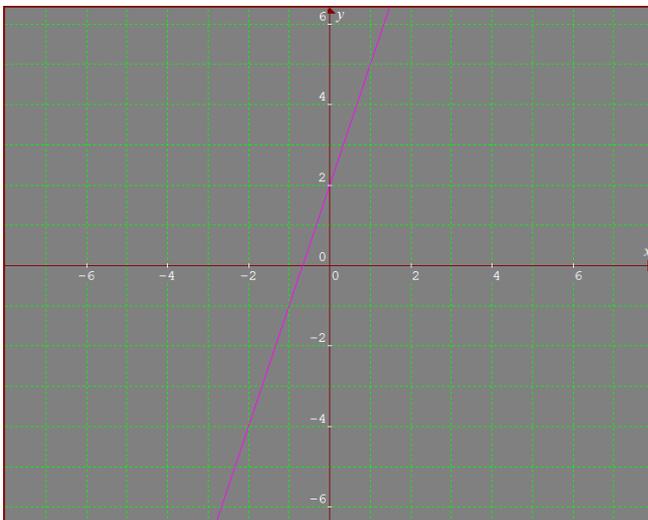
Figura 5: Diagrama de flechas. Fonte: autoria própria

O Domínio (D) da função é representado por  $D = \{1, 2, 4\}$ . O Contra – Domínio (CD) é representado por  $CD = \{-2,1,4,10, \}$  e o Conjunto Imagem (Im) é representado por  $m = \{1,4,10\}$ .

### 1.3.4 A Função Polinomial do 1º Grau (ou Função Afim)

De acordo com GIOVANNI (2009, p. 161), a definição de função do 1º grau é “Uma função é chamada função *polinomial do 1º grau* quando é definida pela sentença matemática  $y=ax+b$ , com  $a \in \mathbf{R}$ ,  $b \in \mathbf{R}$  e  $a \neq 0$ .

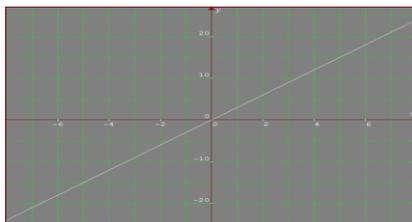
O gráfico de uma função polinomial de 1º grau é sempre uma reta não – perpendicular ao eixo x para todo x pertencente ao conjunto dos números reais:



**Figura 6:** Gráfico da função  $y=3x-2$

**Fonte:** autoria própria

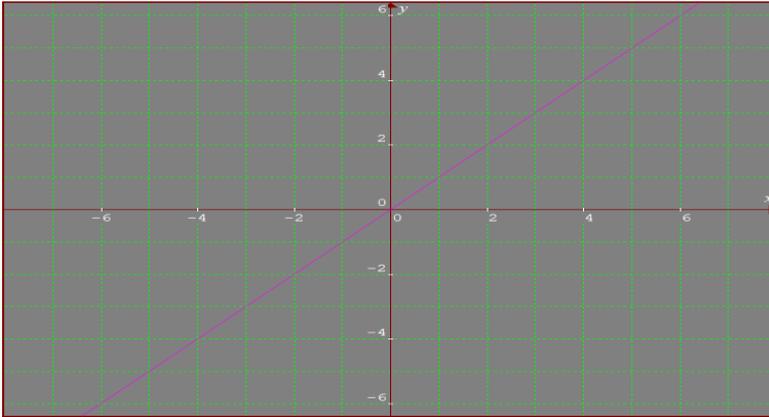
Quando a lei de formação da função é do tipo  $y = ax$ , com a real e  $a \neq 0$ , é chamada de função linear, um caso particular de função polinomial do 1º grau ou afim. Nesse tipo de função percebe-se que o coeficiente b é sempre igual a zero e o gráfico passa sempre pela origem do sistema cartesiano, como na Figura:



**Figura 7:** Gráfico da função  $y=3x$

**Fonte:** autoria própria

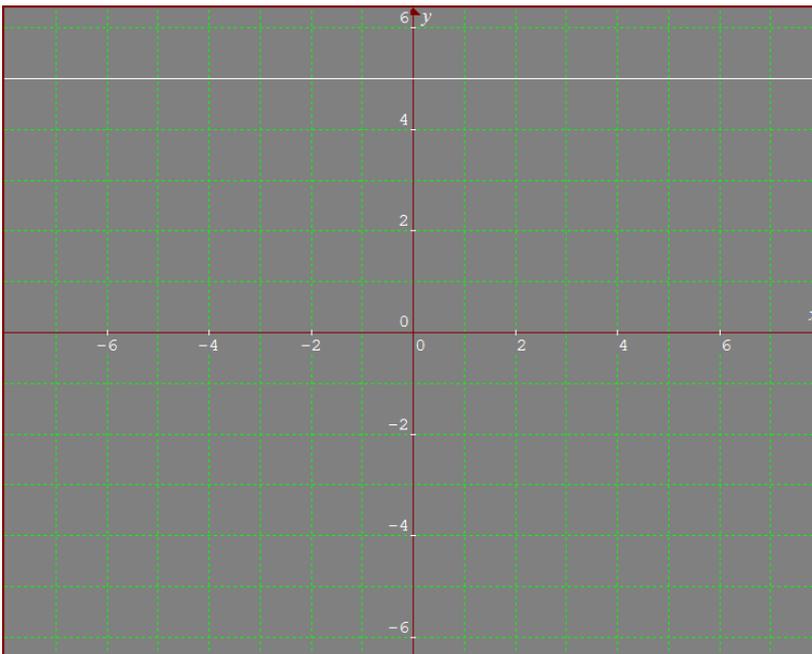
Quando a função linear é do tipo  $y=x$ , ou seja, com  $a=1$  e  $b=0$ , a função é uma função identidade:



**Figura8:** Gráfico da função  $y=x$   
**Fonte:** autoria própria

### 1.3.4.1 Função Constante

Uma função  $f$  de  $A$  em  $B$  é constante, se cada  $x \in A$  se associa sempre ao mesmo elemento  $p \in b$ :



**Figura9:** Gráfico da função constante  $y=5$   
**Fonte:** autoria própria

### 1.3.5 Zero da Função Polinomial do 1º Grau

“O valor do número real  $x$ , para o qual se tem  $y = 0$ , denomina-se zero da função polinomial do 1º grau” (GIOVANNI JR., 2007, p.168).

Para determinar os zeros da função definida por  $y = x - 3$ , algebricamente, faz-se  $y = 0$ , ou seja,  $x - 3 = 0$  e resolve-se a equação do 1º grau  $x - 3 = 0$   $x = 0 + 3$   $x = 3$ , onde 3 é o

zero da função. E, geometricamente, ou seja, analisando o gráfico da função no plano cartesiano e localizando seu zero, que é o ponto onde a reta corta o eixo  $x$ :

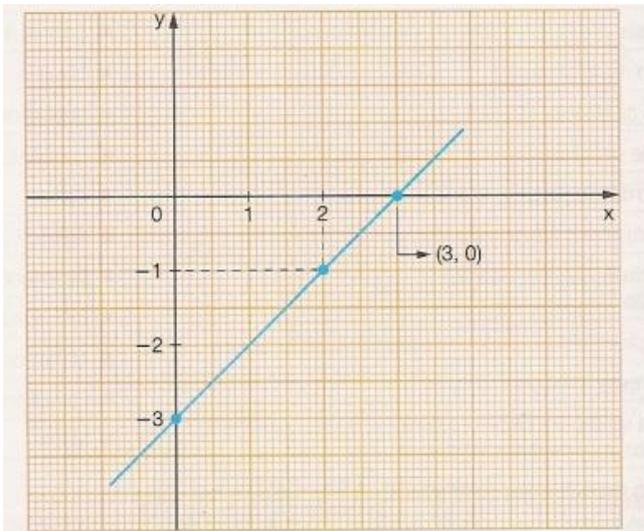


Figura 10: Representação do zero da função polinomial do 1º grau  $y = x - 3$   
 Fonte: CALIL (2010, p. 39)

### 1.3.6 Função crescente e função decrescente

Quando o coeficiente  $a$  de uma função afim é positivo ( $a > 0$ ), a função é crescente. Nas funções crescentes, aumentando-se os valores de  $x$ , os valores correspondentes de  $y$  também aumentam. Quando o coeficiente  $a$  de uma função afim é negativo ( $a < 0$ ), a função é decrescente. Nas funções decrescentes, aumentando-se os valores de  $x$ , os valores correspondentes de  $y$  diminuem:

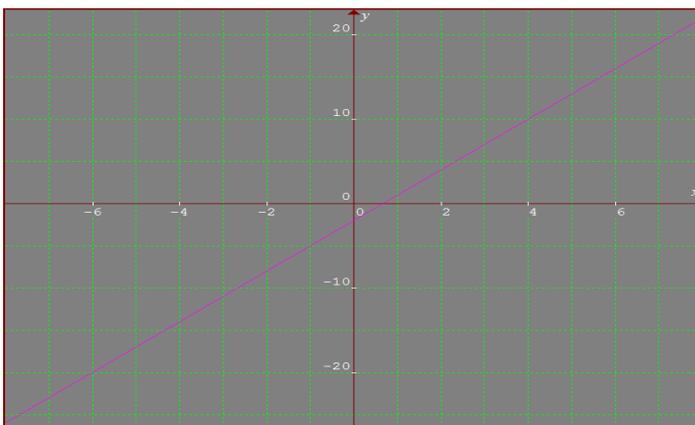
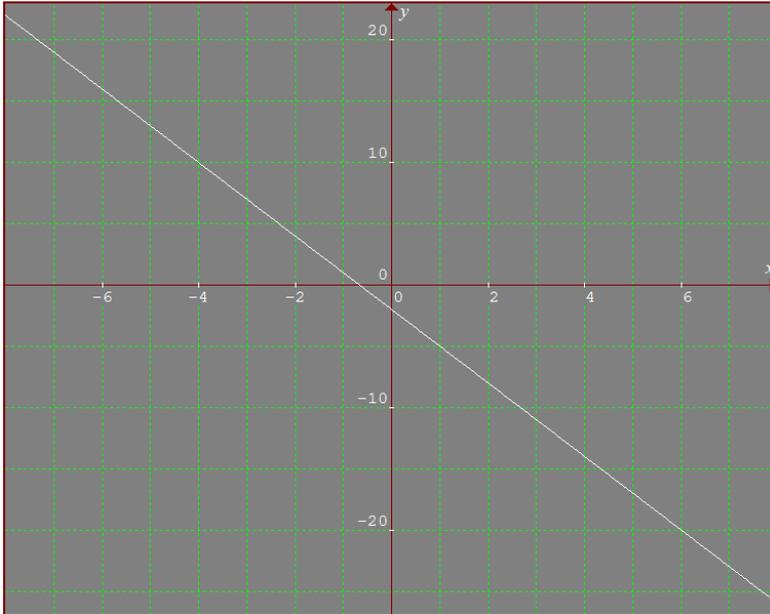


Figura 11: Gráfico da função  $y=3x-2$ ,  $a=2>0$ , função crescente  
 Fonte: autoria própria

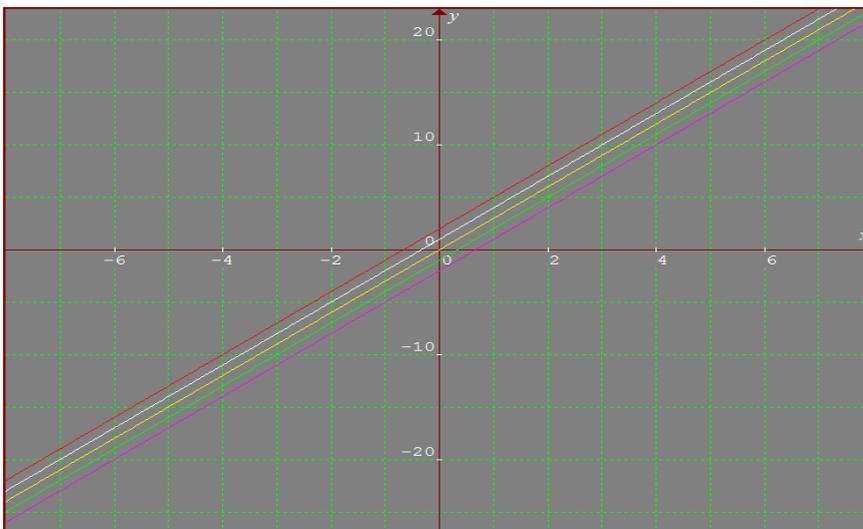


**Figura 12:** Gráfico da função  $y = -3x - 2$ ,  $a = -3$ , função decrescente  
**Fonte:** Autoria Própria

### 1.3.7 Coeficientes da função polinomial do 1º grau

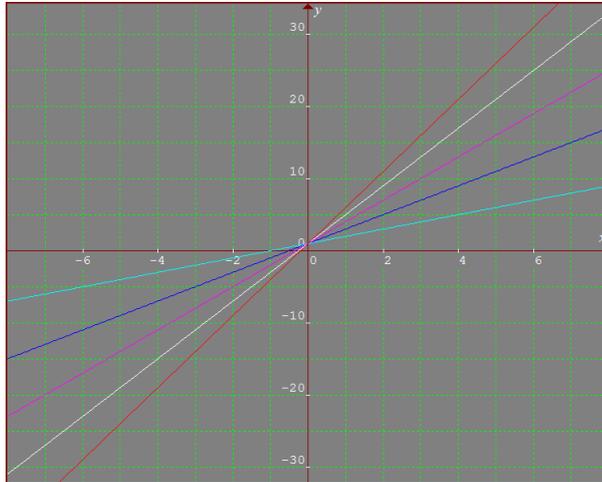
Na função afim, o coeficiente **a**, é matematicamente chamado de coeficiente angular ou declividade, e está associado à inclinação da reta que representa o gráfico, ou seja, o ângulo. Já o coeficiente **b** é chamado de coeficiente linear, onde seu valor corresponde à ordenada do ponto em que a reta corta o eixo **y**.

Quando se mantém o coeficiente angular (**a**) e altera-se o coeficiente linear (**b**), pode-se perceber uma **translação** das retas no plano cartesiano, onde o ângulo é mantido e o ponto onde a reta corta o eixo **y** (coeficiente linear = **b**) é alterado:



**Figura 13:** Gráficos das funções  $y = 3x + 2$ ,  $y = 3x + 1$ ,  $y = 3$ ,  $y = 3x - 1$  e  $y = 3x - 2$  (na ordem de cima para baixo) **Fonte:** autoria própria

Quando é mantido o coeficiente linear e altera-se o coeficiente angular, percebe-se que a reta permanece no ponto onde corta o eixo y, alterando sua inclinação em relação ao eixo x:



**Figura 14:** Gráficos das funções  $y = x + 1$ ,  $y = 2x + 1$ ,  $y = 3x + 1$  e  $y = 4x + 1,5x + 1$   
**Fonte:** autoria própria

Descreveremos a seguir como funciona o aplicativo *Graphmatica* que será abordado na nossa pesquisa.

#### 1.4. O APLICATIVO GRAPHMATICA

Para resolver problemas, em Matemática, podemos usar um programa de fácil acesso e gratuito: o *Graphmatica* que pode ser conseguido facilmente pela Internet.

O GRAPHMATICA FOR WINDOWS é um programa que trabalha com duas dimensões, sendo capaz de representar graficamente funções de qualquer grau e de vários tipos como, trigonométricas, exponenciais, entre outros.

É útil e versátil em diversos níveis de ensino, mas o foco principal de nossa pesquisa é sua utilização nas funções polinomiais de 1º grau.

Foi criado por Keith Hertzner, um bacharel em engenharia Elétrica e Ciência da Computação pela UC Berkeley e foi traduzido por Carlos Malaca, tradutor e representante do GRAPHMATICA em Portugal (Callil, 2010)

Sendo o GRAPHMATICA um *plotador* de gráficos, possui uma tela muito semelhante a outros programas *plotadores*, tendo uma área editável e botões com 10 funções diversas.

Possui o recurso de desenhar vários gráficos em uma mesma tela e trabalha com duas dimensões, sendo capaz de representar graficamente funções de qualquer grau, funções

exponenciais, logarítmicas, trigonométricas, hiperbólicas, como também é útil no Cálculo Diferencial e Integral: hachurar áreas para ilustrar integrais, desenhar gráficos de derivadas e criar gráficos de equações diferenciais ordinárias. Possibilita, assim, aplicações diversas em Matemática. É um programa versátil, uma vez que possibilita, em trigonometria, trabalhar com o ângulo em graus ou em radianos. Além disso, os gráficos podem ser representados com coordenadas cartesianas ou polares, facilitando a criação de figuras que envolvam funções trigonométricas. Além de permitir a construção por parâmetros (retas paramétricas, por exemplo), e as inequações são representadas muito facilmente. Foi escolhido também por ser um programa de fácil compreensão, não precisando que seus usuários sejam grandes conhecedores de programas e técnicas sofisticadas de computação. Uma simples explicação de utilização pelo professor é suficiente para que os alunos entendam seu funcionamento. Essa era uma grande preocupação antes da escolha do *software* que seria utilizado, visto que muitos alunos não possuíam grandes conhecimentos de informática e, às vezes, nenhum conhecimento. (Callil, 2010).

## CAPITULO II

### TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS DE BROUSSEAU

O presente capítulo trata do embasamento teórico da pesquisa, apoiado na teoria das Situações Didáticas e na Teoria de Contrato Didático de Guy Brousseau (1986).

O ponto de partida de nossa pesquisa coloca a questão da “situação” como foco importante na discussão acerca do processo de ensino preocupando-se com o contexto no qual se realiza a produção matemática.

Ensinar Matemática tem por objetivo utilizar o saber científico e transformar numa linguagem que faça parte do cotidiano do educando, proporcionando condições para aquisição de novo conhecimento com base nos já existentes, permitindo que o conhecimento se realize de várias maneiras, realizando interação entre o aprendiz o saber e seu meio (milieu). Muniz (2008, p.114) argumenta que “Resolver situação desprovida de uma significação mais ampla daquela da escola não pode ter o mesmo sentido e valor quando o aluno está mergulhado numa situação de alta relevância sociocultural”.

Isso faz com que seja importante para o professor considerar o contexto no qual se aloca a situação proposta ao aluno para sua produção matemática.

A *teoria das Situações Didáticas* é o conjunto das diferentes formas de apresentação do conteúdo matemático. Inspirada no modelo teórico desenvolvido na França por Brousseau (1986) contempla a especificidade do saber matemático, envolvendo professor - aluno – conhecimento matemático, visando uma educação matemática mais significativa para o aluno, proporcionando-lhe um conhecimento que esteja realmente vinculado ao processo de sua promoção existencial, buscando sempre a especificidade do saber matemático. Segundo Brousseau (1986, p. 8):

Uma situação didática é um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição.

No momento histórico dessa teoria, a visão dominante no campo da Educação era essencialmente cognitiva, devido a Piaget e colaboradores, que evidenciou o papel central da

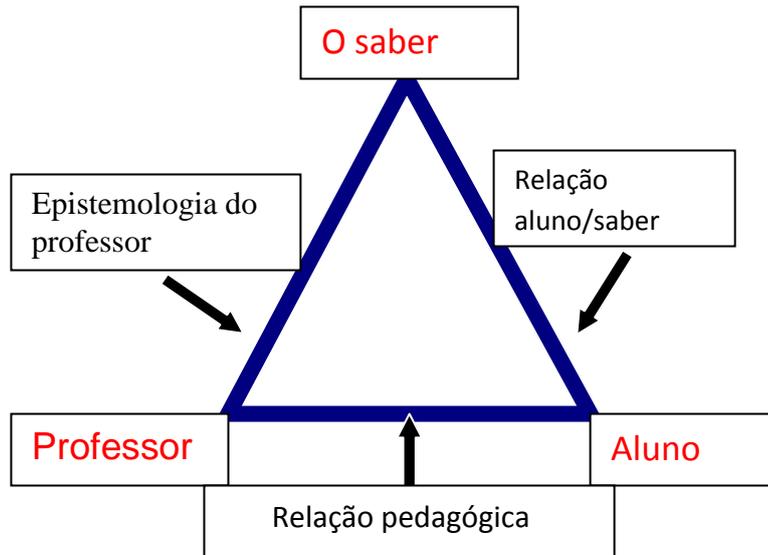
ação no desenvolvimento, a originalidade do pensamento matemático e as etapas de seu desenvolvimento nas crianças, mas não observou a particularidade da aprendizagem de cada conhecimento matemático ao considerar a estrutura formal e a função da lógica como fundamentais.

Os fatos mencionados encaminham Brousseau (1996) à “(...) um estudo mais profundo sobre as condições que levariam um sujeito a usar de seus conhecimentos para tomar decisões e a estudar as razões dessa tomada de decisão” (ALMOULOU, p.2, 2004a).

Assim, de acordo com Gálvez (1996), a teoria de Brousseau (1996) esclarece a integração das dimensões epistemológicas, cognitivas e sociais no campo da Educação Matemática, permitindo compreender as interações sociais que ocorrem na sala de aula entre alunos e professores, as condições e a forma que o conhecimento matemático pode ser aprendido, sendo que o controle destas condições permitiria reproduzir e aperfeiçoar os processos de aquisição de conhecimento matemático escolar.

Assim, Almouloud (2007) indica como objetivo primordial da Didática da Matemática a caracterização de um processo de aprendizagem por meio de uma série de situações reprodutíveis, denominadas de situações didáticas, que estabelecem os fatores determinantes para a evolução do comportamento dos alunos. Assim, “o objeto central de estudo nessa teoria não é o sujeito cognitivo, mas a situação didática, na qual são identificadas as interações entre professor, aluno e saber” (ALMOULOU, 2007, p. 32).

Para modelar a teoria das Situações Didáticas, Brousseau (1986) propõe o sistema didático *stricto sensu* ou triângulo didático (Figura 15), que comporta três elementos - o aluno, o professor e o saber - que são partes constitutivas de uma relação dinâmica e complexa - a relação didática - e leva em consideração as interações entre professor e alunos (elementos humanos), mediadas pelo saber (elemento não-humano), que determina a forma como tais relações irão se estabelecer:



**Figura 15:** Triângulo Didático.  
**Fonte:** Pommer (2008)

Para Brousseau (1986), há três hipóteses em que se apóia a teoria das situações:

- O aprendizado do aluno adaptando-se ao “*milieu*”, através do desequilíbrio, dificuldades, contradições e equilíbrio, mediante as situações problemas;
- Para que ocorra a aprendizagem do conhecimento matemático é necessário que o professor organize o “*milieu*” com intenção didática, pois este sozinho não proporciona aprendizado; e,
- O aluno é o principal ator da construção de seus conhecimentos, através das atividades propostas pelo professor e este assume o papel de mediador.

O *milieu* e as situações didáticas devem estar engajados fortemente com os saberes matemáticos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Segundo a teoria das Situações propostas por Brousseau (1986), dois contextos devem ser considerados, as *situações a - didáticas* e as *situações didáticas*. Estar em uma ou em outra situação define a natureza do processo de produção de conhecimento matemático.

Brousseau (1986) desenvolve as fases das situações a - didáticas com a finalidade de analisar o processo de aprendizagem da matemática: situação de *ação*, de *formulação* e de *validação*, as quais são de responsabilidade do aluno. Segundo Artigue (1988), a necessidade de dar um estatuto cultural ao conhecimento em jogo fez com que fosse introduzida a situação

de *institucionalização* que, juntamente com a *devolução*, é considerada uma das principais atividades do professor numa situação de ensino.

Essas situações estão entrelaçadas fortemente uma em relação às outras fazendo com que o aluno tenha a responsabilidade de gerenciar sua relação com o saber nas situações de ação, formulação e validação e o professor é responsável pela situação da institucionalização do saber.

A situação didática como estratégias de ensino trata-se da situação onde a produção é controlada pelo professor via um *contrato didático*. O aluno produz de forma não livre, apoiados em um conjunto de regras que definem um *contrato didático*. Esse contrato é constituído por um conjunto de regras implícitas ou explícitas que definem o papel do aluno e do professor no processo do conhecimento. Assim, o contrato didático, base da constituição da situação didática, define o que pode e o que não pode no processo da construção do saber, definindo as ações realizadas pelos alunos no processo de aprendizagem. Por outro lado, a grande meta da educação matemática é o desenvolvimento de habilidades e competências para que o aluno resolva as situações presentes no espaço exterior da escola, momento em que o professor é personagem ausente, onde não há ninguém para controlar as formas de produção das situações-problemas por ele vivenciadas. Tudo aquilo que o professor propõe e faz tem de ter como meta o preparo do aluno para a vida e para o exercício da cidadania, o que não é possível se nos limitarmos a aprender a resolver os problemas pelo livro didático. Dessa forma, a situação a – didática é caracterizada pelo fato do professor elaborar situações problemas permitindo que o aluno expresse, reflita e evolua por iniciativa própria, adquirindo assim novos conhecimentos. Nesta fase o educador é quase ausente, esforçando-se para não intervir na construção da solução da situação problema proposta, sendo somente o mediador no processo da aprendizagem.

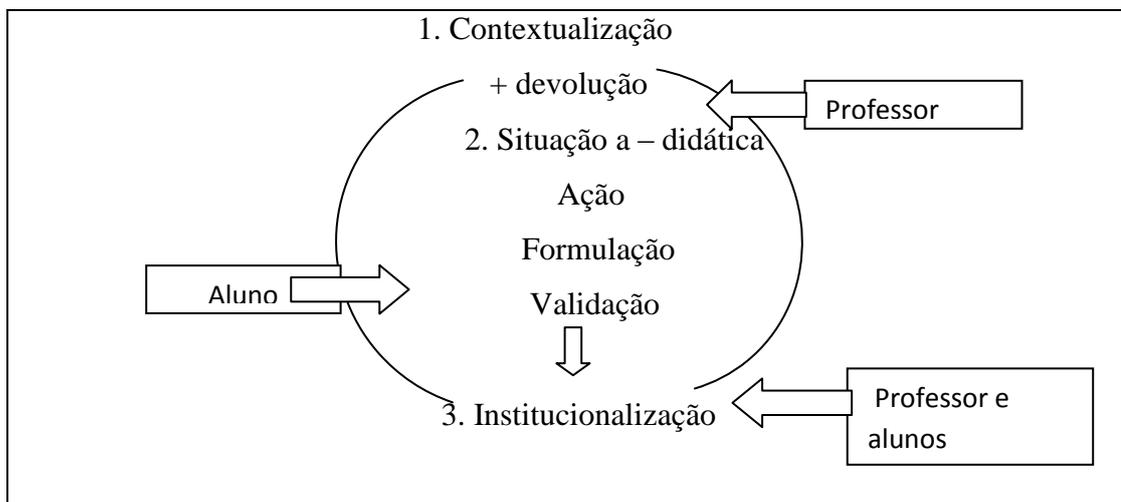
Sendo assim, a situação didática na nossa pesquisa se deu sobre o conteúdo de função polinomial do 1º grau que, em um primeiro momento, foi abordado pelo professor pesquisador por meio de aulas expositivas (definições, propriedades, exemplos, lista de exercícios) buscando a aprendizagem do conteúdo por parte dos alunos.

No segundo momento da pesquisa, tentando oportunizar aos alunos o aprofundamento dos conhecimentos sobre função polinomial do 1º grau, entramos com a devolução, propondo uma atividade com o *Graphmatica*, abordando os conceitos relacionados à função polinomial

do 1º grau que foram estudados anteriormente de forma expositiva. Nesse momento os alunos passaram a ser atores de seus próprios conhecimentos.

Por último, houve a intervenção do professor, fixando convencionalmente e de forma explícita o objeto matemático em questão (Função polinomial do 1º grau), caracterizando a fase denominada por Brousseau (1986) como situação didática de institucionalização.

O esquema abaixo representa as diferentes fases de uma situação didática, conforme a Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Brousseau, no qual se destacam os diferentes papéis do professor e do aluno:



**Figura 16:** Síntese da Teoria das Situações Didáticas  
**Fonte:** Freitas (2010)

A forma como o professor propõe atividades de ensino aos alunos também está relacionada ao contrato didático e, como já foi mencionado anteriormente, são vários componentes que permeiam as estruturas da situação didática. Assim, outro aspecto fundamental que será considerado nessa pesquisa é a “situação a - didática”, que se refere às atividades propostas. Na situação a - didática não aparece a intenção de ensinar, mas essa situação continua fazendo parte da busca pelo saber. De acordo com essa situação, segundo Brousseau (1986) ocorre o seguinte: O professor escolhe problemas de forma que o aluno possa aceitá-los, seguindo as fases descritas abaixo:

Situação de ação	Na situação de ação, é proposto ao aluno problema com algumas condições, em que a solução é obtida mediante um conhecimento a ser ensinado, provocando uma aprendizagem por adaptação. Em uma situação de ação, o aluno fornece a solução, mas não necessariamente faz formulações, provas, ou sistematizações
Situações de formulação	Situação em que o aluno troca informações com uma ou várias pessoas e comunica as estratégias e os procedimentos utilizados na resolução do problema.
Situações de validação	É a fase em que o aluno deve demonstrar porque o modelo criado por ele é válido. Para construir uma demonstração de modo que essa tenha sentido para o aluno, é necessário que ele convença outra pessoa, verificando e validando, assim, as afirmações feitas nas situações de ação e formulação.
Situações de institucionalização	São aquelas que visam estabelecer o caráter de objetividade e universalidade do conhecimento, ou seja, o professor define as relações que os comportamentos ou as produções “livres”, como atividades, linguagens e conhecimento expressados por proposições do aluno, podem ter com o saber cultural ou científico e com o projeto didático.

**Quadro 3:** Definição da Teoria das Situações Didáticas

**Fonte:** Freitas (2010)

Partindo da idéia de que é papel do professor selecionar e oferecer ao aluno uma boa *situação* que favoreça a aprendizagem, isso faz com que, de início, antes de ser propriedade do aluno, a situação seja produto do professor. É o professor que, conhecendo os objetivos educacionais, busca nas situações a - didáticas uma situação adequada e adapta a situação para o contexto didático. Mas, para que a aprendizagem aconteça, a situação tem de ser propriedade do aluno e não do professor. Isso acontece via um *contrato didático*. Segundo Brosseau apud Silva (p. 50):

Chama-se contrato didático o conjunto de comportamentos do professor que são esperados pelos alunos e o conjunto de comportamentos do professor que são esperados pelos alunos e o conjunto de comportamento do aluno que são esperados pelo professor [...] Esse contrato é o conjunto de regras que determina uma pequena parte explicitamente, mas, sobretudo implicitamente, do que cada parceiro da relação didática deverá gerir e daquilo que, de uma maneira ou de outra, ele terá que prestar contas perante o outro.

O chamado contrato didático corresponde ao jogo de relações e obrigações recíprocas que se estabelece na sala de aula, que é específica do conteúdo. Pode-se dizer que há comportamentos esperados tanto do aluno pelo professor como do professor pelos alunos. Quando o aluno vai à escola, ele sabe que o professor está lá para ensinar e que ele está lá para aprender. O professor não pode pressupor os anseios do aluno, mas pode criar condições para que o aluno se comprometa em uma situação de ensino.

O *contrato didático* é a regra do jogo e a estratégia da situação didática. É o meio que o professor tem de colocar em cena a situação. É na sala de aula que o saber a ensinar se transforma em saber ensinado. Essas situações são gerenciadas pela relação que se estabelece entre professor-aluno-saber. Considerando que em uma situação há a intenção do professor de modificar o sistema de conhecimento do aluno, há obrigações recíprocas e interações que delas resultam. Estes compromissos recíprocos que podem ou não ser explícitos são chamados por Brousseau de contratos (1986).

O contrato depende da estratégia adotada, adaptando-se a diversos contextos, tais como as escolhas pedagógicas, o tipo de trabalho solicitado aos alunos, os objetivos do curso, as condições de avaliação, entre outros.

Para Silva (2010), grande parte das dificuldades dos alunos é causada pelos efeitos do contrato mal-colocado ou mal-entendido, que pode estabelecer um acordo entre professor e aluno: “o professor limita sua exigência à imagem que fez da capacidade do aluno e este, por sua vez, limita seu trabalho à imagem de si próprio que o professor lhe refletiu” (p.63).

Ainda de acordo com Silva (2010), a prática pedagógica mais comum em Matemática parece ser ainda aquela em que o professor cumpre seu contrato dando aulas expositivas e passando exercícios aos alunos; em suas aulas, ele deve selecionar partes do conteúdo que o aluno possa aprender e propor problemas cujos enunciados contem os dados necessários e tão somente esses, cuja combinação racional, aliada aos elementos das aulas, permite encontrar a solução do problema. O aluno, por sua vez, cumpre seu contrato se ele bem ou mal compreende a aula dada e consegue resolver corretamente ou não os exercícios. Se isso não acontecer, o professor devera ajudá-lo, dirigindo o seu trabalho através de indicações que

esclareçam suas dúvidas ou através de pequenas questões elementares que conduzam ao resultado.

Para Brosseau (1986), quanto mais o professor revela o que deseja e mais precisamente diz ao aluno aquilo que ele deve fazer, mais priva o aluno das condições necessárias a compreensão e a aprendizagem do conceito visado. Por outro lado, se o aluno aceitar que o professor lhe ensine os resultados que ele deve produzir como respostas, sem ter ele mesmo feito as escolhas que caracterizam o saber, não irão aprender Matemática dessa forma, não se apropriando, assim, dos conhecimentos.

O contrato didático manifesta-se principalmente quando é transgredido por um dos parceiros da relação didática. Em muitos casos, é preciso que haja a ruptura e a renegociação do mesmo para o avanço do aprendizado. Um exemplo bastante elucidativo de ruptura do contrato didático é o caso em que o professor pretende introduzir um conceito novo através não de uma aula expositiva, mas por meio de atividades em que os alunos, partindo de uma situação problema, resolvem questões trabalhando individualmente ou em dupla e, no final, o professor faz com toda a classe o fechamento visando à institucionalização do conceito que se pretende construir. Os alunos recebem a ficha de atividade e aguardam que o professor inicie o trabalho. Quando este lhes diz que são eles que devem trabalhar, a primeira reação vem imediatamente, através de questões do tipo: “Não sei fazer”, “Como começar?” “ A teoria não foi dada” “ Você não vai explicar o enunciado?” “ Não entendi o que é “pra fazer” e assim por diante (SILVA, 2010).

Nessa prática pedagógica, o contrato do aluno tem semelhança com o contrato de um pesquisador e sua ruptura não é mais necessária para avançar o aprendizado. O contrato já prevê a progressão do saber, propondo o exame de concepções provisórias e relativamente boas, rejeitando ou retomando umas e aprofundando outras, para formar novas concepções. O erro não é mais uma falha que se deve evitar a qualquer preço. Ele pode contribuir para a construção do conhecimento. Entretanto, convém notar que existem muitos tipos de erros e que nem todos são necessariamente, construtivos do conhecimento.

Silva (2010) ressalta, ainda, algumas regras vigentes que foram destacadas por Chevallard (1988) em seu trabalho. Essas regras são muitas vezes internalizadas pelos alunos e implicam na construção da aprendizagem dos mesmos. Quando aplicadas essas regras conduzem a umas grandes quantidades de erros dos alunos e a incoerência no tratamento

desses erros pelos professores. Vejamos algumas dessas regras quando são relacionados à problemas matemáticos:

- Sempre há uma resposta, conhecida pelo professor e que deve ser apresentada na correção do problema;
- Para resolver um problema de matemática é preciso encontrar os dados no seu enunciado;
- Em matemática, resolve-se um problema efetuando-se operações, bastando encontrar a operação apropriada. No enunciado há palavras-chaves que auxiliam a escolha dessa operação;
- Os números são simples e as soluções também devem ser simples, senão é possível que se engane; e,
- As questões não têm em geral nenhuma realidade cotidiana, mesmo que pareça ter graças a um habilidoso disfarce. Na realidade elas só servem para ver se os alunos compreenderam o assunto que está sendo estudado.

Nesse caso os alunos são conduzidos as resposta a partir de uma palavra chave impedindo-os de construir o conhecimento necessário.

O contrato didático deve ser estabelecido em função da aprendizagem dos alunos. Em cada etapa da construção do conhecimento deve haver uma renegociação. Se o contrato didático for mal interpretado pelo professor ou pelo aluno, poderá levar ao fracasso escolar, ao invés de uma aprendizagem que tenha sentido e significado.

Muitos alunos têm dificuldade em adaptar-se a ruptura do contrato. Espera-se, nesta pesquisa, uma ruptura do contrato didático no sentido descrito (regras vigentes destacadas por Chevallard) para, com isso, verificarmos se os alunos construíram os conceitos referentes ao conteúdo de função polinomial do 1º grau. A atividade foi proposta de forma que eles não identificaram pelo menos a princípio, os conteúdos específicos que estão estudando, diferentemente de uma aula expositiva utilizando o livro didático, na qual os alunos tendem a resolver as atividades seguindo alguns passos ou fórmulas apresentadas pelo professor ou pelo livro. A resposta das atividades não foi fornecida aos alunos. Eles tiveram que obtê-las no desenvolvimento das atividades, bem como construir o conhecimento por meio das mesmas e pela interação com o software utilizado no desenvolvimento da atividade. Além disso, o aluno teve um papel ativo no processo de aprendizagem, ou seja, foi deixado de lado o tipo de aula

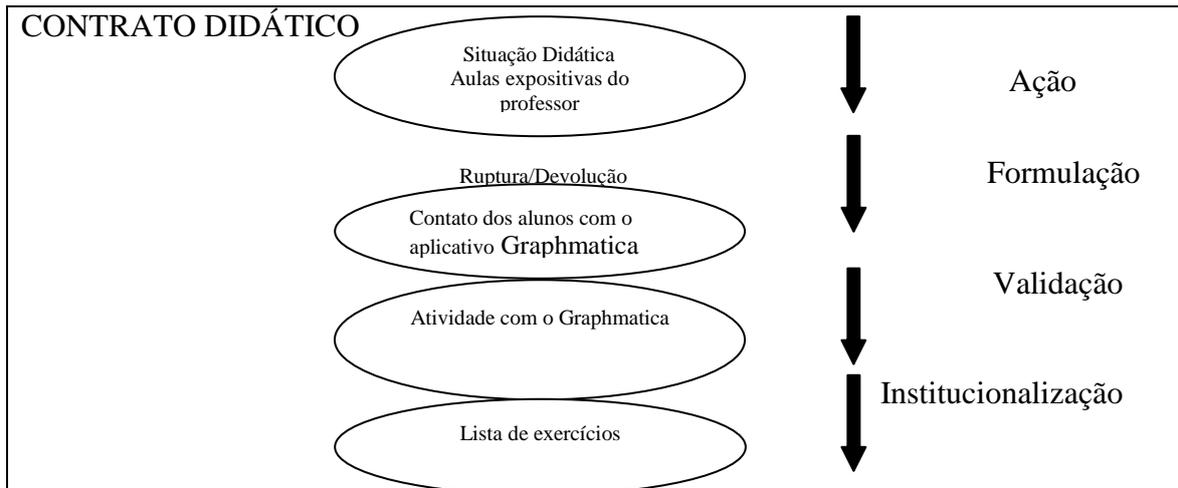
em que o professor explica e o aluno escuta e copia. Para aprofundar o conhecimento sobre função polinomial do 1º grau, foi proposta uma atividade em que eles puderam discutir o que aconteceu, e as conclusões referentes ao conteúdo.

Outro aspecto importante, relacionados à pesquisa, em relação à ruptura do contrato didático, foi o fato de os alunos nunca terem tido aulas de Matemática utilizando o computador, pois nesse caso a mudança de contrato é grande diante da mudança de ambiente de aprendizagem, e também o fato de os alunos não conhecerem a postura da pesquisadora enquanto professora.

Do exposto, podemos perceber que *situação didática* e *contrato didático* encontram-se interligados, pois a forma como o professor propõe atividades de ensino aos alunos também está relacionada ao contrato didático e, como já foi mencionado anteriormente, são vários componentes que permeiam as estruturas da situação didática. Assim, outro aspecto fundamental que será considerado nessa pesquisa é a “situação a-didática”, caracterizada por Brousseau (1986) da seguinte maneira:

- O professor escolhe problemas de forma que o aluno possa aceitá-los e, ainda, que o leve a agir, falar, refletir e evoluir por si próprio;
- O professor não deve intervir como aquele que é proponente dos conhecimentos que pretende que o aluno construa; e,
- O problema deve ser escolhido para levar o aluno a adquirir um conhecimento justificado pela lógica interna da situação.

Quando o aluno desenvolve uma aprendizagem em que ele participa, efetivamente do processo de construção, ele é capaz de construir novos conhecimentos com base em suas experiências pessoais. Nesta pesquisa, trabalha-se com o aplicativo *Graphmatica* para a construção de conceitos inerentes aos conteúdos de função polinomial do 1º grau por meio de uma atividade, ligada à resolução de problemas e com base na teoria de situações didáticas, planejada de forma a possibilitar aos alunos situação de ação, de formulação e de validação, as quais visaram à aprendizagem dos mesmos. Essa atividade tem a intenção da passagem dos conhecimentos construídos com a utilização do computador para o lápis-e-papel e vice-versa. A seguir ilustração de como se deu nossa proposta didática a partir da *Teoria das Situações Didáticas* via um *contrato didático*:



**Figura17:** Contrato da proposta didática

**Fonte:** Elaborado pelo autor e Adaptado de Cavalcanti (2011)

Outra forma de explicitar o trabalho realizado nessa pesquisa se apresenta no Quadro abaixo:

<b>Situação a-Didática</b>	<b>Atividade:</b> Em duplas, realizar a atividade livremente usando o aplicativo Graphmatica, abordando o conteúdo de função polinomial do 1º grau.
<b>Ação</b>	As duplas aceitam a atividade proposta na devolução e a realizam.
<b>Formulação</b>	As duplas discutem, refletem e falam sobre quais os conceitos referentes à função polinomial de 1º grau estão presentes na atividade.
<b>Validação</b>	As duplas estudam o assunto, recorrem aos livros, cadernos, Internet e ao professor para que se verifique algum erro conceitual.
<b>Institucionalização</b>	O professor organiza uma lista de exercícios e entrega aos alunos para ser respondida. Os alunos devolvem a lista para que o professor faça a correção.

**Quadro 4:** Contrato da proposta didática

**Fonte:** Elaborado pelo autor e adaptado de Cavalcanti (2011)

No próximo capítulo trazemos a descrição da metodológica adotada na pesquisa.

## CAPÍTULO III

### ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo é dedicado à apresentação da metodologia utilizada, na qual faremos uma descrição do universo da pesquisa, dos sujeitos envolvidos, detalhamento dos instrumentos da pesquisa e da coleta dos dados.

Este estudo tem uma abordagem qualitativa e quantitativa. Para a análise quantitativa teremos como base o número de acertos das questões da avaliação inicial e final e, uma vez que o interesse é verificar aspectos do processo ensino e aprendizagem com relação à construção e revisão dos conceitos referentes à função polinomial do 1º grau desenvolvido por meio de uma atividade utilizando o aplicativo *Graphmatica* também trabalhamos de forma qualitativa

A pesquisa qualitativa em Educação possui como fonte de dados o próprio ambiente natural onde os fenômenos se mostram, ou seja, não necessita da criação de ambientes experimentais e manipuláveis. Isso se deve, principalmente, ao seu objetivo de interrogar o mundo ao redor. Esse tipo de estudo também é chamado, por Ludke e André (1986, p. 11), de naturalístico, ou seja, “a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento”.

#### 3.1 O LOCAL DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada na Escola Municipal José Hermínio Bezerra Cabral, situada no distrito de Mororó, Zona Rural da cidade de Barra de Santana-PB, sendo as informações levantadas na Secretaria da Instituição.

A Escola Municipal de Ensino Infantil Fundamental e Médio José Hermínio Bezerra Cabral recebeu este nome em homenagem a um dos primeiros habitantes da comunidade de Mororó, principal proprietário de terras daquela localidade, tendo inclusive doado o terreno para a construção da referida Escola.

O prédio, com duas salas de aula, dois banheiros e uma área de apoio, foram construídos no ano de 1974, pela Prefeitura Municipal de Boqueirão-PB, quando Barra de Santana ainda pertencia a esta cidade. No entanto, só passou a funcionar no ano seguinte, em 1975. A princípio três professoras lecionavam nesta Instituição de Ensino: Helena Oliveira

dos Santos, Josefa Barbosa da Silva e Maria Oliveira dos Santos. Nesta época o ensino oferecido era até a 4ª série do 1º grau (atual 5º ano).

A partir de 1991, por iniciativa do professor José Jonas Rodrigues Macedo, com o apoio do Vereador local e o Prefeito da época, foi implantado a 2ª fase do 1º grau (atual Fundamental II - 6º ao 9º ano). Os dois primeiros anos funcionaram no turno da noite e em 1993 passou para o turno vespertino, realização de um sonho e uma conquista enorme para os jovens da comunidade de Mororó e localidades vizinhas.

As pessoas foram reconhecendo a importância da educação formal para suas vidas e a cada ano foi aumentando o número de alunos da zona rural que terminavam o Ensino Fundamental. Assim, percebeu-se a necessidade de ampliar o ensino oferecido por esta Instituição de Ensino. Em 2002, o Prefeito de Barra de Santana introduziu o Ensino Médio.

Hoje é possível ver mais concretamente a importância da Escola para a comunidade rural de Mororó e localidades vizinhas, pois alunos que freqüentaram esta Instituição de Ensino ingressaram na universidade e concluíram o curso superior e outros estão cursando. Alguns destes alunos estão trabalhando, obtendo um salário para manter-se ou até contribuir na renda familiar.

No entanto, passaram-se mais de 30 anos e esta Escola não teve seu espaço físico ampliado mesmo com uma clientela que aumenta a cada ano. Logo, verificamos que um dos problemas sérios desta Instituição é o espaço físico inadequado. A situação não é mais grave, porque em 1992 foi construída uma creche pelo Governo Municipal de Boqueirão-PB, pois nessa época, Barra de Santana ainda não tinha sido emancipada. E como este prédio é municipal, todas as dependências são utilizadas, tornando-se assim uma filial da Escola José Hermínio. O projeto era de Creche – Alice Bezerra Leal, composta por quatro salas, uma Secretaria, três banheiros, uma cozinha e uma área de apoio. Tal Creche tinha finalidade de abrigar crianças enquanto seus pais trabalhavam. No entanto, ela nunca funcionou com o propósito inicial. Este prédio sofreu algumas modificações para se adequar em salas de aula. É válido salientar que estes prédios municipais são dispersos e ficam a uma distância de aproximadamente 200 metros um do outro.

Hoje a Escola José Hermínio funciona nos turnos matutinos e vespertinos com duas salas de aula próprias, mais uma sala, quatro banheiros, uma Secretaria, uma Diretoria, uma Sala de Professores e uma Sala de Informática no prédio da antiga Creche. Também foram locados pela Prefeitura Municipal seis espaços para funcionarem como salas de aula, já que

não há disponibilidade de uma escola para atender a demanda de Educação Infantil I e II, Ensino Fundamental I e II e Ensino Médio.

### **3.2 OS SUJEITOS, MÉTODOS E INSTRUMENTOS**

Os sujeitos da pesquisa foram alunos do 1º Ano Médio. Participaram da pesquisa 12 alunos, pertencente a uma mesma turma.

O critério de escolha se deu devido o professor pesquisador ser docente desses alunos e, por ter uma quantidade limitada de computador, foi escolhida uma turma que tivesse o menor número de alunos possível.

Para a coleta de dados foram usados os seguintes métodos e instrumentos: Questionários (QI, QII e QIII), Atividades com o *Graphmatica* (AI, AII, AIII e AIV) e Listas de Exercícios (AI e AF) e Observação Participante. Toda a coleta foi fotografada, no entanto, as mesmas não puderam ser apresentadas por terem sido extraviadas.

#### **3.2.1 Questionários**

Os Questionários I, II e III se deram com questões abertas e fechadas e os mesmos foram respondidos por todos os alunos envolvidos na pesquisa de dados.

O questionário é um instrumento de pesquisa, constituído por uma série ordenada de perguntas referentes ao tema de pesquisa. Segundo Amaro, Pova Macedo (2005, p.3):

Um questionário é um instrumento de investigação que visa recolher informações baseando-se, geralmente, na inquirição de um grupo representativo da população em estudo. Para tal, coloca-se uma série de questões que abrangem um tema de interesse para os investigadores, não havendo interação direta entre estes e os sujeitos da pesquisa.

Com base no exposto, o primeiro Questionário, QI (Apêndice I), foi elaborado de forma a oferecer um perfil dos alunos, informando seus conhecimentos (prévios) em informática, suas familiaridades com o computador e aplicativos matemáticos ou simplesmente programas editores de textos, Internet, entre outros, possibilitando visualizar como estes alunos utilizam o computador. O mesmo contou com 4 perguntas:

### QUESTIONÁRIO I – QI

1. Você usa o computador para alguma atividade, em casa, trabalho, lanch, etc? Caso não use, explique porquê.

2. Em relação ao seu domínio nos computadores, você considera que seja:

Bom     Regular     Ótimo     Excelente     Não utiliza

3. Se você usa computadores, utiliza algum tipo de software? Marque a (s) alternativa (s) e comente cada situação.

Editor de texto     Software de edição de imagens     Software de navegação na internet

Softwares educacionais     Outros

4. Você gosta de utilizar o computador ou utiliza-o somente por algum tipo de necessidade? Assinale a alternativa e comente.

Sim     Não

Figura 18: Questionário I

Fonte: Autoria própria

No segundo Questionário, QII, procurou-se verificar qual a associação que o aluno faz entre educação e informática, e se tem ou não experiência com informática e educação:

### QUESTIONÁRIO II – QII

1. Você acha que, se utilizar o computador, ficará mais fácil de aprender conteúdos como os gráficos de Matemática? Por quê?

2. Já aprendeu algum conteúdo na escola utilizando a ajuda do computador? Explique.

3. Já aprendeu Figura 19 com ajuda do computador, algum conteúdo que não conseguiu assimilar com as explicações dos seus professores de Matemática? Comente.

4. Você acha que, utilizando o computador, aprenderia melhor os conteúdos estudados na escola?

Figura 19: Questionário II

Fonte: Autoria própria

O terceiro Questionário, QIII, formado por apenas uma questão aberta procurou verificar a aceitação ou não dos alunos após utilizarem a tecnologia de informação no desenvolvimento e construção de conceitos matemáticos:

### QUESTIONÁRIO III – QIII

Dê a sua opinião em relação ao uso do aplicativo *Graphmatica* para o aprendizado em Matemática

Figura 20: Questionário III

Fonte: Autoria própria

### 3.2.2 Intervenção com o Graphmatica - Atividades

Nessa etapa os alunos se reuniram em duplas para realizar quatro Atividades, I, II, III e IV, com o *Graphmatica* abordando vários conceitos referentes ao conteúdo de função polinomial do 1º grau (Apêndice IV).

A Atividade I buscou fazer com que os alunos visualizassem o que ocorria em relação aos gráficos quando era variado o coeficiente linear e o coeficiente angular, fazendo uma descrição do que acontece quando mudamos o valor de “a” e de “b” referindo-se aos seguintes aspectos, Posição relativa entre as retas; Intersecção do gráfico com o eixo das abscissas (x, 0); Intersecção do gráfico com o eixo das ordenadas (0,y).

A atividade II (AII) utiliza os gráficos já construídos na atividade I (AI) para marcar a intersecção da reta com o eixo X, clicando sobre o ponto para fazer com que os alunos observem que o ponto que será o zero da função aparecerá automaticamente.

A atividade III (AIII) tem como objetivo fazer com que os alunos estabeleçam uma relação entre o ponto de intersecção com o eixo das ordenadas e o coeficiente “b” da equação da função.

Por último, atividade IV (AIV) pedia para que os alunos construíssem o gráfico da função  $f(x) = ax + b$ , fixasse um valor para o coeficiente “b” Alterando o sinal da variável “a”. e observassem o que acontecia, se a função seria crescente ou decrescente. Que relação há entre ser crescente e decrescente e o parâmetro “a”? O que acontece com o gráfico da função se  $a > 0$ ? O que acontece com o gráfico da função se  $a < 0$ ? O que acontece com o gráfico da função se  $a = 0$ ?

### 3.2.3 Listas de Exercícios – Avaliação Inicial e Final

Os alunos envolvidos na pesquisa responderam duas Listas de Exercícios (Apêndice II), sem o auxílio do aplicativo *Graphmatica*, com questões voltadas ao conteúdo Funções Polinomiais do 1º grau abordadas nas Atividades com o *Graphmatica* para que se investigasse o conhecimento matemático alcançado por eles. Os sujeitos da pesquisa responderam uma Lista de Exercícios *antes da intervenção* com o *Graphmatica*, intitulada como avaliação inicial, AI, com o objetivo de investigar o que eles aprenderam durante as aulas expositivas, e uma Lista de Exercícios *depois da intervenção* com o *Graphmatica*, intitulada avaliação final, AF, com objetivo de investigar se houve avanço ou não na aprendizagem quando da utilização do aplicativo:

**Lista de Exercícios - Avaliação Inicial (sem auxílio do Graphmatica)**

Nome: \_\_\_\_\_ série: 1º Ano

1. Construa o gráfico da função determinada por  $f(x) = -x + 1$ .
  - a) A função é crescente ou decrescente?
  - b) Quais as coordenadas dos pontos de interseção das retas com os eixos  $x$  e  $y$ ?
2. Numa loja, o salário fixo mensal de um vendedor é 500 reais. Além disso, ele recebe de comissão 50 reais por produto vendido.
  - a) Escreva uma equação que expresse o ganho mensal  $y$  desse vendedor, em função do número  $x$  de produto vendido.
  - b) Como é denominada a relação assim definida por uma equação do 1º grau.
  - c) Quanto ele ganhará no final do mês se vendeu 4 produtos?
  - d) Quantos produtos ele vendeu se no final do mês recebeu 1000 reais?
3. Descreva uma situação que seja relacionada com funções do 1º grau. Faça a lei de formação e construa seu gráfico.

**Figura 21:** Lista de Exercícios – AI**Fonte:** Autoria própria

Com relação à Lista de Exercícios após a intervenção, foram as perguntas:

**Lista de Exercícios – AF**

Nome: \_\_\_\_\_ série: 1º Ano

**EXERCÍCIO AVALIATIVO DE FUNÇÕES DO 1º GRAU**

1. Construa o gráfico da função  $y = 2x - 3$ 
  - 1.1– Quais as coordenadas dos pontos de interseção das retas com os eixos  $x$  e  $y$ ?
  - 1.2– A função é crescente ou decrescente?
2. Uma firma de conserto de aparelhos eletrônicos cobra R\$ 12,00 de taxa fixa para a visita e R\$ 20,00 por hora trabalhada. Responda:
  - a) Escreva uma lei de formação para a situação acima;
  - b) Construa o gráfico da função;
  - c) Se o valor pago pelo conserto foi de R\$ 72,00, quantas horas foram gastas para efetuar o serviço?
  - d) Se a firma mudar a taxa fixa para 15,00, qual será a mudança do gráfico no plano cartesiano?
3. Descreva uma situação que seja relacionada com funções do 1º grau. Faça a lei de formação e construa seu gráfico.

**Figura 22:** Lista de Exercícios - AF**Fonte:** Autoria própria**3.2.4 Observação Participante**

A observação participante também foi um instrumento utilizado na pesquisa, onde o pesquisador teve contato direto com os sujeitos observados, permitindo captar dados para uma análise qualitativa. Segundo Silva, Oliveira, Pereira e Lima (2010, p.8):

A observação participante não deve ser vista como um ato isolado, mas como um processo gradual que envolve inicialmente atitudes tais como: saber selecionar o local a ser pesquisado para que viabilize o livre acesso à comunidade; saber conduzir os trabalhos, buscando manter informados todos os colaboradores e/ou

participantes locais, quando se fizer necessário; saber conduzir cada etapa da pesquisa, fazendo anotações de forma estruturada ou em formato de narrativas.

Implica, nesse sentido, que a observação exige registro objetivo e uma busca de padrões que são identificados nas vivências da cultura cotidiana do grupo participante da pesquisa.

Na pesquisa em questão, foi observado o resultado que se obtém quando os alunos são direcionados para construir o saber - matemático sem, serem direcionadas as respostas; o comportamento dos mesmos diante de uma pesquisa de investigação utilizando o computador; como se dá a aprendizagem deste aluno, mediante a utilização do computador e como o computador pode ajudar no processo de ensino aprendizagem de Matemática.

### **3.3 SOBRE A COLETA DOS DADOS**

Inicialmente, durante os meses de agosto e setembro de 2011, o conteúdo de função polinomial de 1º grau foi revisado de maneira convencional com aula expositiva utilizando o livro didático, quadro e pincel. O material relacionado ao conteúdo foi trabalhado de forma contínua, utilizando-se de exercícios individuais, trabalhos em grupo, provas escritas individuais. Após esse processo foi aplicado a avaliação, AI, que antecedeu a intervenção com o *Graphmatica* com o objetivo de verificar o conhecimento adquirido pelos alunos até o momento.

Após esta etapa, os alunos responderam a dois Questionários, QI e QII, com o intuito de verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação à Informática e sua aplicação no contexto educacional.

Feita a revisão sobre funções polinomiais, começou-se o trabalho com a turma no Laboratório de Informática. No Laboratório foram feitas diversas abordagens do conteúdo com os alunos (AI, AII, AIII e AIV), desde a lei de formação das funções de 1º grau, deslocamentos da reta nos eixos, até a utilização de funções do 1º grau em situações problemas. Nas aulas no Laboratório de Informática foi reservado um tempo para apresentação do programa aos alunos. Durante as aulas, os alunos puderam construir gráficos de função utilizando o programa, para que pudessem verificar deslocamentos da reta no gráfico, mudança de posição, e outras funções. Na intervenção com o aplicativo os alunos se dividiram em duplas e tiveram a oportunidade de utilizar, de forma livre, o aplicativo *Graphmatica* para posterior análise da influência que este aplicativo pode oferecer ao

processo de ensino e aprendizagem em Matemática, mais especificamente ao conteúdo de função polinomial de 1º grau,

Durante o período da intervenção com o aplicativo, foi feito um pequeno acompanhamento por parte do pesquisador, entre as duplas envolvidas na pesquisa, para que fossem sanadas dúvidas, caso elas surgissem, isto é, o professor atuou como mediador.

A avaliação se deu através da observação participante durante todo o processo e uma Lista de Exercícios de avaliação final, AF, foi respondida por todos os alunos.

A última etapa da coleta de dados foi aplicação do Questionário III, onde na ocasião os alunos puderam expressar sua opinião a respeito do aplicativo utilizado na pesquisa.

### **3.4 SOBRE A ANÁLISE DOS DADOS**

Após a coleta de dados, a fase seguinte da pesquisa é a de análise e interpretação. Estes dois conceitos apesar de conceitualmente distintos aparecem estreitamente relacionados. A análise dos dados segundo Gil (1999, p.168):

Tem como objetivo organizar os dados de tal forma que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação. Já a interpretação tem como objetivo a procura do sentido mais amplo das respostas o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos.

A fase da análise de dados na pesquisa reúne três finalidades: estabelecer uma compreensão dos dados coletados, confirmar ou não os pressupostos da pesquisa e/ou responder as questões formuladas, e ampliar o conhecimento sobre o assunto pesquisado articulando-o ao contexto cultural do qual faz parte (MINAYO, 2007).

A coleta e análise dos dados retratam, através dos exercícios (AI e AF) e da intervenção com o *Graphmatica*, a Teoria das Situações Didáticas de Brosseau (1886), com o objetivo de passar pelas fases de Ação-Formulação-Validação, para verificar o desenvolvimento correto de uma formação de conceitos de funções, e para etapa da institucionalização contamos com as respostas dadas pelos alunos a alguns questionamentos, permitindo que os alunos expusessem os conceitos construídos a partir da intervenção com o *Graphmatica*.

No próximo capítulo, último, trazemos a análise de toda a pesquisa realizada.

## CAPÍTULO IV

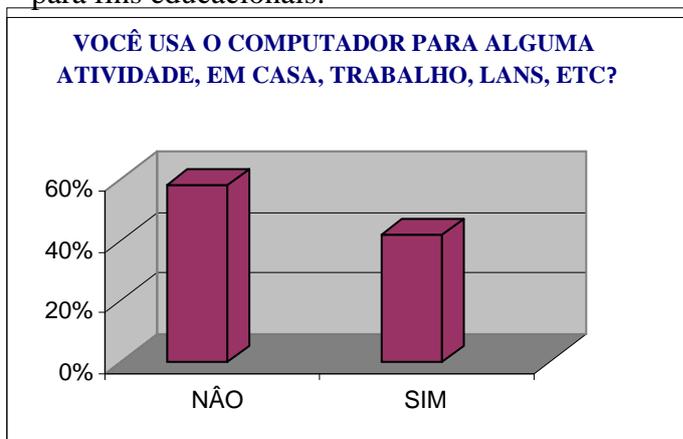
### ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar a análise dos resultados de nossa pesquisa, tanto qualitativa quanto quantitativa. Por meio destas pretendemos identificar quais as contribuições e a eficiência ou não, da intervenção realizada com o uso de uma ferramenta tecnológica, o aplicativo *Graphmatica*, para a melhoria da aprendizagem da função polinomial do 1º grau.

Para a análise quantitativa utilizamos os dados coletados nos Questionários e nos Exercícios (AI e AF). Já para a análise qualitativa utilizamos outras fontes além dos Questionários e Exercícios (AI e AF). Nos arquivos salvos pelos alunos em suas manipulações durante o processo da intervenção de Ensino foram anotados alguns registros observados pelo pesquisador e feitas algumas fotografias. No entanto, essas fotos foram extraviadas.

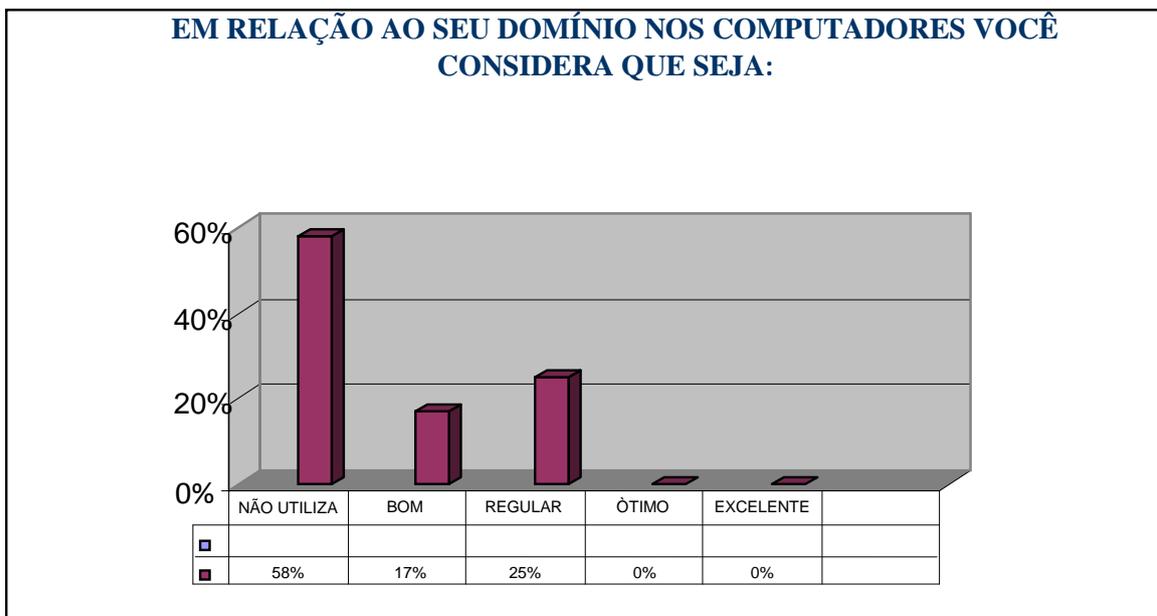
Inicialmente foram aplicados Questionários para verificação dos conhecimentos de Informática. O que se pretendia era conhecer o nível de entendimento dos alunos em relação à utilização do computador, para ser traçado o perfil inicial dos alunos que iriam utilizar um programa educacional, orientando os procedimentos para a primeira aula no Laboratório. Para visualizar melhor as respostas dos Questionários, aos quais nos referimos anteriormente, foram elaborados alguns gráficos com relação aos dados quantitativos.

Apenas 42% dos alunos pesquisados afirmam usar o computador, mesmo assim, não usam para fins educacionais:



**Figura 23:** Questão 1: Porcentagem da utilização do computador pelos sujeitos da pesquisa

O computador para os jovens é um instrumento de lazer e, como qualquer outro, exerce uma atração muito grande, no entanto seu uso para fins educativo, no local da pesquisa, ainda é um pouco tímido. Apenas 4 das 12 pessoas pesquisadas afirmam utilizar o computador para fins educacionais. Na questão 2, a pesquisa queria medir o domínio dos alunos no uso do computador:

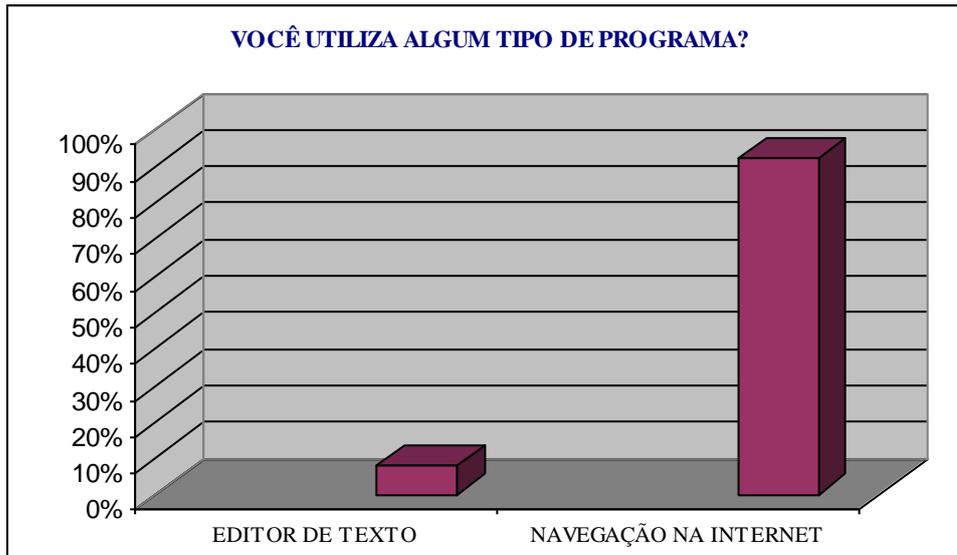


**Figura 24:** Questão 2: Domínio dos alunos no uso do computador

Pela análise do gráfico apresentado na figura 24, pode-se perceber que essa turma teria um pouco de dificuldade em manusear o computador.

Os resultados demonstraram que a maioria (58%) não domina o uso da máquina, e essa questão acabou valendo para outra importante constatação: o domínio do computador ainda é um obstáculo para alguns alunos, no caso dos sujeitos da pesquisa, o conhecimento adquirido tanto na escola como fora dela, ainda é tido por uma minoria.

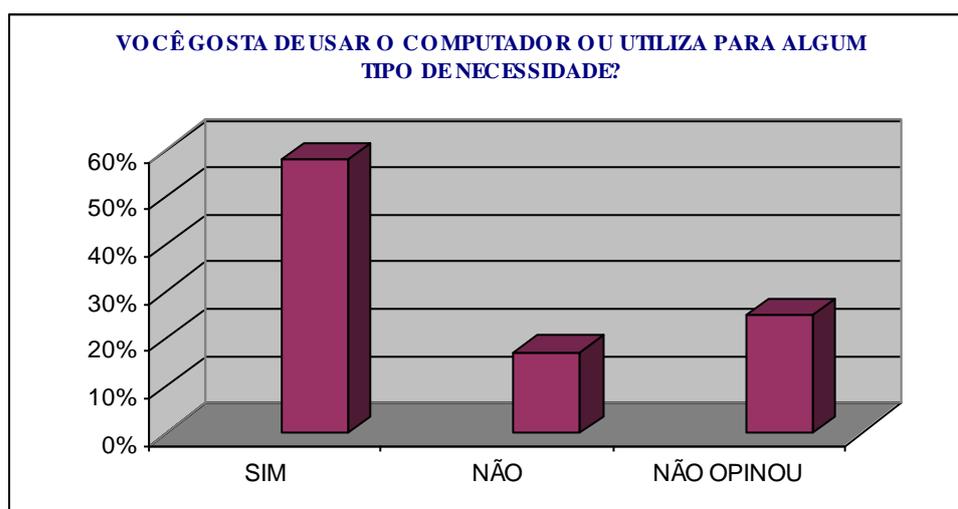
Outra questão importante para a pesquisa seria saber se os alunos conheciam e usavam algum tipo de aplicativos. A questão 3 do primeiro Questionário teve a intenção de saber se o uso do computadores ia além de seu mecanismo usual, pois o conhecimento e utilização de algum tipo de aplicativo vão mostrar o grau de especificidade no uso dessa tecnologia. Para essa questão foram sugeridas algumas alternativas como: editor de texto, Software de Edição de Imagens, Software de Navegação na Internet, Softwares Educacionais e outros. Como resposta, os poucos alunos que utilizam computador afirmam que usa apenas o Editor de Texto e a Internet:



**Figura 25:** Questão 3-O uso de aplicativos pelos alunos

A figura acima mostra o resultado do conhecimento e utilização de um aplicativo. A maioria (92%) respondeu que utilizam a Internet para acessar o Orkut e o MSN e fazer algumas pesquisas. Como boa parte dos alunos sentia dificuldade em manusear o computador e alguns programas, foi preciso reservar um tempo para que os alunos pudessem se familiarizar melhor com essas ferramentas.

Na questão 4 verificou-se que a maioria (58%) gosta de utilizar o computador o que tornaria o trabalho prazeroso para os alunos:

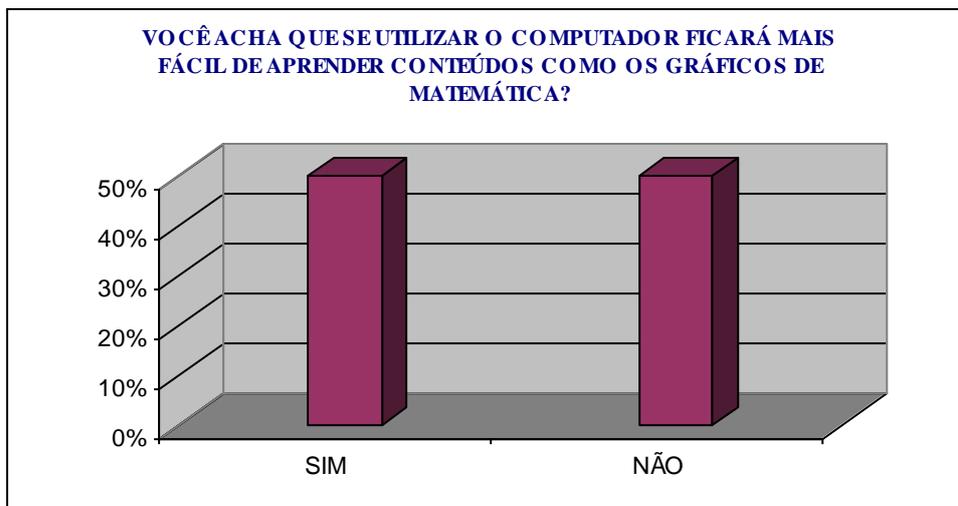


**Figura 26:** Questão 4- Satisfação em usar o computador

A partir dos resultados obtidos das quatro questões do QI foi possível traçar os procedimentos seguintes da pesquisa e considerar que seria possível investir nas atividades, considerando que estava sendo trazido algo novo para os alunos.

O segundo momento da pesquisa procurou-se também verificar, através de um questionário, QII, como os alunos relacionam a tecnologia de informação e educação, verificando, antes de tudo, a opinião dos alunos sobre a utilização de um programa computacional cuja finalidade é auxiliar no aprendizado de algum conteúdo.

A primeira questão do segundo Questionário perguntava se eles achavam que um programa de computador auxiliaria na aprendizagem de algum conteúdo que estudavam e 50% dos alunos disseram que sim e 50% disseram que não:



**Figura 27:** Questão 1 A utilização do computador para aprender conteúdos escolares

A maioria dos alunos que responderam não, enfatiza o fato de não ter o domínio do computador o que viria a prejudicar o aprendizado do conteúdo. Outros afirmam que o contato com a professora na aula expositiva faria com que eles aprendessem melhor. Podemos ver logo a seguir algumas das justificativas:

**Aluno A:** *“Não, porque na sala de aula nós temos uma explicação da professora.”*

**Aluno B:** *“Não sei, porque só quando eu utilizar o computador irei saber se é melhor ou não”*

**Aluno C:** *“Não, porque não tem como a professora está explicando de forma que todos possam aprender”*

**Aluno D:** *“Não porque não tenho o domínio do computador”*

**Aluno E:** *“Não porque fica mais complicado de aprender, mas é muito bom”*

**Aluno F:** *“Não porque não tem como a professora dar atenção para toda a turma”*

**Aluno G:** “*Sim, porque é melhor de você visualizar nos mínimos detalhes o que está sendo feito*”.

**Aluno H:** “*Sim, eu acho que utilizando o computador fica mais fácil de assimilar o conteúdo.*”

**Aluno I:** “*Acho que sim porque deve ficar mais prático para fazer os gráficos*”

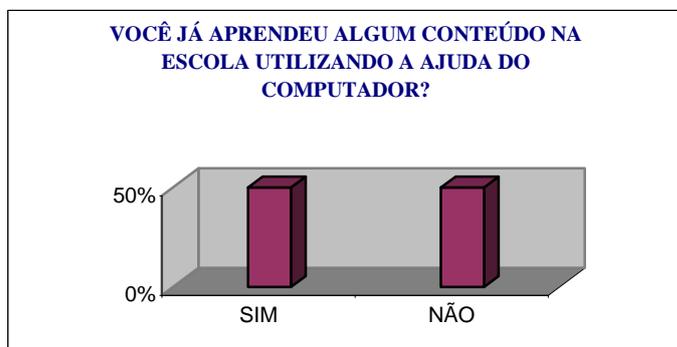
**Aluno J:** “*Sim porque no computador é mais rápido e você pode buscar as soluções de várias maneiras diferentes*”.

**Aluno K:** “*Sim, não só em matemática, mas em outras disciplinas também*”.

**Aluno L:** “*Sim porque você só dar os comandos e o computador ajuda a resolver*”.

Em alguns itens dos depoimentos dos alunos pode-se perceber a preocupação em não descartar o “método tradicional”. Suspeita-se ser por falta de prática de utilização deste processo, seja por parte dos professores envolvidos e por parte dos alunos, pois ambas as partes não haviam trabalhado com aplicativos voltados para o ensino de um conteúdo.

Na questão 2 do segundo Questionário a pergunta queria saber quanto à utilização do computador para aprender conteúdos da escola e 50% dos alunos responderam que utilizam ou já utilizaram para aprenderem algum conteúdo que estudam ou já estudaram . Os outros 50% responderam que não tiveram contato com o computador como um recurso de aprendizagem. O principal motivo de não terem usados programas educativos antes, segundo os alunos, é que o laboratório de Informática é pouco explorado pelos professores. Quanto aos que responderam utilizar esse recurso foi para fazer pesquisa, sobre determinado conteúdo navegando na Internet:



**Figura 28:** Questão 2-O uso de aplicativos na escola

Observando os gráficos relacionados às questões 3 e 4 do segundo questionário, podemos verificar que a maioria dos alunos, mesmo sem experiência com o uso do computador, acreditam que esta seja uma nova forma de assimilar determinados conteúdos:

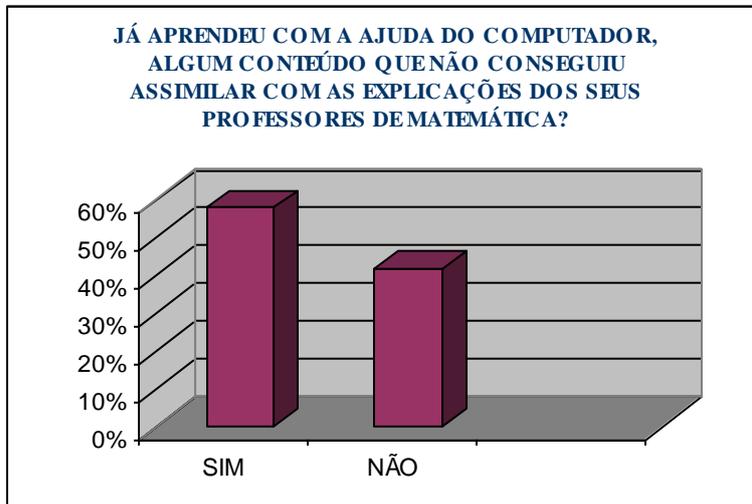


Figura 29: questão 3-Se o computador auxilia a aprendizagem segundo os alunos

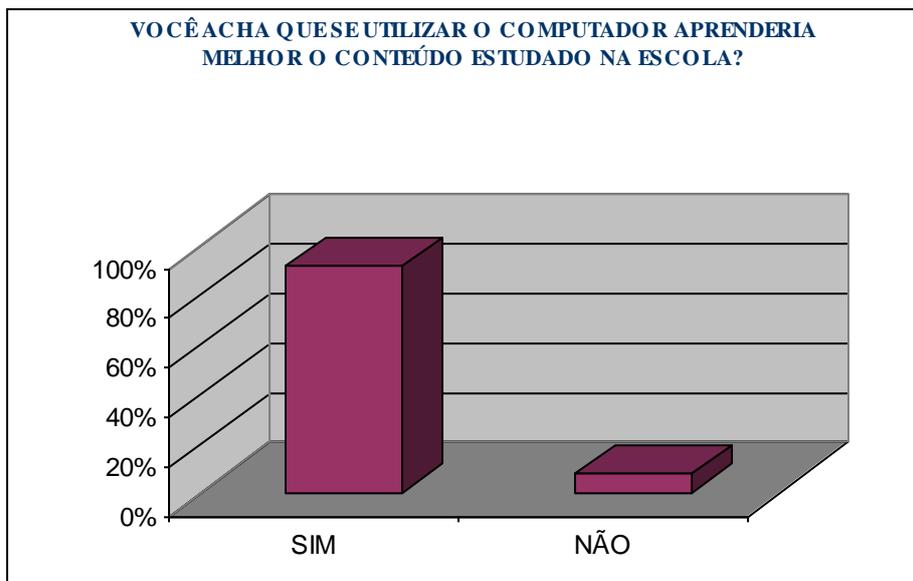


Figura 30: Questão 4- A expectativa de que o computador é um bom recurso de aprendizagem

Segue abaixo algumas das respostas dadas, por escrito, a última pergunta do 2º questionário:

**Aluno A:** “*Sim, porque, além da ajuda do professor, teríamos uma alternativa a mais*”

**Aluno B:** “*Acho que sim, porque poderíamos pesquisar na internet o assunto em questão*”

**Aluno C:** “Não porque não tenho domínio do computador”

**Aluno D:** “Se tivéssemos o domínio do computador com certeza aprenderíamos melhor”

**Aluno E:** “Em alguns momentos sim e em outros não”

**Aluno F:** “Sim, caso isso ocorra com frequência”

**Aluno G:** “Sim, com certeza seria uma oportunidade de aprimorar ainda mais o nosso conhecimento”

**Aluno H:** “Sim, seria mais uma forma de aprender”

**Aluno I:** “Sim, porque fica mais fácil”

**Aluno J:** “Sim, porque no computador tem mais informações”

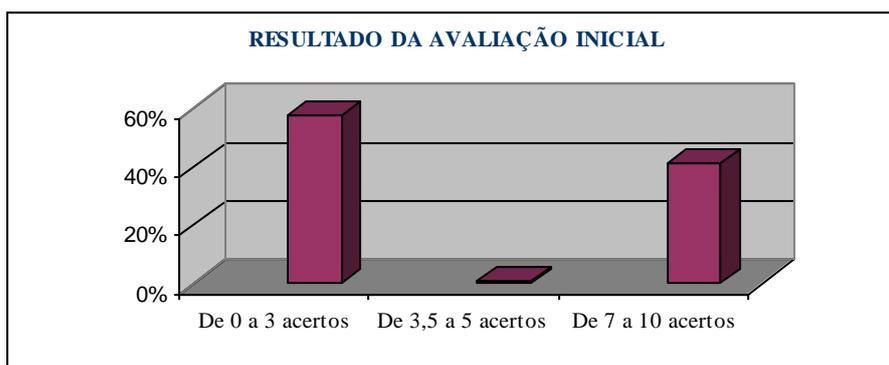
**Aluno K:** “Sim, porque também teríamos a chance de pesquisar sobre o assunto”

**Aluno L:** “Sim, pois seria mais fácil aprender. A aula se tornaria mais prazerosa e não precisaríamos copiar tanto, teríamos mais tempo para pensar”.

O que podemos verificar nas respostas dadas as duas últimas perguntas do segundo questionário é que os alunos consideram o computador uma ferramenta importante no processo de ensino e aprendizagem, podendo este ser mais uma alternativa auxiliar nesse processo.

#### 4.1 CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS

Antes da realização da atividade com o *Graphmatica* foi proposto aos alunos um exercício, intitulado como **Avaliação Inicial (AI)** para verificar o conhecimento prévio dos alunos em relação ao conteúdo abordado na pesquisa. O gráfico abaixo mostra o desempenho dos alunos na avaliação inicial:

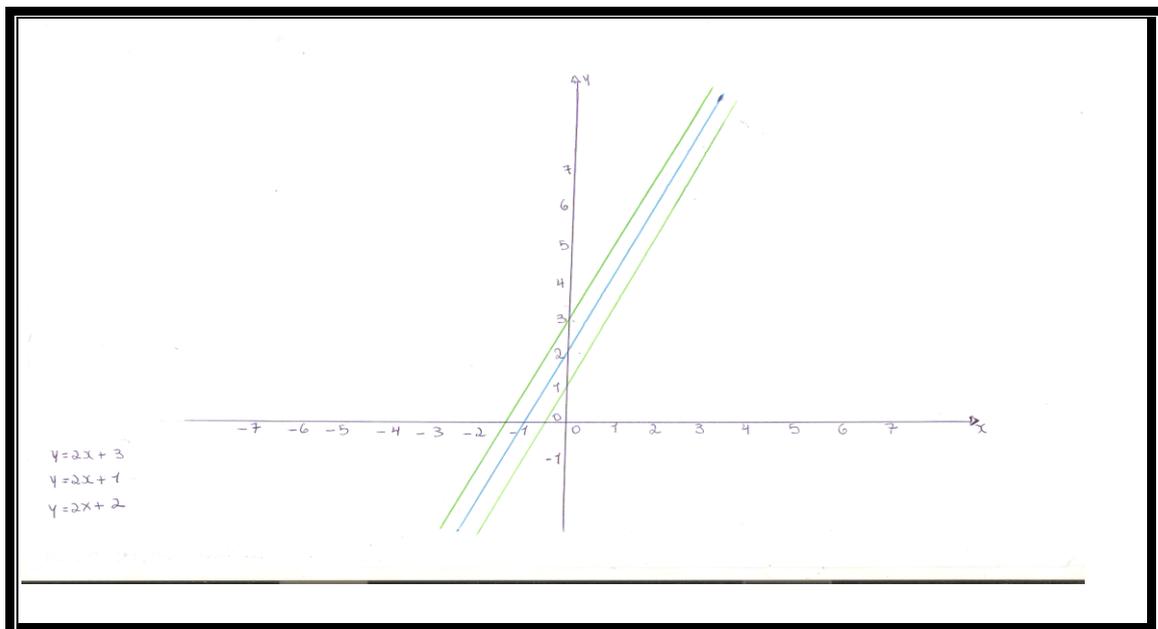


**Figura 31:** Avaliação da aprendizagem de funções antes da atividade com o *Graphmatica*

Não houve de 5 a 7 acertos e a maioria dos alunos não tinha domínio sobre os conceitos, abordados na avaliação, referentes ao conteúdo de funções. O que chamou atenção foram os baixos resultados, por que o conteúdo, abordado nesse exercício, já tinha sido visto por esses alunos anteriormente e que, do ponto de vista escolar, era suposto que eles soubessem.

#### 4.2 A ATIVIDADE COM GRAPHMATICA

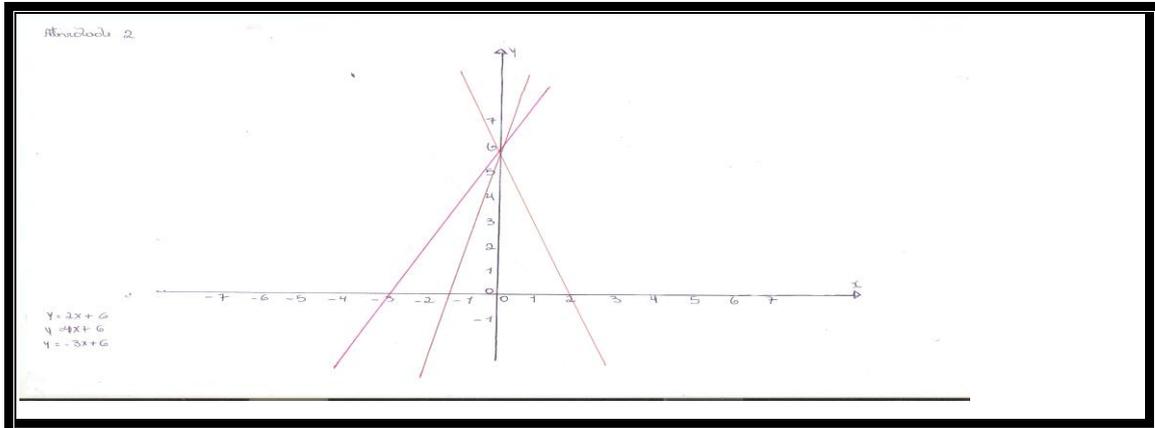
Após a avaliação inicial, foi sugerido que construíssem o gráfico da função  $y=2x+6$  utilizando o *Graphmatica*. Os alunos foram construindo funções sobre um mesmo sistema de eixos. Inicialmente mostraram-se muito confusos. Entretanto, depois de algum tempo, já estavam entendendo toda a mecânica da construção. Perceberam que a construção de gráficos com o aplicativo era muito mais rápida e que as aulas na sala foram importantes, pois se houvessem iniciado as aulas já com o aplicativo, ficaria sem sentido a construção de gráficos. A partir do gráfico da função, citada anteriormente, construíram novas funções alterando o parâmetro “b” (coeficiente linear) e mantendo apenas o parâmetro “a” (coeficiente angular) constante. Após algumas construções, alguns alunos observaram que as retas “ficavam paralelas”, mudando o ponto onde a reta cortava os eixos das ordenadas, ou seja, a inclinação da reta permanecia o mesmo:



**Figura 32:** Gráfico construído pelos alunos alterando somente o coeficiente linear e mantendo o coeficiente angular.

Foi sugerido também que utilizassem a função citada anteriormente ( $y = 2x+6$ ) para fazer o coeficiente angular variar, agora mantendo o coeficiente linear constante, a partir daí

os alunos chegaram à conclusão de que a inclinação das retas se alterava e que todas as retas concorriam para um mesmo ponto, e que esse ponto seria o ponto de intersecção com o eixo das ordenadas e correspondia ao coeficiente linear, ou seja,  $(0, y) = (0, b)$ :



**Figura 33:** Gráfico construído pelos alunos mantendo o coeficiente linear e alterando o coeficiente angular.

Os alunos fizeram uma descrição do que acontecia quando era variado o valor de “a” e de “b” (coeficientes angular e linear) referindo-se aos seguintes aspectos:

- Posição relativa entre as retas;
- Intersecção do gráfico com o eixo das abscissas  $(x, 0)$
- Intersecção com o eixo das ordenadas  $(0, y)$ .

Os alunos foram unânimes em perceber naquele momento o que acontecia. Como as respostas foram idênticas mudando apenas a maneira de escrever, abaixo apresentarei a conclusão a que uma das duplas chegou analisando os gráficos por eles construídos:

Alterando-se o parâmetro “b” (coeficiente linear) os gráficos tocam o eixo vertical em pontos diferentes. As retas ficam com posição paralela.  
Quando alteramos o parâmetro “a” os gráficos apresentam inclinações diferentes e as retas são concorrentes.  
Observamos também que o ponto em que o gráfico toca o eixo das ordenadas é igual ao parâmetro “b” (coeficiente linear) ou seja  $(0, y) = (0, b)$ .  
Então chegamos as seguintes conclusões

- Se dois ou mais funções apresentarem coeficiente angular igual seus gráficos são retas paralelas. Se o coeficiente angular for diferente, seus gráficos são formados por retas concorrentes.
- Quando variamos o parâmetro “a” (coeficiente angular) as retas concorrem para um mesmo ponto, o ponto de intersecção com o eixo das ordenadas que é igual ao parâmetro “b”.

**Figura 34:** Conclusão dos alunos segundo a análise dos gráficos construídos

Utilizando os gráficos construídos os alunos também tiveram facilidade em perceber o ponto de intersecção com o eixo das abscissas e que este se referia ao zero da função. Quanto ao ponto de intersecção com o eixo das ordenadas foi feita a seguinte pergunta:

• Você consegue estabelecer uma relação entre o ponto de intersecção com o eixo das ordenadas e o coeficiente linear (parâmetro “b”)?

Os alunos já haviam chegado à conclusão em uma atividade anterior que o coeficiente linear era o próprio ponto de intersecção com o eixo das ordenadas.

Para finalizar a atividade com o *Graphmatica*, os alunos analisaram os gráficos para relacionar o coeficiente angular (parâmetro “a”) com o crescimento e decréscimo da função, visualizaram que se o coeficiente angular for negativo a função decrescente e se for positivo a função é crescente. Em seguida responderam ao exercício seguinte:

**Exercício**

1. Em cada uma das funções abaixo definida nos reais, determine o zero da função, o ponto onde intercepta o eixo das ordenadas e se é crescente ou decrescente:

a)  $f(x) = -3x+5$

b)  $f(x)=6x-3$

c)  $f(x)=-5x+1$

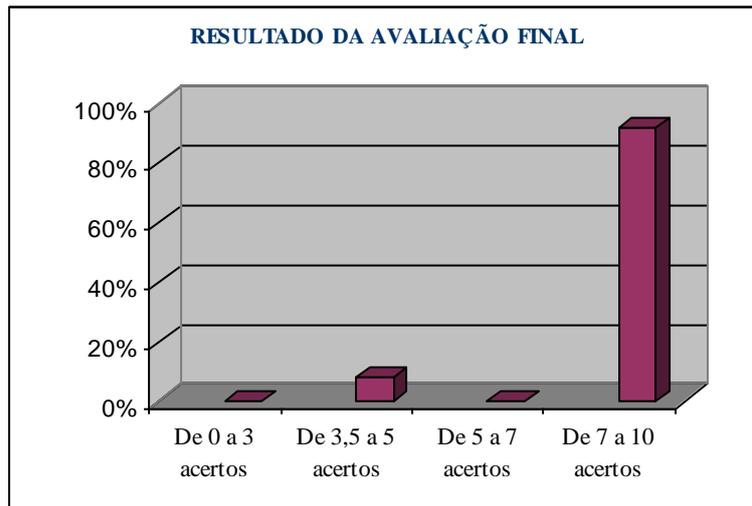
d)  $f(x)= -3x+4$

**Figura 35:** Atividade resolvida com o auxílio do *Graphmatica*

Todos os alunos que participaram da pesquisa tiveram facilidade em resolver esse exercício com o auxílio do *Graphmatica*, devido à agilidade em construir os gráficos e aos conceitos que foram construídos por eles durante o desenvolvimento das atividades propostas.

### 4.3 VERIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DOS ALUNOS

No final da pesquisa realizou-se uma Avaliação Final com os conteúdos estudados sobre função polinomial do 1º grau. Conforme demonstram o gráfico, pode-se observar que o desempenho dos alunos após o uso do *Graphmatica* melhorou consideravelmente. Na Avaliação Inicial, 58% acertaram menos de 3 questões, e 1% acertaram entre 3,5 e 5 questões, 41% acertaram de 7 a 10 questões. Após a atividade com o *Graphmatica*, na avaliação final, 8% dos alunos acertaram entre 4 e 5 questões e 92 % acertaram entre 7 e 10 questões:



**Figura36:** Avaliação final da aprendizagem de Funções

O desempenho dos alunos apresentou uma grande variação entre AI e AF, demonstrando que a intervenção com o aplicativo contribuiu, de forma significativa, com a aprendizagem do conteúdo em questão.

#### 4.4 EM RELAÇÃO À OPINIÃO DOS ALUNOS

Após a avaliação final, solicitou-se aos alunos que colocassem no verso sua opinião sobre como estudaram o conteúdo, se gostaram, se acharam mais fácil aprender Matemática utilizando o computador. Pode-se constatar também, através das respostas dos alunos, certo entusiasmo inicial em usar computadores para trabalhar conceitos matemáticos, pois consideraram mais fácil e mais rápido a dedução de conceitos. O que passou a ser de forma natural depois das primeiras aulas. Os alunos deram grande ênfase ao aspecto de visualização de resultados, o que possibilita entender melhor um problema ou gráfico. Pelas afirmações relativas ao aplicativo utilizado, ficou evidente a facilidade que o programa oferece, devido a sua interface, apresentando resultados rápidos, fazendo com que os alunos se sentissem à vontade para utilizá-lo. Algumas destas afirmações podem ser comprovadas abaixo. No entanto, alguns alunos não dispensaram a explicação da professora através da exposição dos conteúdos:

O Graphmatica trás algumas vantagens para o nosso aprendizado, mas nós também precisamos de uma ajuda do professor para resolver problemas.

**Figura 37:** Depoimento do aluno A

O aplicativo pode ajudar desde que tenha uma explicação em sala de aula porque no aplicativo é só jogar a equação e ele demonstra o traçado no gráfico. fica mais fácil entender o assunto, mas aca ba não ensinando na pratica como se demonstrar um gráfico.

Figura38: Depoimento do aluno B

Em minha opiniao; O aplicativo não vai me ajudar em nada; Pois agente é quem tem que fazer os cálculos para exercitar nossas mentes. A única vantagem é que estamos interagindo com o computador, aprendendo a manuseá-lo.

Figura 39: Depoimento do aluno C

Eu gostei, porque é uma forma diferente de aprender.

Figura 40: Depoimento do aluno D

Gostei, pois é muito mais prático e muito fácil quando entendemos o conteúdo.

Figura 41: Depoimento do aluno E

A única coisa que gostei é que a aula sai da rotina, e eu por exemplo que não sei mexer no computador aprendo uma ou outra função dele. É muita guarda de tempo, a aula passa rápido e nós não aprendemos nada, só a professora não dá para atender a todos os alunos, até por que muitos não sabem mexer no computador. Eu não aprendi praticamente nada no laboratório.

Figura 42: Depoimento do aluno F

"Eu preferi, pois foi uma referência e é mais fácil encontrar a resposta."

Figura 43: Depoimento do aluno G

Com o Graphmatica fica mais fácil de assimilar e entender o conteúdo, porque ele já dá o gráfico pronto sem precisar perder tempo definindo valores para o domínio.

Dessa forma conseguimos entender melhor, afinal não se tem um cérebro de computador para lidar com tantas informações ao mesmo tempo.

Figura 44: Depoimento do aluno H

Não vi muitas vantagens, porque com o professor explicando em sala de aula é bem diferente nenhuma melhor, pelo fato de nós estarmos procurando a função e com o aplicativo nós nos distraímos muito e não aprendemos.

Figura 45: Depoimento do aluno I

Aprender com o Graphmatica tem uma grande vantagem, por que nós resolvemos os problemas mais rápidos, o gráfico fica visual em tempo real, assim ver quando as retas ficam paralelas ou concorrentes. E pois o modo de aprender sóo ficar melhor temos que usar mais o aplicativo.

Figura 46: Depoimento do aluno J