

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PUC - SP

Ricardo Carvalho Costa

**A formação de Professores de Matemática para uso das
Tecnologias de Informação e Comunicação: uma abordagem
baseada no ensino de funções polinomiais de primeiro e
segundo graus**

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA

SÃO PAULO

2010

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

PUC - SP

Ricardo Carvalho Costa

**A formação de Professores de Matemática para uso das
Tecnologias de Informação e Comunicação: uma abordagem
baseada no ensino de funções polinomiais de primeiro e
segundo graus**

*Dissertação apresentada à Banca Examinadora da
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como
exigência parcial para a obtenção do título de
MESTRE Profissional em Ensino de Matemática,
sob orientação do **Prof. Dr. Gerson Pastre de
Oliveira.***

SÃO PAULO

2010

BANCA EXAMINADORA

Dedico este trabalho aos meus pais, por serem exemplos de vida.

À Lorena, pelo companheirismo e carinho

que nutrimos um pelo outro.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e orientador Prof. Dr. Gerson Pastre de Oliveira, o meu profundo respeito e admiração pelo enorme conhecimento que possui e por ter colaborado com suas críticas e sugestões para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Aos professores Dr. Armando Traldi Junior e Dr. Dilermando Piva Junior, agradeço pelas críticas e sugestões inestimáveis durante o exame de qualificação que muito contribuíram para o meu aprendizado, as quais engrandeceram para finalização desta investigação.

Aos meus pais, Francisco e Therezinha por todo amor, ensinamento e dedicação, por serem presentes em minha vida desde o início de tudo, jamais conseguirei retribuir toda atenção dada nestes anos.

À Lorena, por ser presente em minha vida, pelo carinho e incentivo desde o início, tudo teria se tornado mais difícil sem a sua colaboração. E a todos os membros desta família maravilhosa que eu tanto admiro.

À Daniela, minha irmã e ao Renato meu cunhado, pelo companheirismo e pelo apoio durante este percurso. Ao Felipe, meu irmão. Que tenho como um filho, estaremos juntos para sempre.

Ao meu avô Alberto, e, à minha avó Maria (in memoriam), os quais serei imensamente grato por tudo que fizeram, principalmente por terem contribuído para minha formação enquanto homem.

Ao Marcelo, meu primo, quase irmão. Pelo incentivo à continuidade dos estudos, por sempre acreditar na minha capacidade.

Ao Alessandro, grande amigo desde a infância. Obrigado pelo incentivo e pela lealdade.

À Rosângela, pela compreensão, dedicação e parceria. Sem a sua amizade, as dificuldades seriam imensas.

À Paula e a Cristina, que se tornaram amigas, souberam compreender as minhas ausências e estiveram torcendo pelo meu sucesso.

Ao Roberto, James, David e Dugan, pela amizade, pelas contribuições e horas de estudos realizados durante o curso.

Ao amigo Jesse Felipe pelo incentivo e auxílio no Programa Bolsa Mestrado.

Aos Professores, Funcionários, Equipe Gestora e Alunos da Escola BEFAMA.

À Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, pelo financiamento.

Este trabalho refere-se à pesquisa realizada no âmbito das Oficinas Didáticas de Educação Matemática e Tecnologias, promovidas pelo grupo de pesquisas TecMEM do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC/SP. Os temas específicos da oficina a que se refere este trabalho são as funções polinomiais de primeiro e segundo graus, que foram objeto de estudo e discussão por parte de professores de Matemática que lecionam no primeiro ano do Ensino Médio em escolas da rede pública do Estado de São Paulo. O estudo procurou apurar as possibilidades e dificuldades no trato com o conteúdo matemático específico e com as interfaces computacionais utilizadas, mais especificamente envolvendo o *software Winplot*. Outro objetivo foi o de investigar os elementos considerados pelos professores ao elaborarem, em grupos, estratégias pedagógicas com o uso de TICs para eventuais aulas que dariam a seus alunos sobre funções polinomiais. A análise dos dados permitiu identificar algumas dificuldades ligadas à interpretação de enunciados, à generalização algébrica e à manutenção de práticas expositivas por parte dos sujeitos da pesquisa, bem como possibilidades interessantes atinentes à experimentação e à dinâmica da prática docente dos mesmos.

Palavras-Chave: Tecnologias de Informação e Comunicação, Funções Polinomiais, Educação Matemática.

ABSTRACT

This work refers to the research accomplished in the extent of the Didactic Workshops of Mathematical Education and Technologies; promoted by the group of researches TecMEM, of the Program of Postgraduate Studies in Mathematical Education of PUC/SP. The specific themes are the polynomial functions of first and second degrees, that were study object and discussion, on the part of teachers of Mathematics, that they teach in the first year of the Medium Teaching in schools of the public net of the State of São Paulo. The study tried to clean the possibilities and difficulties in the treatment with the content, mathematical specific and with the interfaces used computation, more specifically involving the software Winplot. Another objective was it of investigating, the elements considered by the teachers to the they elaborate, in groups, pedagogic strategies with the use of TICs, for eventual classes, that would give to their students on functions algebraic expressions. The analysis of the data allowed to identify some linked difficulties to the interpretation of statements, to the algebraic generalization, to the maintenance of expository practices on the part of the subject of the research, as well as concerning interesting possibilities to the experimentation and the dynamics of the educational practice of the same ones.

Key-Words: Technologies of Information and Communication, Polynomial Functions, Mathematical Education.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	013
CAPÍTULO 1: Tecnologias e Educação Matemática.....	019
CAPÍTULO 2: Formação de professores para ensino de Matemática e uso de TICs.....	029
CAPÍTULO 3: Revisão Teórica.....	038
CAPÍTULO 4: Metodologia.....	043
4.1 O caráter da pesquisa.....	043
4.2 Perfil dos sujeitos.....	044
4.3 Sobre as oficinas.....	049
CAPÍTULO 5: Coleta e Análise dos Dados.....	052
5.1 Síntese dos comentários dos professores feitos no fórum do TelEduc.....	053
5.2 Análise do Primeiro Instrumento – Questionário com os sujeitos.....	054
5.3 Análise do Segundo Instrumento – Atividade Escrita.....	065
5.3.1 Primeira Questão.....	066
5.3.2 Segunda Questão.....	069
5.3.3 Terceira Questão.....	071
5.4 Observações realizadas durante a ambiência nas atividades com Winplot.....	073
CAPÍTULO 6: Elaboração de estratégias pedagógicas com as TIC's.....	078
CONSIDERAÇÕES FINAIS	084
REFÊNCIAS	088
ANEXOS	094

ANEXO I - Primeiro Instrumento – Questionário.....	094
ANEXO II - Segundo Instrumento – Problemas que envolvem funções polinomiais do 1º e 2º graus.....	096
ANEXO III - Terceiro Instrumento – Estudo do comportamento das funções com aplicação do software Winplot.....	097
ANEXO IV - Tecnologias e estratégias para as Oficinas.....	103
ANEXO V – Planos de aula.....	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dimensões do uso de tecnologias por professores.....	027
Figura 2: Gráfico referente à questão um.....	044
Figura 3: Gráfico referente à questão dois.....	045
Figura 4: Gráfico referente à questão três.....	047
Figura 5: Gráfico referente à questão quatro.....	048
Figura 6: Gráfico referente à questão cinco.....	055
Figura 7: Gráfico referente à questão seis.....	057
Figura 8: Gráfico referente à questão sete A.....	058
Figura 9: Gráfico referente à questão sete B.....	060
Figura 10: Gráfico referente à questão oito.....	061
Figura 11: Gráfico referente à questão nove.....	062
Figura 12: Gráfico referente à questão dez.....	064
Figura 13: Resolução efetuada pelo Grupo 1.....	067
Figura 14: Resolução efetuada pelo Grupo 3.....	070
Figura 15: Resolução da segunda questão.....	070

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resultado do SARESP 2009 no Estado de São Paulo.....	033
Quadro 2: Respostas dos grupos de professores – primeira questão, segundo instrumento.....	067
Quadro 3: Respostas dos grupos de professores – segunda questão, segundo instrumento.....	070
Quadro 4: Respostas dos grupos de professores – terceira questão, segundo instrumento.....	072
Quadro 5: Objetivos citados nos planos de ensino.....	079
Quadro 6: Conteúdos matemáticos relacionados nos planos de ensino.....	079
Quadro 7: Metodologia citada nos planos de ensino.....	080
Quadro 8: Avaliação mencionada nos planos de ensino.....	082

“Em um mundo que muda rapidamente, o professor deve estar preparado para auxiliar seus alunos a lidarem com estas inovações, a analisarem situações complexas e inesperadas; a desenvolverem criatividade; a utilizarem outros tipos de ‘racionalidades’: a imaginação criadora, a sensibilidade tátil, visual e auditiva...” (KENSKI, 1998).

INTRODUÇÃO

A investigação relativa a esta pesquisa surgiu a partir da observação informal, como professor titular de cargo da disciplina de Matemática no Ensino Básico e também por estar designado para a Direção de Escola nos últimos três anos na Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, com relação às dificuldades dos professores de Matemática em utilizar as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como instrumento de auxílio na prática pedagógica.

O início no magistério como docente ocorreu no ano de 1998, quando tinha acabado de concluir o Ensino Médio e iniciado o primeiro ano da licenciatura em Matemática. Era um momento no qual, aparentemente, existiam poucos professores de Matemática habilitados na rede pública estadual de São Paulo. Assim, quando tive a oportunidade de participar da primeira sessão de atribuição de aulas realizada pela Diretoria de Ensino de Caieiras, obtive, naquele momento, vinte horas aulas no período noturno, para lecionar Matemática aos alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Foi um momento especial: ao mesmo tempo em que apreciei ter aulas atribuídas, tinha também o receio de como deveria me portar diante dos alunos, pois tinham idade semelhante a minha.

As dificuldades foram imensas, pois, ao mesmo tempo em que tinha a felicidade de poder lecionar, a preocupação era maior por não saber o que, exatamente, deveria ensinar, como ensinar, em que momento e qual o nível de aprofundamento deveria ser dado ao conteúdo matemático.

Então, recorri aos cadernos que ainda possuía do período que tinha cursado o Ensino Médio. Procurava recordar como os meus professores de Matemática daquele período trabalhavam para poder ter uma referência e assim desempenhar a minha função enquanto docente.

A universidade até então não supria as dificuldades e necessidades existentes, apenas tinha a preocupação em trabalhar com os aspectos da

educação do ensino superior, sem ao menos nos deixar a par da dura realidade que iríamos encarar na escola pública. Durante o curso de Licenciatura, foi oferecida a disciplina *Computação para o Ensino*, realizada em um semestre, que se limitou em trabalhar exclusivamente com editores de textos e de planilhas, sem associar abordagem a qualquer conteúdo matemático, ou até mesmo sem realizar a apresentação de um *software* que pudesse contribuir em nossa prática pedagógica.

Até então, o critério para lecionar na rede estadual de ensino de São Paulo era estar cursando uma licenciatura, ou ser formado, ou, ainda, ser professor efetivo. Além da formação acadêmica, a classificação era obtida de acordo com os dias trabalhados em anos anteriores na própria rede; assim, a pontuação ia aumentando com o passar dos anos, o que permitia participar dos processos de atribuição com maiores chances.

Neste período, trabalhava com alunos do Ensino Fundamental e Médio da rede estadual de ensino de São Paulo. Lecionava nos períodos da tarde e da noite, pois cursava a faculdade no período da manhã. O maior número de aulas que possuía era sempre à noite, pois poucos professores gostavam de trabalhar nesse período: alguns comentavam que preferiam ficar com seus familiares neste horário.

No ano de 2001 concluí a graduação. A partir daí ficou mais fácil para participar dos processos de atribuições de aulas, uma vez que me encontrava formado, e, desta maneira, ia adquirindo experiência profissional, pois era o quarto ano em que estava lecionando.

Em 2002 houve a possibilidade de participar do primeiro curso de formação em minha trajetória profissional, oferecido aos professores de Matemática pela SEE/SP e ministrado pela PUC/SP. O curso apresentava como tema de projeto "*Construindo sempre Matemática - Formação continuada de professores de Matemática*", que era organizado em 160 horas, das quais 60 horas foram organizadas em três encontros presenciais, enquanto que as 100 horas restantes foram empregadas com atividades monitoradas à distância, que consistiam, basicamente, em aplicar atividades propostas

durante o curso com nossos alunos em sala de aula, apresentando os resultados parciais aos formadores via *web*.

O curso foi organizado com base nas Diretrizes Curriculares apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (1998), e tinha como objetivo avançar nas discussões sobre a construção de propostas para o ensino da Matemática na rede pública estadual de São Paulo, levando em consideração que a ciência e a tecnologia poderiam auxiliar na construção da cidadania.

Com o passar dos anos, sempre lecionando Matemática aos alunos do ensino médio tive, em 2003, a oportunidade de participar de um processo seletivo para desempenhar a função de professor-coordenador, na própria rede estadual de ensino de São Paulo. A partir deste período comecei a desempenhar funções de coordenação pedagógica, ficando afastado da sala de aula da rede pública, porém lecionando em colégios particulares, tendo contato com alguns sistemas de ensino.

Durante esse período como professor coordenador pedagógico, comecei a realizar as observações informais das dificuldades que os professores possuíam em utilizar as TICs como auxílio à ação pedagógica. Encontrava professores que não conseguiam sequer ligar um aparelho de DVD até os que possuíam conhecimentos mais avançados em informática.

Nesta época, alguns professores desta unidade escolar começaram a frequentar cursos de pós-graduação *stricto sensu*, em diversas áreas, porém voltados à educação. Todos possuíam bolsas de incentivo financiadas pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, por meio do Programa Bolsa Mestrado¹. Desses professores, três cursavam o Mestrado Profissional em Educação Matemática na PUC/SP, então procurei obter informações acerca de como se era concedidas as bolsas de estudo pela SEE/SP, e também como

¹ Programa Bolsa Mestrado é um projeto de continuidade aos estudos destinados aos professores titulares de cargo em exercício na Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Para ter o direito à concessão, o professor interessado deverá ser aprovado em um curso na área de sua atuação na modalidade *Stricto Sensu*, dentre outros critérios estabelecidos na Resolução SE 64/2008 e no Decreto nº 53.277/2008.

era o curso e como se dava o processo de seleção, participei e fui aprovado no processo seletivo de 2007 com início no 2º semestre do mesmo ano.

Dentre as diversas disciplinas cursadas no mestrado, uma das que mais chamou a atenção foi “Autoformação pelo uso das TICs”, que teve como objetivo fornecer aos participantes uma apropriação de conhecimentos necessários à utilização de novas tecnologias, possibilitando empregá-las na atuação como docente. Foi nesta disciplina que obtive o primeiro contato com textos e *softwares* matemáticos que propunham o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como um instrumento de auxílio e mediação na ação pedagógica e no processo de ensino-aprendizagem. A partir daí, então, comecei a estruturar os pressupostos direcionadores de um projeto de pesquisa, que culminou neste trabalho.

De maneira formal, esta pesquisa está vinculada ao grupo de estudos e pesquisas “Tecnologias e Meios de Expressão em Matemática” (TecMEM – PUC/SP), que ao longo de sua existência tem desenvolvido pesquisas voltadas a Educação Matemática e as TICs para o ensino da Matemática como uma interface mediadora que pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, de acordo com o planejamento sistemático de estratégias pedagógicas, objetivando proporcionar uma abordagem crítica e reflexiva dos objetos matemáticos de ensino.

Partindo dos pressupostos que guiam a problematização mais adiante exposta, surgiu a necessidade de investigar como os professores de Matemática trabalham com as TICs, quais as dificuldades e as contribuições possíveis à ação pedagógica que lhes deve ser própria, que resistências oferecem e/ou enfrentam em seus ambientes profissionais e, de maneira axial, entender se a formação que apresentam é compatível com a possibilidade de uso de diversas tecnologias em sala de aula. Para isto, este trabalho tem como sujeitos um grupo de professores de Matemática dos níveis Fundamental e Médio, participantes de uma oficina didática de Educação Matemática e TICs, promovida na PUC/SP pelo grupo TecMEM, com o tema “TICs e Funções Polinomiais de 1º e 2º graus”.

Desta maneira, o *objetivo* desta pesquisa é identificar o modo pelo qual os professores de Matemática exploram os aspectos didáticos na elaboração de atividades usando o *software Winplot* no ensino de funções polinomiais do primeiro e segundo graus e se os mesmos são capazes, no âmbito de um processo de formação, de elaborar estratégias didáticas que integrem o programa em questão no processo de ensino do conteúdo “funções polinomiais de primeiro e segundo graus”. Subsidiariamente, pretendeu-se nesta investigação alinhar as dificuldades dos professores e suas origens, se ligadas apenas às tecnologias ou se dizem respeito também aos conteúdos matemáticos. As informações coletadas nos encontros promovidos pela oficina mencionada foram organizadas e expressas em quadros-síntese e gráficos, bem como analisadas à luz dos aportes teóricos que guiam esta investigação.

Este trabalho apresenta a seguinte organização:

No capítulo I, apresento a construção do problema de pesquisa com base nos documentos oficiais (PCNs, Diretrizes Curriculares Nacionais, LDBEN 9394/96, Proposta Curricular do Estado de São Paulo) e autores que abordam o tema “formação de Professores de Matemática” e a inserção das TICs como estratégias pedagógicas para o ensino da Matemática.

A formação de Professores de Matemática e o uso das TICs são abordadas no capítulo II, sendo apresentados os percentuais de professores de Matemática aprovados nos últimos concursos públicos promovidos pela SEE/SP. Procura-se, também, relacionar estes dados com os resultados de avaliações externas (SARESP do ano de 2009), que demonstram um baixo índice de aproveitamento por parte dos alunos da educação básica no estado de São Paulo.

A revisão bibliográfica é apresentada no capítulo III. Foi possível identificar que o tema “*TICs e o estudo das funções polinomiais de 1º e 2º grau*” não é recorrente nas pesquisas desenvolvidas em Educação Matemática no decorrer dos últimos cinco anos. Entretanto, esta revisão contribuiu para a construção das atividades propostas na ambientação do *software Winplot*.

No capítulo IV, discute-se a metodologia utilizada durante a realização deste trabalho, incluindo os critérios para seleção do *software Winplot*, além do perfil dos professores participantes da oficina “*Tecnologias e Educação Matemática*”.

Os processos de coleta e análise de dados desta investigação estão descritos no capítulo V, dividido em dois subtemas. O primeiro mostra a visão que os docentes investigados possuem acerca da utilização das TICs como um instrumento de auxílio para sua ação pedagógica. O segundo subtema está dedicado às observações que os participantes realizaram, identificando as possíveis dificuldades que eventualmente alunos de 1º ano do Ensino Médio poderiam encontrar no desenvolvimento das atividades propostas.

Em outro momento desta pesquisa, os professores elaboraram planos de aulas com o intuito de promover o uso do *software Winplot* como parte de uma estratégia pedagógica. As análises destas iniciativas encontram-se descritas no Capítulo VI.

Por último, apresento as considerações finais, associando os resultados encontrados às hipóteses construídas, aos problemas e objetivos da pesquisa e complementando as análises feitas nos capítulos anteriores com base nos conceitos abordados ao longo da investigação.

Construção do problema de pesquisa

Tecnologias consistem em um conjunto de atividades humanas, associada a um sistema de símbolos, instrumentos e máquinas visando à construção de obras e à fabricação de produtos, de acordo com determinadas teorias, métodos e processos. Desde os primórdios, os homens primitivos já produziam utensílios para sua existência e agiam sobre a natureza, transformando-a. Percebe-se esse processo em exemplos simples para os dias atuais, como o surgimento do fogo e a produção de materiais para a caça e a pesca (Kenski, 2008).

O processo tecnológico pressupõe um agente responsável pelo seu desenvolvimento, que gerencie a tecnologia. Este agente é o ser humano, que cria as teorias e reflete sobre suas utilizações. Em um ambiente de produção, ou seja, de aplicação, o homem é o principal ator da tecnologia. No caso da educação, cabe ao professor assumir o papel de agente, mediando à utilização das tecnologias em relação a seus alunos, de forma crítica e reflexiva (Oliveira, 2007).

A educação é um destes “ambientes”, com mecanismos que articulam o conhecimento e a tecnologia, com a perspectiva de orientar o caminho para o domínio e a apropriação dos novos meios do avanço tecnológico. Quando se fala de educação e tecnologia, é necessário abordar também a questão do processo de aprendizagem. Entende-se que a tecnologia é um instrumento que pode colaborar no processo de aprendizagem educacional, desde que utilizada adequadamente, ou seja, com planejamento, com objetivos definidos, e principalmente, com estratégias pedagógicas apropriadas ao conteúdo que se pretende construir em conjunto com os estudantes. Tais estratégias podem conter diversos tipos de tecnologias, e envolvem o planejamento, as atividades,

a elaboração de situações-problema, entre outros tópicos. As tecnologias, então, surgem como mediadoras; para alguns autores, como Borba e Penteadó (2003), articulam-se com as pessoas na produção do conhecimento (*seres-humanos-com-mídias*); para outros (Oliveira, 2009), representam elementos que não pensam, não intervêm como elementos principais ou vetores de obtenção de qualidade melhor no processo por elas mesmas, mas servem de extensão, suporte, mediação em relação aos coletivos humanos que aprendem em conjunto. De qualquer forma, é preciso entender que a mera inserção de tecnologias no processo não constitui qualquer solução com vistas à melhoria do ensino e/ou da aprendizagem.

A aprendizagem ao invés do ensino, que coloca o controle do processo de aprendizagem nas mãos do aprendiz, e que auxilia o professor a entender que a educação não é somente transferência de conhecimento, mas um processo de construção do conhecimento pelo aluno, como produto de seu próprio engajamento (VALENTE, 1993, p. 41).

As tecnologias, então, são formas de intermediar, mas a crítica e o planejamento são dimensões humanas, papel do professor, e até dos estudantes, a partir do momento em que estes ganham autonomia. As tecnologias são, portanto, interfaces. No entendimento de Lévy (1993),

Interface é uma superfície de contato, de tradução, de articulação entre dois espaços, duas espécies, duas ordens de realidade diferentes: de um código para outro, do analógico para o digital, do mecânico para o humano... Tudo aquilo que é tradução, transformação, passagem, é da ordem da interface (Lévy, 1993, p.181).

Neste aspecto, Oliveira (2007) entende que o processo de aprender deve estar centrado em um ambiente que conduza tanto o aluno à sua auto-aprendizagem, ou seja, momento que desenvolverá sua aprendizagem de maneira autônoma e individualizada, quanto à cooperação/colaboração, que levam o aluno a desenvolver sua aprendizagem mediante a interação com trabalho realizado em grupo. Tais interações ocorrem na perspectiva da mediação e envolvem o estudante que aprende, construindo suas conjecturas, por exemplo, no domínio de um tema matemático; o professor, no papel de orientador e incentivador das aprendizagens em produção; e o ambiente, integrado neste quadro com tecnologias de todo o tipo, com papel de

mediadoras – giz e lousa, régua e compasso, calculadoras, computadores e redes informáticas. Então, há que se pensar em papéis diversos:

Nesta outra perspectiva, alunos e professores precisam ter atuações diferentes daquelas tradicionalmente assinaladas nos processos de ensino-aprendizagem. Com o uso das novas tecnologias, abre-se a perspectiva de o professor, no lugar de exercer o papel de fonte absoluta de saber e ciência, transformar-se no incentivador da aprendizagem, no orientador e incentivador das trajetórias. Além de dominar os conteúdos que pretende partilhar, o docente precisa promover a interação entre os participantes do processo e indicar meios para a aproximação, por parte dos mesmos, das fontes nas quais podem encontrar os subsídios necessários para a construção do conhecimento. Conhecimento este, aliás, em constante mudança, para além de qualquer conceito de estabilidade; dinâmico, ágil, permanentemente reconfigurado e reconstruído, disponível em uma multiplicidade de meios e fontes, em um contexto de mediação tecnológica jamais visto anteriormente (OLIVEIRA, 2007, p.103).

De outra maneira, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN 9.394/96 (Brasil, 1996) estabelece, como diretriz, a educação tecnológica básica, com o intuito de orientar o currículo do Ensino Médio. De fato, encontra-se expresso na própria lei, dentre as diversas competências que o aluno deve ter ao final da escolaridade básica, o “*domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna*” (BRASIL, 1996, p.14). Mais ainda: as Diretrizes Curriculares Nacionais – DCN (Brasil, 1999) e os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN para o Ensino Médio (Brasil, 1999) introduziram as tecnologias em todas as áreas de conhecimento (Ciências Humanas e suas Tecnologias, Linguagens, Códigos e Suas Tecnologias e Ciências da Natureza e suas Tecnologias), com o intuito de evitar a criação de novas disciplinas “tecnológicas” descoladas dos conhecimentos que servem de fundamento (São Paulo, 2008).

Segundo a Proposta Curricular do Estado de São Paulo,

Uma nova proposta deve estar especialmente atenta à incorporação crítica dos inúmeros recursos tecnológicos disponíveis para a representação de dados e o tratamento das informações, na busca da transformação de informação em conhecimento (SÃO PAULO, 2008, p. 41).

As dificuldades encontradas em utilizar as TICs como instrumentos de auxílio na prática pedagógica não passam simplesmente pela formação do professor, mas pelas condições que terá para desenvolver seu trabalho em sala de aula. Por “Tecnologias de Informação e Comunicação” compreendem-se à utilização de qualquer interface tecnológica, inclusive computadores, que possa contribuir para a construção do conhecimento de todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

Para iniciar uma abordagem sobre as TICs e a formação de professores, deve-se considerar o que os professores conhecem sobre o assunto e, a partir daí, propor estratégias para a inclusão das interfaces que as TICs oferecem. Essas estratégias devem ser aplicadas de maneira a facilitar o processo de formação. A idéia a ser ressaltada é que as tecnologias não causam, necessariamente, melhorias no trabalho docente. Devem ser utilizadas com objetivos, vinculadas a um planejamento que explicita as estratégias que serão adotadas, assim como a interface que será utilizada visando uma aprendizagem significativa (Oliveira, 2009).

O papel do professor é fundamental para a viabilização do uso das TICs, pois é ele que detém a função de identificar em qual momento e qual *software* será mais adequado para auxiliar na aprendizagem dos alunos, sem contar que este deverá apresentar domínio do conteúdo matemático e da ferramenta em uso (Kenski, 2003; Oliveira, 2007). Diante deste cenário, podemos dizer que o professor nunca será substituído pela tecnologia, pois “deve conhecer o *software* e saber explorar suas potencialidades e selecionar atividades específicas para cada fase de conhecimento” (Prieto et al, 2005).

A utilização das TICs na formação dos professores é fundamental, uma vez que as tecnologias podem possibilitar mudanças na formação e na metodologia utilizada pelo professor em sala de aula, pois os alunos vivem num mundo globalizado e repleto de informações. Esta característica faz com que boa parte dos estudantes tenham contato com interfaces tecnológicas diversificadas no cotidiano, o que faz com que sustentem uma lógica interna

muitas vezes condicionada pelas conexões e pela disponibilidade de interações via interfaces informáticas, por exemplo (Oliveira, 2007). Não se quer dizer aqui que o aprendizado depende dos aparatos tecnológicos, nem que é melhor apenas pela presença dos mesmos. No entanto, a inserção de estratégias pedagógicas com uso das tecnologias disponíveis e adequadas a cada conteúdo e planejamento (e não só tecnologias digitais) pode concorrer para abrir possibilidades amplas de intervenção dos estudantes, além de favorecer o exercício do papel de orientador por parte do professor (Oliveira, 2009).

Cada vez mais, as TICs se tornam uma interface fundamental no processo de desenvolvimento cognitivo do aluno, uma vez que, por meio de estratégias pedagógicas que prevejam o uso intensivo delas, o aluno pode realizar investigações, vivenciar processos participativos, cooperativos e colaborativos.

Como se pode observar, as tecnologias estão presentes em todos os lugares no dia-a-dia. No supermercado, com os códigos de barras; os sistemas de transportes urbanos, que, em sua maioria, utilizam catracas eletrônicas para acesso a este tipo de serviço, ou ainda, tecnologias com a finalidade educacional que possam contribuir com o processo de aprendizagem da Matemática, como é, no caso, o interesse desta pesquisa. Neste aspecto, pode-se visualizar, “... *a Matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a Matemática*”. (BRASIL, 2006, p. 87).

Assim, corroboram-se aqui as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006), no que diz respeito à Matemática utilizada para entender a tecnologia, que está associada à capacitação, como por exemplo, para a utilização de calculadoras simples ou gráficas, que demandam em seu uso conhecimentos das operações e funções que estão associados à Matemática. Outra dimensão refere-se à tecnologia para o ensino da Matemática, que implica no uso de *softwares* que podem ser utilizados no ensino desta disciplina, com o intuito de possibilitar uma aprendizagem significativa aos alunos. A escolha do *software*, neste caso, é um dos fatores que influencia na

qualidade do aprendizado – mas não o único. Outras tecnologias estão em jogo, bem como a pertinência da estratégia adotada, a capacidade do professor em estruturar e propor situações-problema – e de orientar os alunos do trabalho com elas – entre outros fatores.

Estudos mostram que o uso de calculadoras no ensino de Matemática no Brasil aparece com D'Ambrósio (*apud* Borba, 1999), discutindo a sua utilização em relação às quatro operações básicas. Neste aspecto, Borba (1999) compara as calculadoras gráficas com computadores de recursos limitados, pois estas permitem a construção de gráficos sem o manuseio de um *software* específico, como requer um computador tradicional. Na época, o autor relacionava algumas vantagens na utilização de calculadoras gráficas em relação ao computador, dentre as quais o custo-benefício, que possibilitaria às escolas ter um número considerável de calculadoras, se comparado ao valor de um computador; a portabilidade, por não apresentar a necessidade de uma sala específica para instalação desses recursos. Elementos de ordem pedagógica estariam presentes, pois algumas calculadoras gráficas possuíam (e ainda possuem) recursos para o uso de sensores, que permitem gerar gráficos de movimento (*distância x tempo*, por exemplo), promovendo uma aula participativa e gerando discussões acerca do problema em questão. Atualmente, ainda que as calculadoras permaneçam úteis – e até com mais recursos – os computadores podem ser usados também, pois o valor dos mesmos diminuiu consideravelmente, os computadores portáteis (*notebooks*) estão cada vez mais comuns e as salas especiais nem sempre são necessárias.

Para Borba e Gracias (1999), a preocupação de que conteúdos não sejam trabalhados em virtude do uso de calculadoras gráficas deve ser ignorada, uma vez que este recurso favorece o trabalho com resolução de problemas, além de propiciar o cálculo mental por meio de estimativas. De acordo com a pesquisa relatada pelos autores, com duas aulas de Ensino Médio, referente à utilização de calculadoras gráficas em funções quadráticas, pode-se perceber que, com o auxílio do recurso tecnológico, foi possível introduzir gráficos de funções de várias famílias, possibilitando aos alunos, uma

visão acerca das mudanças de comportamento que a função poderia obter com a variação de seus coeficientes. Atualmente, isto pode ser feito com computadores e os mais variados *softwares*, como mais adiante se esclarece.

Neste sentido, no âmbito desta investigação, propõe-se a um grupo de professores do Ensino Básico da SEESP, uma oficina com atividades que exigiam a compreensão do comportamento e das características das funções polinomiais de 1º e 2º graus, com o auxílio do *software Winplot*, propondo uma abordagem diferente da encontrada nos livros didáticos e no Caderno do Aluno².

Em seu artigo, Oliveira (2009) ressalta a idéia de que o uso de tecnologias digitais de aprendizagem não tem, por si só, o efeito de produzir melhorias no processo de ensino-aprendizagem em Matemática, mas pode ampliar, nas diversas instâncias da transposição para o saber a ensinar, as possibilidades de construção do conhecimento por parte dos estudantes.

O uso de tecnologias por parte de professores de Matemática tem sido objeto de estudos de diversos pesquisadores. Frota e Borges (2004) e Goos et al (2003) mencionam que esta prática está fundamentada em níveis distintos, alguns deles identificáveis nos documentos oficiais. Para estes autores, algumas dimensões da prática docente permeada por tecnologias incluem: *consumir, incorporar e matematizar a tecnologia*.

Neste sentido, o *consumo da tecnologia* está associado aos recursos que podem auxiliar no processo ensino-aprendizagem em Matemática. Há uma leitura, por parte dos professores de Matemática, que tais recursos podem mudar a educação ou até mesmo modificar os processos de ensino. De acordo com os autores citados anteriormente, este consumo “*pode trazer eficiência para a realização das tarefas antigas, mas também pode gerar dependência na consecução da tarefa*” (Frota e Borges, 2004). Isto ocorre quando o professor permanece adstrito a esta dimensão, sem cogitar no avanço das concepções e usos das interfaces.

² Caderno do Aluno – material utilizado bimestralmente pelos professores de Matemática e elaborado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

Para Frota e Borges (2004), a *incorporação das tecnologias*, permite uma nova forma de fazer Matemática. Entretanto, exige mudança nas tarefas propostas aos alunos: a tecnologia pode ser vista como um recurso que auxilia as discussões matemáticas em sala de aula. Mais precisamente, na visão de OLIVEIRA (2009, p. 5):

a incorporação das tecnologias pelas pessoas pode conduzir à ampliação de estratégias usadas no fazer matemático, alterando-o substancialmente, o que conduz, a partir de tais mudanças, a novas maneiras de pensar e solucionar problemas, com o uso de elementos dinâmicos, heurísticas, ampliação de representações gráficas e outros recursos. Ocorre, assim, uma mudança no fazer matemático dos indivíduos, e podem ocorrer, por consequência, mudanças na maneira de pensar e resolver problemas, com as interfaces assumindo o papel de suportes do pensamento. As tecnologias, aqui, são vistas como parceiras e como extensões da pessoa.

Por fim, os autores referem-se à *matematizar a tecnologia*, aproximando o conhecimento matemático presente nos objetos tecnológicos dos estudantes, os quais, muitas vezes, não percebem que existe Matemática por trás dos processos que envolvem tecnologia. Em OLIVEIRA (2009, p. 5), então,

esta concepção consiste em considerar o valor da tecnologia por ela mesma como objeto curricular. Por um lado, segundo os autores, a matematização diz respeito à identificação dos elementos matemáticos que permeiam as ferramentas e interfaces de origem tecnológica, o que permitiria compreender a matemática como fator de efetivação das realidades cotidianas, acima das tecnologias e suas limitações, bem como fornecer elementos para o desenvolvimento de senso crítico em relação ao alcance e uso das mídias; por outro lado, a matematização das tecnologias permitiria trabalhar amplamente com a modelagem de objetos e processos, de modo a aliar tecnologia e matemática no trato de questões reais.

Para Oliveira (2009), a apropriação dos recursos tecnológicos por parte dos professores compreende, além dos níveis já mencionados, um quarto componente, relativo à criação de estratégias pedagógicas com uso de tecnologias, o que permite aos professores de Matemática usar os recursos e

interfaces das diversas tecnologias criticamente, com um planejamento consistente, não empregando apenas recursos digitais, mas selecionando os elementos mais adequados em relação aos objetivos de ensino. Além disso, para o autor, esta construção é cíclica, o que permite que o professor retome, em relação a outro *software* ou dispositivo, a condição de consumidor, para depois voltar a incorporar o novo elemento em suas práticas, e assim por diante.

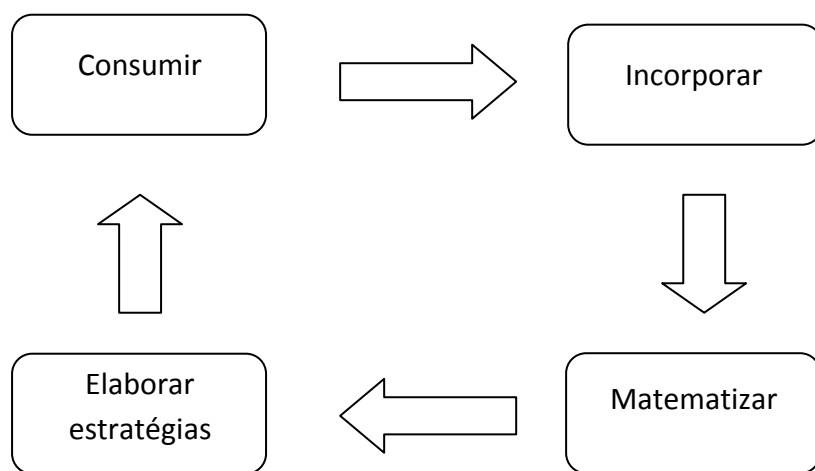


Figura 1 – Dimensões do uso de tecnologias por professores – Adaptado: Oliveira, 2009

Desta maneira, esta investigação procura mostrar que é possível criar aportes para a formação do professor de Matemática, de forma a levar o mesmo à prática crítica e reflexiva para o uso das TICs como interfaces e possibilidades pedagógicas.

Desenvolvidas estas reflexões, em torno da problematização, podem ser apresentadas as questões que nortearam esta pesquisa:

- *Em que medida uma iniciativa de formação continuada de professores de Matemática do Ensino Médio, relacionada ao uso do software Winplot para o ensino de funções polinomiais de 1º e 2º graus pode colaborar para que os mesmos elaborem estratégias pedagógicas com atividades dinâmicas e interativas?*

- *Em que medida a formação proporcionada for Oficinas Didáticas de Educação Matemática e TICs pode colaborar para identificar dúvidas e dificuldades dos professores acerca do tema funções polinomiais de 1º e 2º graus?*

Como hipótese substantiva desta pesquisa, reivindica-se a idéia de que as TICs podem compor as estratégias adotadas pelo professor em sala de aula, proporcionando um ambiente inovador e desafiador aos alunos, bem como permitem a identificação de dúvidas e dificuldades relativas à abordagem didática do tema “funções polinomiais de 1º e 2º graus”. Em função de tais cometimentos, prossegue-se, aqui, em torno de considerações teóricas mais amplas que sustentam esta afirmação.

Formação de professores para ensino de matemática e o uso de TICs

O tema “Formação de Professores de Matemática” tem sido objeto de pesquisa nos cursos de pós-graduação em diferentes instituições de ensino superior. Além disso, no que diz respeito a atuação dos professores de forma geral, há questionamentos por órgãos oficiais e pela mídia em geral sobre a capacidade dos profissionais docentes para atuar na educação básica. Para se ter uma idéia, o portal da *Folha Online* apresentou uma matéria com o título “*Secretário atribui mal desempenho de alunos em Matemática ao despreparo de professores*” (Folha Online, 26/02/2010).

Um balanço sobre os cursos de licenciaturas em Matemática e sobre as políticas públicas oferecidas no estado de São Paulo foi realizado por Passos e Nacarato (2007). Segundo as autoras, a qualidade da formação dos professores nem sempre está em sintonia com as exigências da escola e da profissão, o que sinaliza a necessidade de ruptura com as políticas de formação adotadas pelo Governo do Estado de São Paulo. Na investigação realizada pelas autoras, observou-se que, majoritariamente, os cursos de licenciatura em Matemática são oferecidos no período noturno, ou seja, de um total de 141 cursos identificados no estado de São Paulo, 110 licenciaturas funcionam exclusivamente neste período. Tais dados estão em conformidade com aqueles levantados pelo Inep, os quais, por sua vez, estão relacionados ao Relatório do Enade de 2003, que aponta também para esta realidade. O estudo aponta, com relação ao perfil dos licenciandos, que se tratam de alunos trabalhadores vindos da escola pública, com necessidade de maior atenção na formação inicial. As instituições de ensino superior têm realizado mudanças na grade curricular dos cursos de licenciatura, inserindo disciplinas que abordam conteúdos da educação básica, a fim de adequar para o perfil que este público

interessante se encontra. Entretanto, esta iniciativa não tem os efeitos que dela poderia se esperar:

Essa retomada de conteúdos da educação básica seria interessante se o enfoque fosse voltado aos fundamentos dos diferentes campos matemáticos – álgebra, geometria, aritmética, medidas, trigonometria – com os quais o futuro professor irá atuar. No entanto, sabemos que não é assim que ocorre. Essas disciplinas, em sua maioria, visam “nivelar” o aluno para que ele possa acompanhar a matemática superior (PASSOS e NACARATO, 2007, p. 175)

Diante deste cenário, as autoras afirmam que dificilmente as condições de trabalho docente e de formação inicial e/ou continuada dos professores são discutidas. Entretanto, os péssimos resultados obtidos em avaliações externas (Prova Brasil, Saesp, Enem) têm sido atrelados unicamente ao desempenho dos professores, sobretudo, aos da disciplina de Matemática

Na visão de Passos (2006), entender a formação docente passa por compreender quais foram os conhecimentos adquiridos em toda a trajetória profissional do professor. Há de se considerar, também, os desejos, intenções, utopias e desilusões que este sofre diante da sua realidade. A autora faz uma distinção entre “formação” e “desenvolvimento profissional”, entendendo que a formação está associada a um agente externo (formador e instituição). Nesta situação, o formador é o protagonista do processo. Aquilo que chama de desenvolvimento profissional é associado à *formação contínua*, ou seja, um processo contínuo, pessoal e, principalmente, sem fim.

A formação do professor de Matemática que ensina Matemática é discutida por Nacarato (2004), que procurou apresentar, no VIII Encontro Nacional de Educação Matemática, as perspectivas e os desafios frente às políticas públicas. A autora descreve que é comum encontrar nos documentos oficiais termos como “professor reflexivo”, “professor pesquisador” e “trabalho coletivo”, entretanto, aponta que não são oferecidas condições mínimas de trabalho para estes docentes que favoreçam o desenvolvimento de tais práticas educativas. Relata, ainda, as dificuldades que estes profissionais encontram para participarem de cursos de formação continuada, uma vez que não há a

possibilidade de ausentarem-se da sala de aula, sem falar dos baixos salários que lhe são oferecidos.

Além destes fatores, Nacarato (2004) expõe que o trabalho coletivo muitas vezes acaba sendo substituído pelos problemas burocráticos das escolas. Argumenta que, para a implantação de políticas públicas, há a necessidade de refletir sobre a valorização docente, sobretudo, com o provimento de salários dignos, condições de trabalho e uma formação pautada na autonomia profissional. Por fim, faz o seguinte questionamento: qual o significado de se falar em professor reflexivo e/ou investigador, com classes numerosas, carga desumana de trabalho e o *stress* da profissão?

No artigo “*Conteúdo e metodologia na formação de professores*”, D’Ambrosio (2005) discute e analisa o conhecimento que o futuro professor precisa ter em Matemática para sua atuação enquanto docente. A autora menciona que os professores de Matemática possuem dificuldades na compreensão do conteúdo matemático, ressaltando a necessidade deste profissional possuir um conhecimento profundo da Matemática, com o intuito de promover habilidade para que o professor possa compreender e ouvir a voz de seu aluno no processo de ensino-aprendizagem.

No processo seletivo realizado pela SEE/SP em 2007, Fiorentini (2008) apresenta que o número de professores aprovados na prova de Matemática não chegou a 4%. De acordo com o autor, a Secretaria da Educação não faz distinção se o professor é formado ou não por uma instituição renomada, com história e pesquisas educacionais. Para o autor,

Ter domínio conceitual e procedimental do objeto de ensino é uma condição necessária, mas não suficiente. No caso do professor de Matemática, não é a Matemática acadêmica e técnico-formal privilegiada nos cursos de mestrado e doutorado da área que se constitui como objeto de ensino na Escola Básica (FIORENTINI, 2008)

Em outros concursos promovidos pela SEE/SP, o percentual de aprovados também foi baixo, conforme Curi (2000) apresenta em sua dissertação de mestrado. A autora indica que no ano de 1993, foram oferecidas 14.201 vagas, tendo 13.171 candidatos inscritos, com apenas 357 aprovados. Afirma ainda, que há uma lacuna na formação dos professores, tanto nos conhecimentos específicos como nos pedagógicos. Já em 1998, o número de candidatos aprovados no concurso foi de 7.849 docentes, de um total de 20.513. Segundo a autora, este montante preencheu aproximadamente 56% das vagas oferecidas. Ainda sobre o tema, Curi (2000) enfatiza que os profissionais que não são aprovados nos concursos de ingresso continuam a lecionar na rede pública, o que pode contribuir para a baixa qualidade do ensino.

No concurso público organizado pela SEE/SP em março de 2010, pode-se observar um número elevado de inscritos para a disciplina de Matemática, somando 31.128 candidatos. O número de aprovados, porém, foi de apenas 2.937 inscritos. Ou seja, os postulantes que conseguiram obter êxito neste processo seletivo representam 9,4% do total, conforme publicação realizada em Diário Oficial do Estado de São Paulo (Portal Diário Oficial Online, 01/06/2010).

Esses resultados levam a um questionamento, no sentido de entender se estes licenciados não sabem os conteúdos e metodologias necessárias para atuarem, enquanto profissionais da Educação, ou se o que se exige nestes processos de seleção está desvinculado da prática que estes professores aprenderam e/ou exercem.

Outra questão a ser levantada, e que, de certa forma, demonstra certa contradição em relação aos discursos oficiais é como estes profissionais, considerados *despreparados* para atuarem em sala de aula, são contratados para lecionar na rede pública do Estado de São Paulo. Outro dado, mais localizado, que pode ser levado em consideração, refere-se a uma Diretoria de Ensino pertencente à Região Metropolitana do Estado de São Paulo, a qual contabilizou 470 Professores de Matemática inscritos para participarem deste

último concurso público, conforme dados estatísticos da empresa contratada para realização do mesmo, sendo apenas vinte e oito docentes aprovados, o que pode levar a considerar que estes profissionais têm apresentado falhas em sua formação acadêmica e profissional. Este número de aprovados foi identificado no Diário Oficial do Estado de São Paulo (Portal Diário Oficial Online, Suplemento – Caderno I, p.36, 08/05/2010).

Em conjunto com os resultados destas avaliações, observou-se que os resultados nas avaliações externas de Matemática (SARESP, 2010), promovidas também pela SEE/SP, em relação aos alunos das quartas, sextas e oitavas séries do Ensino Fundamental e dos terceiros anos do Ensino Médio, mostraram que os alunos apresentam dificuldades de aprendizagem em Matemática, quando comparados aos resultados de outras disciplinas, como se pode observar no quadro a seguir:

Distribuição Percentual dos Alunos nos Níveis de Proficiência da Rede Estadual em Língua Portuguesa e Matemática – SARESP 2009

Classificação	Nível	Língua Portuguesa				Matemática			
		4ª EF 5ª EF	6ª EF 7ª EF	8ª EF 9ª EF	3ª EM	4ª EF 5ª EF	6ª EF 7ª EF	8ª EF 9ª EF	3ª EM
Insuficiente	Abaixo do Básico	20,9	18,0	22,5	29,5	30,3	36,6	27,6	58,3
Suficiente	Básico	37,2	40,2	57,0	40,6	39,3	44,8	59,5	36,8
	Adequado	31,6	33,4	18,1	29,2	24,0	17,0	11,7	4,4
	<i>Básico + Adequado</i>	<i>68,8</i>	<i>73,6</i>	<i>75,1</i>	<i>69,8</i>	<i>63,3</i>	<i>61,8</i>	<i>71,2</i>	<i>41,2</i>
Avançado	Avançado	10,3	8,4	2,3	0,7	6,3	1,6	1,2	0,5

Quadro 1 – Resultado do SARESP 2009 no Estado de São Paulo – Fonte: SEE/SP

Após o resultado destas avaliações, foi criado o *Curso Especial de Matemática “A Rede Aprende com a Rede”*, promovido pela SEE/SP, destinado aos Professores de Matemática da rede pública estadual e que atuam em sala de aula, como uma tentativa de suprir as possíveis dificuldades dos professores detectadas nos processos seletivos. Este curso, que é semipresencial, tem uma carga horária de 240 horas, divididas em quatro módulos. O curso tem como conteúdo trigonometria, geometria, fração, função,

números complexos, equações de 3º e 4º graus, probabilidade e análise combinatória. No primeiro módulo, são abordadas questões relacionadas à trigonometria e ao estudo de funções. No *site*, desenvolvido para realização deste curso, encontram-se sugestões de *softwares*, como o *Winplot* e o *Graphmatica*. Ainda que possa, de alguma forma, ajudar pontualmente, trata-se de iniciativa isolada, sem conexão com um projeto de formação continuada. Na atualidade, a formação deve ser engendrada como processo contínuo, e que deve envolver aspectos de conteúdos específicos e elementos de abordagem pedagógica (Oliveira, 2007).

A deficiência na formação dos Professores de Matemática, mais especificamente os da Rede Pública do Estado de São Paulo, também foi objeto de estudo de Curi (2000) em sua dissertação de mestrado. Em seu trabalho, ressalta a importância de investimentos nas condições de trabalho e a necessidade na reorganização dos cursos de formação de professores. Acredita que os docentes não são os únicos responsáveis pelos insucessos dos alunos, afirmando, ainda que

o sistema educativo massificou por causa do crescimento espantoso do número de alunos e professores e ainda conserva práticas inadequadas à clientela. Converteu-se em um sistema de ensino heterogêneo, dadas as diferenças culturais, étnicas e sócio-econômicas. Tal sistema empobreceu, porque o orçamento destinado à educação é o mesmo, independente de seu gigantesco crescimento (Curi, 2000, p.46).

Neste ponto, é que se propõe pensar o uso das TICs na formação do professor que ensino Matemática de maneira a proporcionar-lhe meios de avançar, inclusive, na forma como dispõe de abordagens didáticas em sala de aula, ou seja, como vê e ensina Matemática. Trata-se, sem dúvida, de uma concepção transformadora, a partir da incorporação dos *softwares* e interfaces computacionais – não se trata da mesma abordagem de Matemática, e nem mesmo das mesmas argumentações, propostas e possibilidades (Oliveira,

2008). Sobre isto, Borges Neto (2007) chega a questionar o que é ensinado pelo professor, à parte destas condições:

Certamente, qualquer concepção transformadora do ensino da matemática deve passar por indagações sobre o que se está ensinando, seu significado, sua gênese, sua estrutura, a produção desse conhecimento, e se o que se está ensinando é, realmente, Matemática. Se cada conteúdo a ser abordado em sala de aula pudesse ser analisado minuciosamente sob cada um desses aspectos, é provável que, além de uma mera transmissão de dados prontos, como se faz atualmente, se conseguisse chegar com mais proximidade a um processo de construção de tal conhecimento. Estas informações constituem-se numa ajuda imprescindível à compreensão das dificuldades que os alunos sentem no aprendizado da matemática e que, em geral, o professor não conhece senão de forma precária. Ou, seja, o professor deve modificar sua postura em relação à matemática, deve propiciar ao aluno um ambiente de aprendizagem onde tenha oportunidade de investigar, de experimentar, de simular situações, de (re)descobrir seus "teoremas" (BORGES NETO, 2007, p.1).

Após discutir diversas possibilidades metodológicas, ligadas à Educação Matemática, o autor indica o uso da informática como possibilidade de avançar nestas questões. De fato, para ele

Neste contexto, a informática assume um papel de suma importância, principalmente quando funciona como agente de propagação do conhecimento, ou seja, quando coloca-se a informática a serviço da educação. Vamos considerar o computador como meio didático, na forma como ele oferece representação específica de um conhecimento, as suas facilidades, o seu feedback e a possibilidade oferecida para acompanhar a construção de um procedimento pelo aluno (BORGES NETO, 2007, p. 2).

A formação continuada em ambientes virtualizados com professores de Matemática é discutida por Bairral (2005). Na proposta deste autor, é apresentada a possibilidade da obtenção do desenvolvimento profissional à distância, o que proporcionaria mudanças significativas na prática docente. O autor defende a idéia de que é possível ocorrer o desenvolvimento profissional quando os professores compartilham suas experiências e refletem criticamente sobre elas.

Nos estudos de Lorenzato e Ferreira (2004), há o apontamento da falta de conhecimento sobre a utilização do computador por parte dos professores no ensino de Matemática. Isto pode ser justificado, segundo os autores, pela ausência de estudos relacionados ao uso de computador, durante o curso de formação desses docentes. As condições de trabalho que estes profissionais possuem são abordadas também pelos autores, uma vez que os laboratórios de informática existentes nas escolas são precários, ou ainda, o número de computadores disponíveis é insuficiente. Com relação ao uso dos recursos tecnológicos nas aulas de Matemática, há o entendimento que “o professor não utiliza o computador para ensinar Matemática, em virtude da pouca familiaridade com a máquina, e por não compreender a importância do computador dentro do contexto em que atua” (LORENZATO e FERREIRA, 2004, p.08).

A este respeito, outro estudo traz dados ainda mais indicadores destas dificuldades. Gatti e Nunes (2009), em estudo realizado com dados recolhidos de 31 cursos de Licenciatura em Matemática no Brasil, indicam que apenas 29% deles têm disciplinas que contemplam, de forma específica, elementos da chamada “informática educativa”. Esta informação indica que os recursos providos pelas TICs ainda não são estudados, quase que de forma alguma, no âmbito dos cursos destinados à graduação formal dos professores de Matemática no Brasil.

As observações relatadas anteriormente, até então informais, passaram a ter certa credibilidade com os resultados dos processos seletivos e com as ações implementadas pela SEE/SP. A escolha, nesta investigação, pelo trabalho com o tema funções polinomiais com o auxílio do *software Winplot* nas oficinas realizadas com os professores, parece coerente, uma vez que este assunto é tratado como proposta de formação aos docentes da rede e visto como urgente pelas políticas oficiais.

No capítulo IV, estão apresentados os motivos que levaram a escolha do *software Winplot* para realização da oficina com os professores participantes desta investigação. Preliminarmente, pode-se indicar, segundo Souza (2004),

alguns elementos que favorecem o uso do *software Winplot*, mais especificamente de acordo com cinco motivos:

- Trata-se de um *software* gratuito, o que facilita seu acesso e instalação em qualquer computador pessoal;
- É um programa de simples utilização;
- Ocupa pouca memória do computador, ou seja, mesmo sistemas mais antigos podem ser usados para ambientá-lo;
- Recebe constantes atualizações por parte de seus criadores/mantenedores;
- Possui versão em português.

Feitas estas considerações em torno da formação do professor de Matemática e do uso de TICs por ele no processo, prossegue-se, no próximo capítulo, com a revisão bibliográfica.

Revisão bibliográfica

Com base na problematização dessa pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico no Banco de Dissertações e Teses da PUC/SP, da Faculdade de Educação da USP e no Banco de Teses e Dissertações da Capes. Foram selecionadas cinco pesquisas que enfocam o ensino de funções e o uso das TICs, as quais serviram de aportes para o desenvolvimento do presente estudo.

Silva (2002), em sua dissertação de mestrado, intitulada *Desenvolvimento e Análise de uma Metodologia para o Ensino da Função Quadrática utilizando o Microcomputador*, discute que as dificuldades relativas ao ensino e aprendizagem de Matemática no Ensino Fundamental e no Ensino Médio demonstram uma problemática especial. A autora discute que, nessa situação, um dos aspectos importantes é uma forte aversão da maioria dos alunos em relação à Matemática. Para a autora,

As ações no sentido de alterar esse quadro vão desde as políticas governamentais para a Educação até o cotidiano das salas de aula, que deve modificar-se, tornar-se mais atraente, mais de acordo com a realidade dos nossos alunos, que são jovens que estão inseridos num mundo de grandes progressos tecnológicos. (SILVA, 2002, p 12)

Diante desse quadro, Silva (2002) afirma que seu trabalho visou minimizar essas dificuldades e tornar acessível aos alunos a utilização dessas novas tecnologias computacionais, empregando o computador como um recurso didático. Para tanto, a autora utilizou os *softwares* Parábola e Oficina de Funções, visando o estudo da função quadrática com alunos do Ensino

Médio. Os *softwares* foram apresentados aos alunos, que trabalharam apoiados em apostila previamente elaborada. Por meio desse trabalho, foram elaboradas atividades para que os alunos interagissem com os *softwares*, experimentando e visualizando transformações feitas em funções quadráticas, respeitando o ritmo próprio de cada um, e privilegiando a aprendizagem cooperativa, em detrimento da competitiva.

Outro trabalho analisado é o de Postal (2009), sob o título *Atividades de modelagem Matemática visando a uma aprendizagem significativa de funções afins, fazendo uso do computador como ferramenta de ensino*. A autora procura descrever o resultado de um trabalho fundamentado nos pressupostos teóricos da *aprendizagem significativa*, com a utilização de pressupostos da modelagem matemática, incluindo o computador como ferramenta de ensino. Procura estabelecer um conjunto de aspectos que caracterizam a ocorrência da aprendizagem significativa quando as atividades de ensino e aprendizagem compõem uma proposta que considera o ambiente de modelagem matemática. Postal (2009) afirma que o assunto proposto refere-se a funções afins, e que foi desenvolvido em uma turma de primeiro ano, com trinta e dois estudantes de uma escola de Ensino Médio no Rio Grande do Sul. O tema de estudo, afirma, foi a telefonia celular, sobre o qual foram aplicadas funções afins nos planos oferecidos pelas operadoras. O trabalho com estas funções levou, segundo a autora, a conclusões sobre vantagens e desvantagens de optar por determinado plano. Para a autora,

As informações provenientes das produções dos estudantes no decorrer das aulas provêm de instrumentos elaborados para este fim: como ficha de levantamento, diagramas, trabalhos em grupos e outros. As contribuições deste estudo mostram que há um grande envolvimento dos estudantes quando o assunto é do seu próprio interesse. O trabalho privilegiou a colaboração e a cooperação entre os estudantes na realização das atividades (POSTAL, 2009, p.06)

A autora destaca como conclusão, a utilização da modelagem matemática como uma alternativa viável e eficiente estratégia de ensino/

aprendizagem, atendendo os objetivos da Educação Matemática para a formação do cidadão.

A investigação “*Ambiente informatizado para o aprofundamento da função quadrática por alunos*”, realizada por Santos (2009) teve por objetivo desenvolver um ambiente informatizado voltado ao ensino, para favorecer o aprofundamento dos conhecimentos relacionados à função polinomial de segundo grau. Nesse ambiente, afirma o autor, utilizou-se de uma sequência de atividades que aborda a representação gráfica de funções polinomiais de segundo grau. Segundo o autor, a pesquisa está fundamentada nos princípios da metodologia *Design Instrucional*, que utiliza cinco fases: análise, desenho, desenvolvimento, implementação e avaliação, além de estar embasada na Teoria de Registros de Representação Semiótica, de Raymond Duval, e na Teoria das Situações Didáticas, de Guy Brousseau. A sequência de atividades contidas no ambiente foi orientada por uma pesquisa, segundo afirma, realizada por Maia (2007), sobre o ensino da função quadrática, com a utilização do *software Winplot* e a articulação entre os registros gráficos e algébricos. Santos (2009), ainda, discute que foram utilizadas as ferramentas computacionais *Geogebra* e *NVU*. A primeira para o desenvolvimento da sequência e a segunda para gerar o ambiente e suas interações. O ambiente foi implementado com alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública da Grande São Paulo, na cidade de Carapicuíba. Segundo o autor,

Os protocolos de três alunos que participaram ativamente de todas as discussões no grupo de estudos foram analisados. Os resultados obtidos levaram a concluir que o ambiente informatizado e as atividades nele contidas favorecem à compreensão da articulação dos registros de representação algébrico e gráfico e o aprofundamento dos conhecimentos relacionados à função polinomial do segundo grau (SANTOS, 2009, p. 104).

Scano (2009), em sua dissertação de mestrado *Função afim: uma sequência didática envolvendo atividades com o Geogebra*, afirma que uma sequência de ensino concebida à luz da Teoria das Situações Didáticas e da

Teoria dos Registros de Representações Semióticas, mediada pelo uso de um *software* de geometria dinâmica, o *Geogebra*, pode contribuir para uma iniciação ao estudo da função afim. O objetivo da pesquisa, afirma Scano, foi desenvolver uma sequência de ensino para iniciar o estudo com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental que contribuísse para o desenvolvimento da capacidade de expressar algébrica e graficamente a dependência de duas variáveis de uma função afim e reconhecer que seu gráfico é uma reta, relacionando os coeficientes da equação da reta com o gráfico. O autor afirma que a análise mostrou que uma sequência desenvolvida e aplicada com base na Teoria das Situações Didáticas e na mudança de registros de representação conduz alunos do 9º ano a reconhecer que o gráfico de uma função afim é uma reta e a maioria a expressar algébrica e graficamente a relação entre duas variáveis de uma função afim, além de relacionar os coeficientes da equação da reta com a representação gráfica da função afim.

Em *Aprendizagem de função afim: uma investigação de ensino com auxílio do software Graphmatica*, Augusto (2008) afirma que o objetivo de seu estudo foi investigar a possibilidade da apropriação de conceitos relativos à função afim por alunos de 3º ano de Ensino Médio, a partir de uma “intervenção de ensino” subsidiada por ferramentas tecnológicas. Para tanto, o autor realizou um estudo experimental com alunos de duas salas de 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública estadual de São Paulo, que compuseram os grupos do estudo, experimental e de controle. As idéias teóricas que sustentaram o estudo, discute o autor, vieram da Teoria das Situações Didáticas (BROUSSEAU et al, 1996), da Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD et al, 1996) e ainda da visão da utilização de tecnologias a luz da etnomatemática (D’AMBROSIO et al, 1998). Para o autor, os dados indicaram que o uso de um ambiente gráfico possibilitou ensaios dinâmicos, bem como que a interação propiciada pelo uso do *software Graphmatica* proporciona contextos frutíferos para aprendizagem. Eles facilitam a construção de novos conceitos e a comparação com o que já havia sido apreendido anteriormente, ampliando, assim, o campo conceitual, constituído

pela intersecção entre a leitura e interpretação de gráficos e expressões da função afim.

No âmbito desta pesquisa, esta revisão contribuiu para a construção de atividades relativas ao tema funções polinomiais de primeiro e segundo graus, utilizadas na coleta de dados com os professores que foram sujeitos desta pesquisa, de acordo com a metodologia relatada no próximo capítulo. Além disso, foi possível perceber que os autores indicaram avanços em grupos de alunos que foram submetidos a estratégias pedagógicas mediadas por tecnologias. Ainda que esta pesquisa tenha por base a formação de professores e o uso de TICs, pode-se relacionar as pesquisas aqui utilizadas como referência com as argumentações produzidas anteriormente e que se referem à formação dos professores e uso das TICs: é importante investigar a proposta aqui evidenciada, pois serão os professores que poderão criar semelhantes iniciativas para apoiar o aprendizado de seus estudantes.

Metodologia

4.1 O caráter da pesquisa

A presente pesquisa é de caráter qualitativo, desenvolvido com professores de Matemática da rede pública do Estado de São Paulo. Trata-se, assim, de pesquisa qualitativa, na modalidade *análise de conteúdo* (Oliveira, 2007; Bogdan e Blikem, 1994). Como instrumentos da investigação, foram utilizados questionários³ e protocolos resultantes da realização de oficinas com professores de Matemática para o uso das TICs. Elaborou-se um roteiro para formação nestas oficinas, sendo realizadas em um dos laboratórios de informática da PUC/SP. Além das intervenções presenciais, foram consideradas as interações virtuais, ocorridas por meio do ambiente virtual de aprendizagem TelEduc. Com o uso do recurso computacional mencionado, através da Internet, os professores puderam participar de iniciativas colaborativas e cooperativas, fundamentais para a promoção de um ritmo mais intensivo de interações (Kenski, 2003; Oliveira, 2007).

A divulgação das Oficinas Didáticas de Tecnologias e Educação Matemática ocorreu, em um primeiro momento, entre os alunos do programa de Pós-graduação em Educação Matemática da PUC/SP, com uma ênfase maior aos mestrandos participantes do grupo de estudos TecMEM – PUC/SP, que reproduziram as informações para as diretorias de ensino da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Diante das divulgações, os interessados inscreveram-se por *email* ou pessoalmente na secretaria de pós-graduação no campus de Ciências Exatas. Cada oficina tinha quinze vagas disponíveis, o que se mostrou suficiente e adequado à infraestrutura disponível, não impedindo que as atividades se desenvolvessem em duplas, além de proporcionar, pelo número relativamente reduzido de sujeitos, que a coleta de dados se desse

³ Ver Anexo I

sem maiores dificuldades. O laboratório utilizado é habitualmente usado pelos alunos do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP, e conta com doze computadores com configuração atualizada, Internet de alta velocidade, provisão de papel, espaço para reuniões, entre outros elementos. Das vagas disponíveis, todas foram preenchidas.

4.2 Perfil dos sujeitos

No primeiro encontro das oficinas, os participantes responderam um questionário composto por dez questões. As quatro primeiras questões versavam sobre o perfil destes profissionais, sendo que as demais perguntas estavam relacionadas à visão que expressavam sobre as TICs. Neste sentido o perfil dos docentes participantes das oficinas pode ser observado de acordo com a organização dos dados obtidos e com as análises realizadas.

No gráfico da questão 1 são apresentadas as respostas dadas pelos professores participantes da Oficina referente a seguinte questão: “Qual sua formação acadêmica?”.

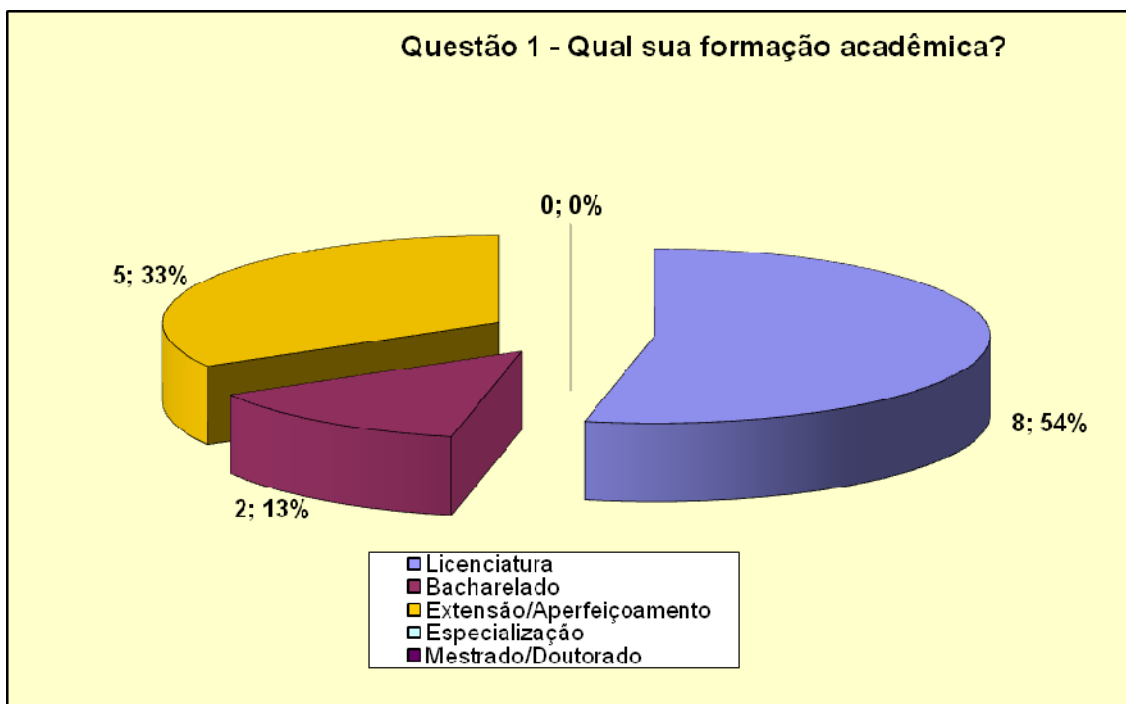


Figura 2 – Gráfico referente à questão um

As respostas indicam que treze professores (87%) participantes da Oficina possuem Licenciatura em Matemática, dos quais aproximadamente 33% já participaram de cursos de Extensão e/ou Aperfeiçoamento. Observa-se que apenas dois professores (13%) realizaram, em suas graduações, cursos de Bacharelado.

A questão 2 refere-se a situação funcional dos professores que participaram da oficina.

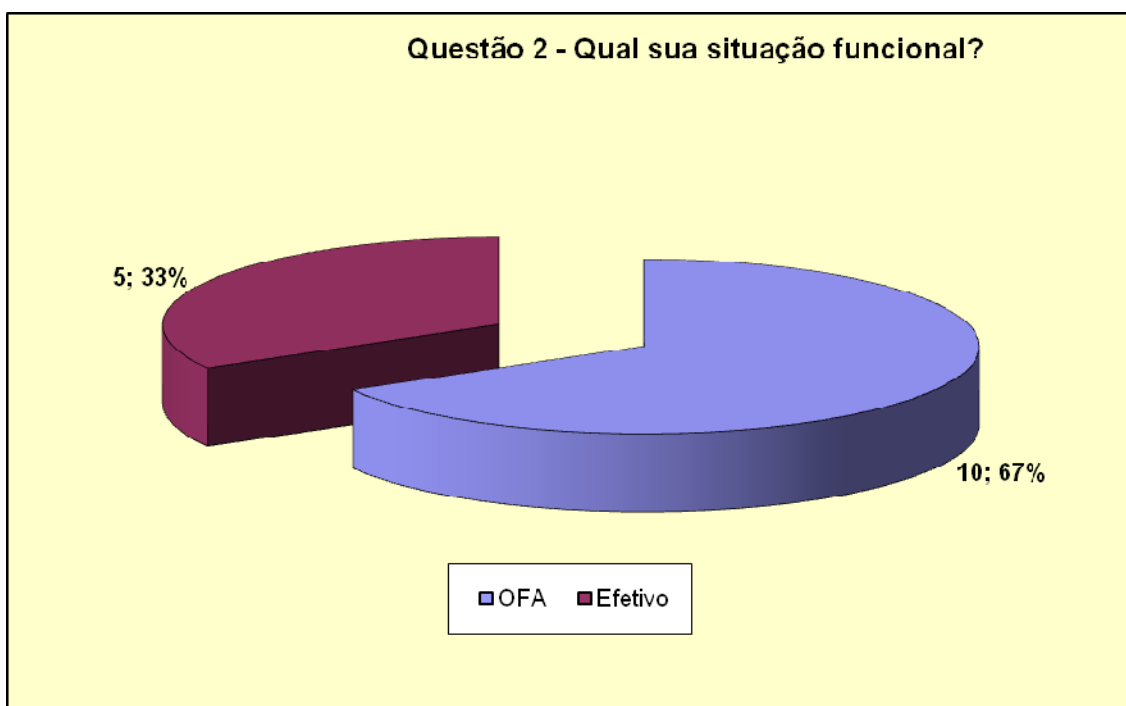


Figura 3 – Gráfico referente à questão dois

Pode-se observar que mais da metade dos participantes na Oficina (67%) são professores Ocupantes de Função Atividade – Categoria F, ou seja, são profissionais contratados e regidos pela lei 500/1974, alterada pela Lei Complementar nº 1010/2007, a qual garante o mínimo de dez horas aulas ao docente que pertence a esta categoria. Caso este profissional não consiga ter este número de aulas atribuídas da disciplina que leciona, este deverá ficar a disposição da escola para lecionar em qualquer série/disciplina em que esteja faltando professor. Estes professores devem participar todos os anos de um processo seletivo organizado pela Secretaria da Educação. Caso tais professores sejam aprovados no processo seletivo mencionado poderão

participar da atribuição de aulas, o que não garante o retorno na escola em que já lecionavam, o que, em alguns casos pode gerar uma rotatividade docente, ou seja, mudança de escolas de um ano para o outro, dificultando a continuidade do trabalho pedagógico.

...essa rotatividade está longe de ser positiva. Quem fica apenas alguns meses com uma turma não cria vínculos com os alunos – o que compromete a aprendizagem pela falta de interação e continuidade no trabalho pedagógico – nem com a comunidade, prejudicando assim a construção da identidade escolar (Revista Nova Escola, 2009).

Já os cinco professores (33%) que são titulares de cargo da disciplina de Matemática possuem estabilidade profissional, e somente mudam de escola quando se inscrevem para participar do processo de remoção, que é realizado anualmente de acordo com o número de vagas disponíveis e calendário divulgado pela Secretaria de Estado da Educação – SP.

O vínculo profissional pode ser considerado um fator importante na atuação dos professores. Fontana (2008), em sua dissertação de mestrado, analisa a relação de trabalho informal docente na rede pública estadual de São Paulo. A autora afirma que

Os professores não-efetivos não possuem vínculo empregatício que lhes assegure a continuidade do trabalho e também não se obrigam a dar continuidade ao trabalho que vem realizando. São freqüentemente solicitados a trabalhar cumulativamente em diferentes componentes curriculares em virtude da instabilidade de pessoal em quase todas as áreas, o que de certa forma desqualifica o seu trabalho. No final de cada ano letivo são “automaticamente” dispensados. Entendemos que não é demitindo em massa no final do ano e recontratando grande parte dessa massa no início do ano seguinte que o Estado contribuirá para a eficácia ou para a qualidade do ensino público (FONTANA, 2008).

O gráfico da questão 3 apresenta as respostas dadas pelos professores com relação ao tempo de docência que exercem:

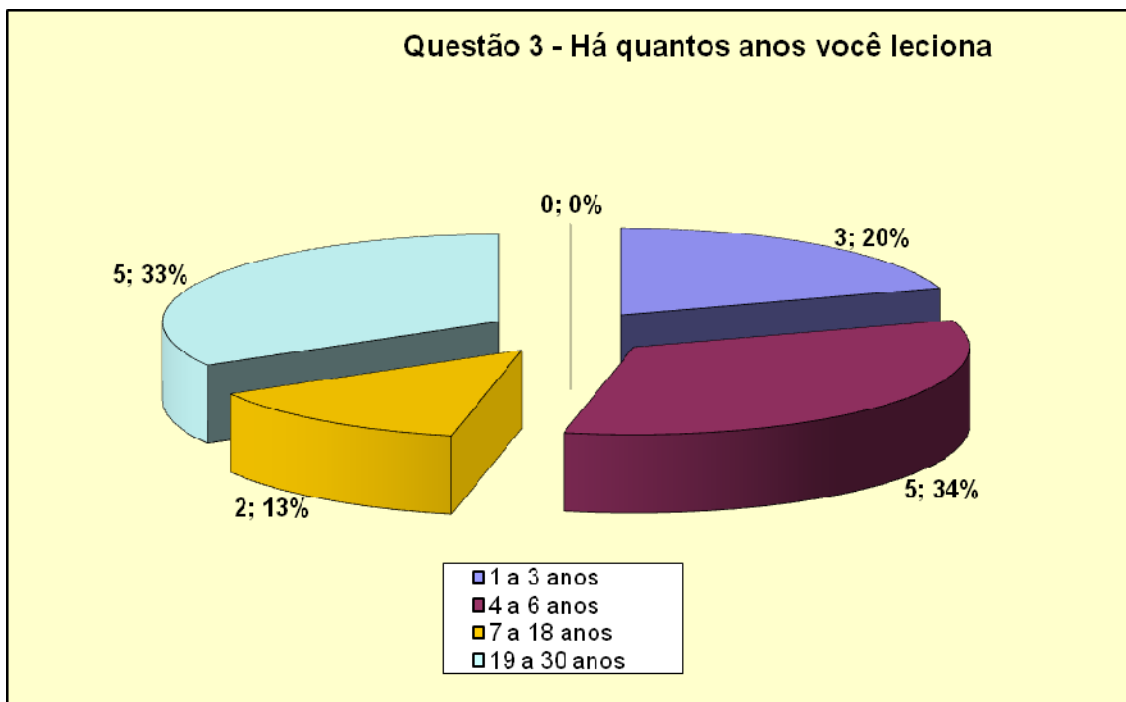


Figura 4 – Gráfico referente à questão três

No gráfico da questão 3, estão sintetizadas as faixas relativas ao tempo de serviço no magistério dos participantes, a partir das referências de Huberman (1995). Percebe-se que três professores (20%) estão na fase inicial da carreira docente. Para o autor, são professores que estão iniciando sua carreira profissional e caracterizam-se pelo período de *sobrevivência*, que está ligada com o choque que este profissional tem com a realidade e pela *descoberta*, associada ao entusiasmo, que este docente possui por estar diante de situações reais de aprendizagem.

Em seguida, verificou-se a ocorrência de professores que estão na fase da *estabilidade*, que ocorre entre 4 a 6 anos de docência. São profissionais que começam a ter uma maior consciência do seu papel e responsabilidade, enquanto educadores. De acordo com o levantamento realizado, cinco professores enquadram-se nesta fase. Cabe ressaltar, também, que é nesta etapa que o professor concretiza seu repertório pedagógico (Huberman, 1995).

Ainda segundo o mesmo autor, dois professores (13%) participantes da Oficina estão na fase da *experimentação e diversificação*, que se inicia por volta dos 7 anos e vai até os 18 anos de docência. Nesta fase, o autor sinaliza

que os professores procuram reconhecimento ou prestígio em sua carreira, além de valorizar suas qualidades profissionais.

Por último, foi constatada a presença de cinco professores (33%) que estão na fase dos 19 aos 30 anos de magistério. Neste caso, Huberman (1995) sinaliza para duas possibilidades: *Serenidade ou Conservadorismo*. Com relação à *Serenidade*, é um momento em que desperta aumento da confiança destes professores e em que há um distanciamento afetivo em relação aos alunos e uma diminuição de ambição profissional. No que diz respeito ao *Conservadorismo*, é caracterizado como um período de reclamações, geralmente em relação aos alunos, à política educacional, aos colegas de profissão, entre outras. Acrescente-se a isto uma possível resistência a inovações nas práticas pedagógicas que exercem cotidianamente.

Por meio da observação da participação dos professores na oficina percebemos que a resistência às atividades propostas não foi significativa, já que a participação de todos foi muito ativa e, por diversas vezes, expuseram considerar as propostas apresentadas muito importantes para o crescimento profissional.

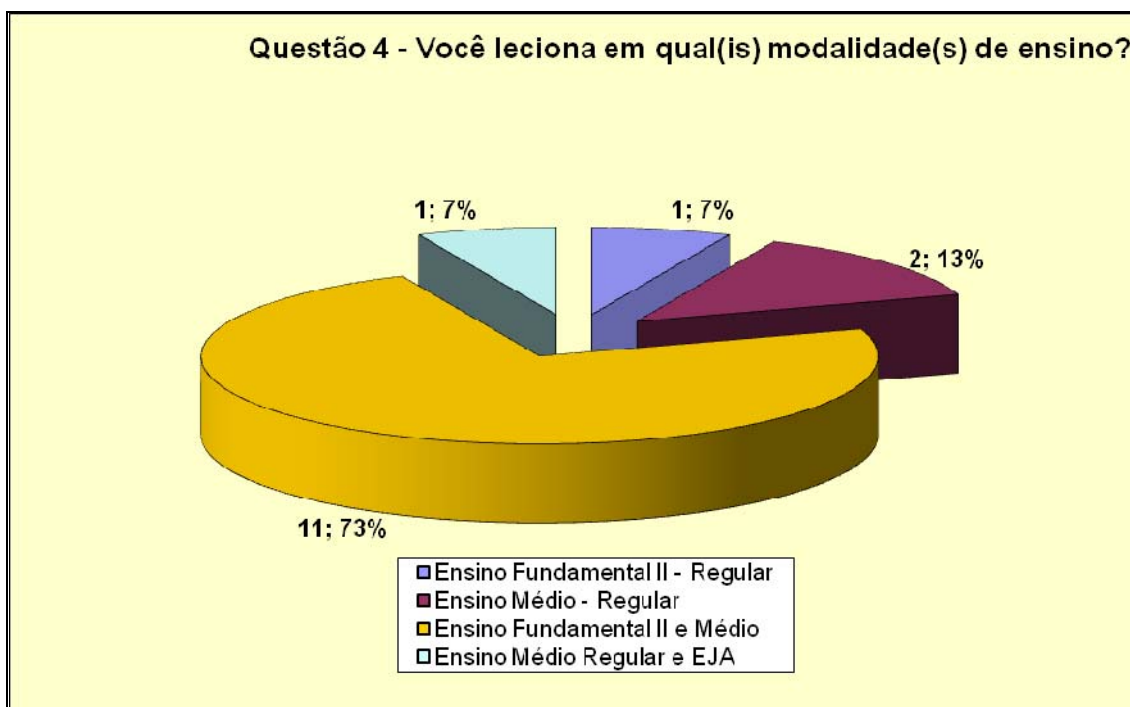


Figura 5 – Gráfico referente à questão quatro

De acordo com o gráfico da questão 4, pode-se perceber que estão organizadas as respostas dadas pelos professores participantes da Oficina com relação a pergunta: “*Você leciona em qual(is) modalidade(s) de ensino?*”

A maior parte dos respondentes (73%) indicou que leciona nos níveis de Ensino Fundamental II (5ª a 8ª série) e Médio (1º ao 3º ano Regulares), o que leva a interpretar que são professores que mantêm contato com diferentes conteúdos matemáticos, já que esta condição denota uma ampla circulação entre distintos níveis e séries. Dois professores lecionam apenas no Ensino Médio Regular – aparentemente, são docentes que possuem contato apenas com o conteúdo matemático do Ensino Médio. Apenas um professor indicou que leciona apenas no Ensino Fundamental II, assim como um único professor apontou que leciona para o Ensino Médio Regular e Supletivo.

4.3 Sobre as Oficinas

As oficinas apresentaram como tema “*Tecnologias e Educação Matemática*”, sendo constituídas com uma carga horária de 16 horas presenciais aos sábados, distribuídas em quatro encontros realizados no período da manhã, dos quais dois encontros foram destinados às TICs e funções polinomiais de 1º e 2º graus (tema deste trabalho), enquanto outros dois sábados às TICs e matrizes e determinantes.

De acordo com as possíveis dificuldades previstas por parte dos participantes das oficinas em lidar com o uso das tecnologias, as atividades foram propostas aos professores em formação de modo que pudessem trabalhar em duplas na utilização do *software* como uma interface para realização das questões, de tal maneira que quem possuísse maiores conhecimentos em informática pudesse auxiliar o seu parceiro na realização das atividades, uma vez que foi observada a presença de um pequeno grupo de professores com dificuldades em utilizar *email* ou até mesmo o manuseio do *mouse* do computador. Além disso, o objetivo da introdução das TICs não se resumia à operação do *software* em si, mas à construção de estratégias pedagógicas com uso de tecnologias, como recomenda Oliveira (2009), ou

seja, a formação ali proposta devia servir à reflexão dos professores sobre como as tecnologias poderiam compor o planejamento de aulas dinâmicas e interativas.

A escolha do *software* a ser utilizado nas oficinas ocorreu de acordo com a possibilidade dos professores participantes das oficinas poderem utilizá-lo com seus alunos em suas aulas. Em um primeiro momento foram selecionados alguns *softwares* com idioma em português, que fossem gratuitos e de fácil acesso, tais como *winplot*, *geogebra*, *winmat*, *wingeo*, *graphmat*, entre outros.

A partir deste levantamento, estabeleceu-se qual conteúdo matemático seria abordado nas oficinas. Optou-se em trabalhar com funções polinomiais de 1º e 2º graus, por tratar de um assunto que é abordado principalmente na primeira série do Ensino Médio e que representa, por parte dos alunos, dificuldades de compreensão consideráveis. O *software* escolhido foi o *Winplot*. A escolha do *software* e do conteúdo coincidiu posteriormente com a proposta de formação para os professores de Matemática que será realizada pela SEE/SP, denominado “Curso Especial de Matemática A Rede Aprende com a Rede”, que se encontra disponível no site do curso⁴.

A interface em questão apresenta recursos de visualização, podendo também auxiliar na compreensão das propriedades e características de qualquer função. Oferece uma interface com linguagem simples e fácil de ser explorada, tanto por parte dos professores como pelos alunos.

Diante da organização da carga horária das oficinas, em que consistia a realização de atividades presenciais e à distância, utilizou-se a ambiência do *TelEduc*⁵, para que os professores participantes pudessem participar de dois fóruns. Neste ambiente, foram propostas discussões acerca do uso das TIC's, seja do ponto de vista das estratégias, que eventualmente os professores poderiam adotar frente ao uso das tecnologias como instrumento de auxílio à ação pedagógica diante de seus alunos, ou sobre as descobertas, dificuldades,

⁴ www.rededosaber.sp.gov.br/portais/cursomatematica

⁵ *TelEduc* – é uma interface que permite a criação, participação e administração de cursos *online*, podendo ser disponibilizado aos alunos ferramentas como: Fórum, *Chat*, Material de Apoio, Leituras, Perguntas Frequentes, etc.

e sugestões, com relação à realização das tarefas propostas para aquisição de fluência na interface do *Winplot*, uma vez que os participantes não apresentavam domínio em relação ao *software* utilizado nas oficinas. Tais discussões foram pautadas por duas questões centrais:

- 1) *Estratégias são importantes quando falamos sobre o uso de Tecnologias em aulas de Matemática. Leia o texto recebido na aula e, se quiser, os que estão disponíveis em "Material de Apoio". Fale o que achou sobre o tema. Todos podem debater sobre quaisquer colocações⁶;*
- 2) *Sobre as atividades, fale sobre sua produção nas atividades de 20/06/2009: comente suas dúvidas, descobertas, sugestões. O debate está aberto!*

No ambiente do *TeIEduc*, disponibilizou-se, em “Material de Apoio”, texto relativo às TICs, com o intuito de proporcionar aos professores participantes das oficinas um primeiro contato com esta literatura, para que estes pudessem ter uma efetiva participação nos fóruns. Semelhante participação, de acordo com Oliveira (2003), deve ser feita com apoio de amplo embasamento teórico, de forma que a intervenção de determinado participante possa enriquecer o debate global.

Após a indicação destes aportes metodológicos, no próximo capítulo seguem elementos relativos à coleta de dados e respectiva análise.

⁶ Anexo IV – texto utilizado para discussão no fórum.

Coleta e análise dos dados

No desenvolvimento desta investigação, utilizou-se, como primeiro instrumento, o questionário que pode ser encontrado na íntegra no Anexo I deste trabalho. A idéia da aplicação deste questionário residia em coletar dados desde a formação acadêmica dos professores de Matemática até a visão que expressam acerca das tecnologias na Educação Matemática, com o intuito de delinear o perfil profissional dos sujeitos e de compreender suas convicções. A organização destes dados ficou dividida em duas etapas. A primeira etapa, que aborda questões voltadas ao perfil dos participantes desta investigação, já foi apresentada no capítulo anterior. A segunda parte é discutida neste capítulo e procura evidenciar a visão que os professores têm acerca da inserção das TICs no ensino da Matemática.

Um segundo instrumento⁷, na forma de atividades, foi proposto aos docentes, para que estes pudessem relacionar as possíveis dificuldades que seus alunos da primeira série do Ensino Médio poderiam ter, de acordo com três problemas matemáticos que abordavam o tema “funções polinomiais de primeiro e segundo grau”. Esta atividade teve o intuito de não apenas identificar as possíveis dificuldades dos alunos, mas também, observar possíveis percalços que os docentes participantes poderiam encontrar em sua realização, tanto no aspecto didático quanto no de conteúdo.

O terceiro instrumento consistia em um roteiro de atividades⁸ proposto com o uso do *software Winplot* e foi utilizado para percepção das possíveis dificuldades no uso das TICs em condições didáticas, sendo um momento de observação por parte do pesquisador para posterior relato, feito agora. Além disso, tais atividades deveriam fomentar a possibilidade de incrementar as

⁷ Ver Anexo II.

⁸ Ver Anexo III.

estratégias didáticas dos docentes, inserindo o *software* como elemento mediador.

Um quarto instrumento⁹ empregado neste trabalho consistia na elaboração de um plano de aula pelos participantes das oficinas, que previa o uso de um *software* de livre escolha¹⁰, relacionando o programa escolhido a um conteúdo matemático, que poderia ser apontado pelos integrantes de cada grupo formado. Esta atividade teve o intuito de obter dados para posterior análise das possíveis estratégias que os participantes adotariam para a inserção das tecnologias em suas aulas de Matemática, de modo a favorecer uma aprendizagem significativa com relação a seus alunos.

Além destes dados, relaciona-se aqui a síntese dos comentários que os participantes fizeram no TelEduc.

5.1 Síntese dos comentários dos professores feitos no fórum do TelEduc

O fórum do TelEduc representou um importante espaço de interações entre os professores participantes da pesquisa. Alguns o faziam pela primeira vez, outros já tinham experiência neste tipo de comunicação. Com relação à questão um, anteriormente exposta, observou-se que todos os professores concordaram com a importância do uso de tecnologias nas aulas de Matemática, pelo que se pode constatar que nenhum deles apresentava, particularmente, resistência ao uso das mesmas como instrumento mediadores do processo de ensino-aprendizagem. Nesta questão, os principais elementos de discussão foram:

- A necessidade de preparo do professor para empregar de forma crítica e reflexiva as tecnologias em sala de aula;

⁹ Ver Anexo V.

¹⁰ Decidiu-se deixar que os professores participantes da Oficina escolhessem o *software* utilizado na estratégia pedagógica, de forma que os mesmos não se sentissem obrigados a usar o *Winplot* caso não desejassem.

- A certeza de que uma estratégia pedagógica, com base nas necessidades dos estudantes e no conteúdo matemático em análise, é imperiosa, não adiantando inserir tecnologias de forma acrítica;
- O vislumbre de possibilidades de uso de certas estratégias com TICs, principalmente as que estavam descritas no texto de Oliveira (2008), ao qual os professores tiveram acesso em “Material de apoio”, no próprio ambiente do TelEduc;
- A mudança do perfil dos alunos, mais “antenados” com as TICs, e a necessidade do professor assumir o papel de orientador neste contexto, elaborando problemas e desafios para os alunos – até como forma de superar os usos restritos de redes sociais e de elementos de entretenimento disponíveis na Internet.

Como se verá mais adiante, apesar da conexão destes argumentos com as propostas teóricas na oficina, estes elementos foram considerados apenas de forma limitada na elaboração das estratégias de uso de TICs em aulas de Matemática pelos professores, o que denota certa dificuldade de escapar de certa *zona de conforto* (Borba e Penteado, 2003), representada por aulas expositivas.

Na abordagem da segunda questão colocada à discussão no fórum do TelEduc, os professores destacaram as possibilidades de experimentação e o dinamismo proporcionados pelo uso da interface. Em certa medida, este aspecto foi bastante explorado pelos grupos quando da elaboração de suas estratégias pedagógicas, como mais adiante se expõe.

5.2 Análise do Primeiro Instrumento – Questionário com os sujeitos

O questionário que foi utilizado nesta pesquisa é composto por dez perguntas, sendo cinco questões objetivas (questões com alternativas) e cinco perguntas dissertativas (questões abertas). O referido instrumento foi aplicado aos participantes da Oficina em seu primeiro encontro, com o objetivo de identificar qual visão expressam sobre as TICs; suas facilidades e/ou

dificuldades em trabalhar com as TICs; a participação em cursos de formação relacionados às tecnologias em sala de aula; e, traçar o perfil destes profissionais acerca da sua formação, do seu tempo de trabalho como docente, sua situação funcional no magistério, e em quais modalidades de ensino lecionam. Por questões metodológicas, optou-se por apresentar os dados coletados nas quatro primeiras questões deste instrumento no Capítulo 4. Desse modo, apresentam-se aqui apenas as questões que abordam a visão que estes profissionais esboçam sobre o uso das TICs.

No gráfico da questão 5 podem-se observar as respostas dos professores participantes da Oficina a respeito da seguinte questão: “O que você entende como recursos tecnológicos em sala de aula?”.

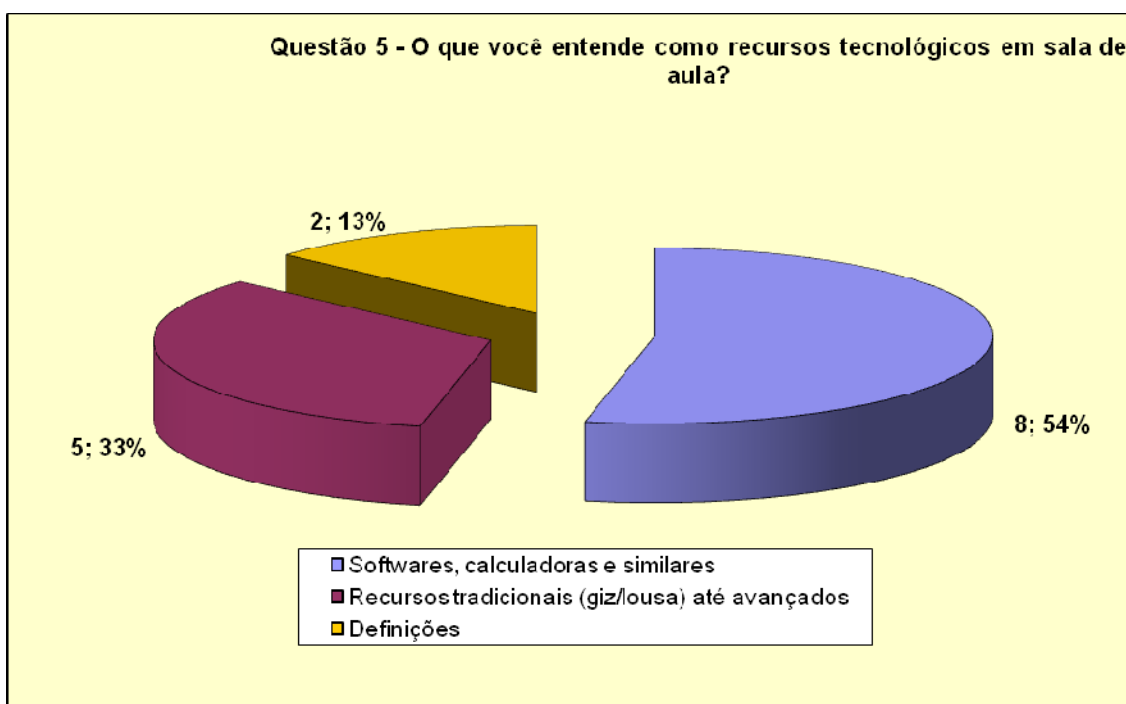


Figura 6 – Gráfico referente à questão cinco

As respostas indicam certa divisão relativa às impressões dos professores participantes. Como indica o gráfico, cerca de um terço dos mesmos tem uma visão ampla do termo “recursos tecnológicos”, entendendo que os mesmos abarcam desde os mais tradicionais instrumentos usados para apoiar o processo de ensino-aprendizagem, até os mais sofisticados, incluindo calculadoras e computadores de última geração. Algumas respostas revelaram

certo preparo anterior, efetivado através de leituras sobre o tema, como no exemplo seguinte.

Toda e qualquer produção cultural humana; no caso da Matemática, desde o ábaco, régua, compasso, calculadora e softwares, que favoreçam o processo de ensino aprendizagem (resposta dada por Aluno 5)

Entretanto, mais da metade dos respondentes concluíram que os recursos tecnológicos no ensino-aprendizagem se referem exclusivamente ao uso de tecnologias digitais e/ou equivalentes, incluindo apenas o computador e, eventualmente, a calculadora. Esta posição revela um viés no sentido de entender como intervenção tecnológica apenas aquela que se relaciona aos artefatos e ações mais atuais, reservando uma visão que indica que os demais instrumentos estariam ultrapassados, ou até prejudicariam a atividade didática, como no caso da resposta dada por Aluno 8: “Tudo o que pode nos favorecer na mudança do aprendizado, sem o uso de lousa e giz”. Tal dicotomia já foi levantada por Borba e Penteado (2003), Borba, Malheiros e Zulatto (2008) e Oliveira (2009).

Sobre a questão cinco, ainda, duas respostas procuraram uma definição para o termo, sem indicar os instrumentos de que se valeriam. É o caso da resposta de Aluno 03: “É um instrumento que pode enriquecer o desenvolvimento da aula, gerando maior motivação e aprendizagem, desde que sua utilização esteja inserida no ambiente de aprendizagem”. Esta visão, também compartilhada por Aluno 10, revela uma proximidade em relação à proposta de estratégias pedagógicas com uso de TICs, tema central da Oficina e dos pressupostos teóricos organizados por Oliveira (2008; 2009).

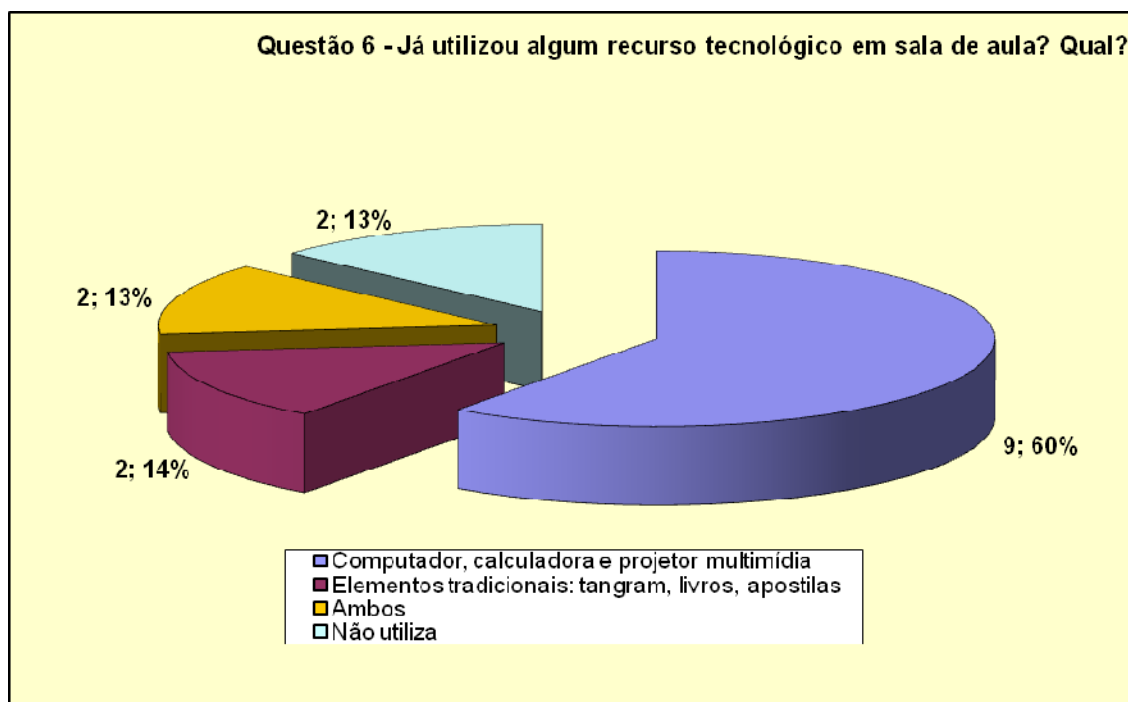


Figura 7 – Gráfico referente à questão seis

O gráfico da questão 6 indica as respostas dadas à pergunta “*Já utilizou algum recurso tecnológico em sala de aula? Qual?*”. Das respostas dadas, nove professores (61%) indicaram que utilizam artefatos como computador, calculadora e projetores multimídia (“datashow”). Algumas das respostas indicaram um uso pouco dinâmico das tecnologias eletrônicas indicadas, como no caso do emprego do projetor multimídia em aulas expositivas. Apenas um professor indicou que utilizava o *software Cabri Geometry*, que possibilita intervenções dinâmicas em Geometria, enquanto outro assinalou ter participado do projeto da Secretaria de Estado da Educação denominado “Números em Ação”.¹¹

Além disso, dois professores alegaram utilizar apenas tecnologias vistas como tradicionais, entre as quais livros, apostilas, régua e compasso, dois outros indicaram usar tanto as tecnologias tidas como antigas e as mais modernas, como computador, Internet e calculadora, por exemplo. Finalmente,

¹¹ “Números em Ação” – Projeto de Recuperação Paralela em Matemática, destinado aos alunos das 5ª e 6ª séries do Ensino Fundamental – Ciclo II na Rede Estadual de Ensino de São Paulo. Este Projeto foi implantado no ano de 2004 para a utilização das TIC’s, sendo realizado nas SAI (*Salas Ambientais de Informática*).

dois professores alegaram não utilizar quaisquer tecnologias em sala de aula. Quanto a estes últimos, há uma clara percepção do entendimento das tecnologias como recursos computacionais e similares, tanto que ambos se encaixam, quanto à questão anterior, na categoria daqueles respondentes que consideram recursos tecnológicos apenas os de caráter eletrônico/digital.

A questão de número sete tratava das facilidades e/ou dificuldades relativas ao uso de tecnologias em sala de aula. Dada a diversidade das respostas, para efeito de análise, a questão foi dividida em duas partes. Na primeira, relativa às dificuldades apontadas pelos professores, as respostas mais relevantes foram agrupadas em três categorias.

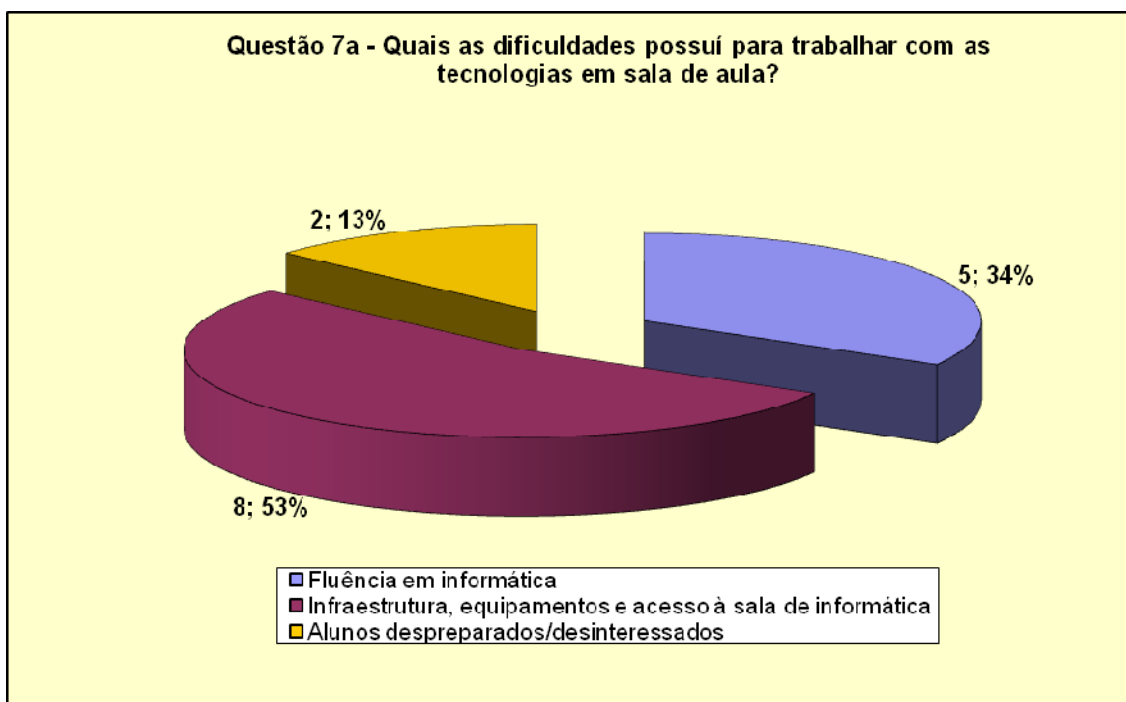


Figura 8 – Gráfico referente à questão sete A

A maior parte dos professores indicou, como dificuldades, questões ligadas à infraestrutura, aos equipamentos de informática e ao acesso ao laboratório/sala de informática das escolas onde atuam. Alguns comentários surgiram, relativos a respostas deste tipo, alegando que os equipamentos são defasados ou estão em precárias condições, o acesso à sala é restrito e controlado de forma pouco proveitosa ao processo pedagógico, e até um caso

de furto dos equipamentos na escola foi relatado. Outra parte significativa dos participantes indicou que as maiores dificuldades estão ligadas à fluência no uso de softwares e sistemas computacionais em geral, ou seja, sentem limitações na própria capacidade de promover um uso adequado das interfaces computacionais, como por exemplo:

A principal dificuldade reside no fato de não estar familiarizado com os softwares específicos da aplicação Matemática (resposta dada pelo Aluno 5).

Por outro lado, dois professores argumentaram que a principal dificuldade está relacionada com o desinteresse dos alunos, como é apresentado o relato a seguir:

Alunos apáticos, desinteressados, falta de material escolar para todos (resposta dada pelo Aluno 6).

A segunda parte ficou destinada as facilidades apresentadas pelos docentes em trabalhar com as tecnologias em sala de aula. Diante das respostas apresentadas, três categorias foram organizadas, como segue indicado na próxima figura.

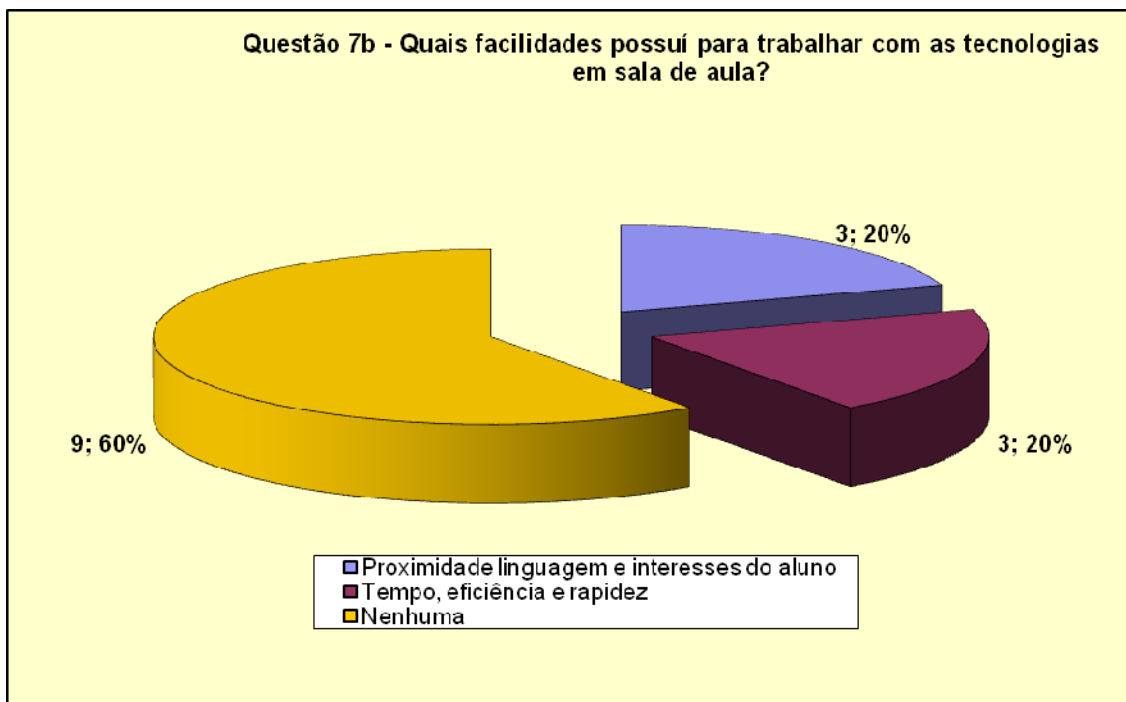


Figura 9 – Gráfico referente à questão sete B

Diante das respostas dadas no gráfico questão da 7b, nove professores (60%) responderam que não possuem nenhuma facilidade em trabalhar com as tecnologias em sala de aula, o que pode fazer leva supor que os cursos de licenciatura não têm oferecido uma formação adequada para a inserção das tecnologias na formação de futuros professores, indo contra as orientações contidas nas diretrizes curriculares.

Existem recomendações em documentos oficiais que regem a formação de professores no Brasil, quanto à presença das tecnologias de informação e comunicação na organização curricular das instituições de ensino superior. As diretrizes curriculares nacionais (BRASIL, 1999) para formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena, em seu artigo 2º, inciso VI, prevê “*orientações inerentes à formação para a atividade docente, para o uso de tecnologias da informação e da comunicação e de metodologias, estratégias e materiais de apoio inovadores*”. As argumentações anteriores deste trabalho, todavia, indicam que tais orientações são raras em cursos de Licenciatura em Matemática.

Observou-se que três participantes responderam que as facilidades existentes quanto ao uso das TICs estão associadas ao tempo, eficiência e rapidez, que podem proporcionar quando utilizadas na aprendizagem de seus alunos. Outros três professores responderam, como facilidades, a proximidade da linguagem e ao interesse que os alunos possuem quando as TICs são usadas durante as aulas, já que os professores têm, como percepção, o fato de os alunos terem acesso ao uso de computadores, na escola, em casa ou até mesmo em *lan houses* nos dias atuais.

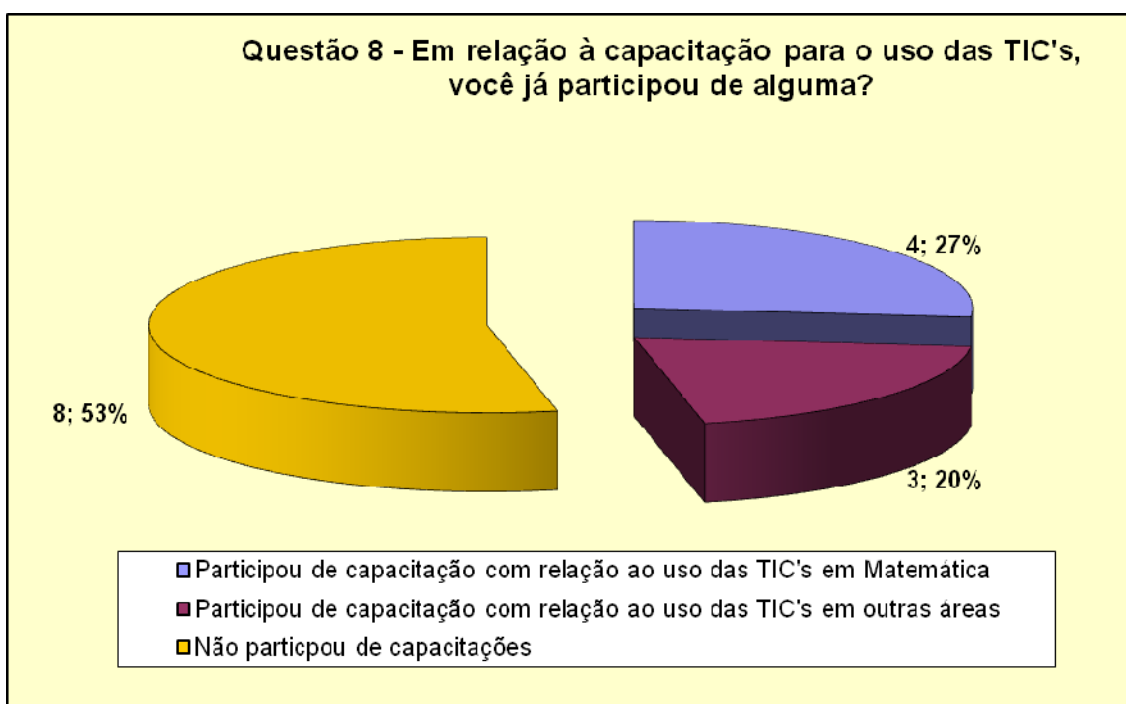


Figura 10 – Gráfico referente à questão oito

O gráfico da questão 8 apresenta as respostas dadas pelos docentes de acordo com a seguinte questão: “*Em relação à capacitação para o uso das TICs, você já participou de alguma?*”. De acordo com as respostas fornecidas pelos participantes, a maior parte, ou seja, 53% dos professores não participaram de nenhuma capacitação relacionada ao uso das TICs ao longo de sua trajetória profissional. Pode-se perceber que cerca de 27% dos professores participaram de cursos voltados ao uso de *softwares* em Matemática – foram citados, por exemplo, os *softwares Cabri, Geogebra, Winplot e Graphmat*.

O Cabri na modalidade a distância, todo ministrado pelo Estado. No Cabri o uso das ferramentas e no ensino a distância deu oportunidade de relacionar-se pela internet com outros colegas (resposta dada pelo Aluno 8).

Há professores na Oficina, cerca de 20% dos participantes, que realizaram cursos em outras áreas relacionadas ao uso das TICs, como, por exemplo, “Espanhol *on-line*”.

Como apresentado, a maioria dos professores não teve experiências com o uso das TICs. A ausência dessas experiências anteriores influenciou o desempenho do grupo nas oficinas. Percebe-se, por exemplo, professores com dificuldades em realizar as tarefas mais elementares – como o manuseio do mouse. Já os professores que relataram ter participado de formações para o uso das TICs tiveram um melhor desempenho durante as atividades propostas.

O gráfico da questão 9 indica as respostas dadas pelos participantes com relação à presença de TICs no trabalho pedagógico.

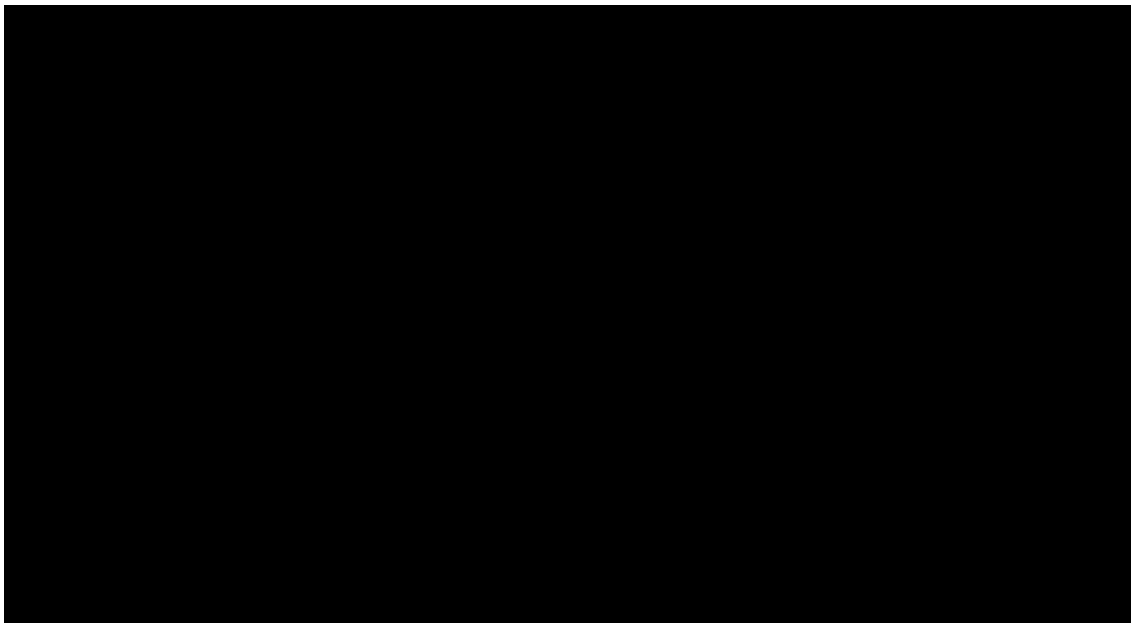


Figura 12 – Gráfico referente à questão nove

No gráfico acima, pode-se observar que os professores foram unânimes em declarar que consideram as TICs como um instrumento que tanto facilita o desenvolvimento do trabalho docente quanto favorece a aprendizagem dos alunos.

Embora todos os professores participantes afirmem que as TICs facilitam o desenvolvimento do trabalho do professor e a aprendizagem dos alunos, existem estudos que apontam para a resistência do professor na utilização de novas tecnologias.

Litto (1998) aponta essa resistência a três fatores:

... quem aprendeu através de uma abordagem didática tendo como princípio que a formação se concluiu quando o futuro profissional está suficientemente estocado com um corpo de conhecimento decorado, pronto a ser transmitido para futuras gerações, tende a resistir a novas informações, especialmente aquelas que obrigam o abandono de antigas categorias e fatos já memorizados

... quando alguém já investiu bastante tempo (e talvez dinheiro) num determinado caminho ou carreira, sendo bem sucedido até então, torna-se difícil aceitar novas propostas que invalidem as práticas do passado e exijam um novo investimento na aprendizagem, adaptando estratégias e táticas recentes

... existência de um eixo com duas extremidades (...): pragmatismo de um lado e reflexão do outro. Indivíduos, organizações e classes profissionais acham o seu lugar em algum ponto ao longo deste eixo, tomando decisões e agindo diariamente, segundo a posição em que se acomodaram. (LITTO, 1998)

Para Kenski (2006), a não utilização de recursos tecnológicos por parte dos professores é anterior à sua formação profissional. A autora afirma que,

a) os alunos - futuros professores - raramente aprendem a utilizá-los ou vivenciam experiências de ensino em que alguns destes recursos estejam presentes; b) os próprios professores consideram o uso de recursos audiovisuais como apelativo, o que interessa mesmo é o texto escrito; c) existe um desconhecimento generalizado sobre a melhor forma de utilização de recursos audiovisuais em salas de aula de todos os níveis (KENSKI, 2006 p. 132).

A última questão proposta aos respondentes da Oficina foi: “*De qual tema ou software você gostaria de participar em cursos de capacitação?*”. As respostas podem ser observadas no gráfico da questão 10.

De acordo com as respostas dadas, pode-se observar que seis professores (40%) desejam participar de cursos relacionados à aplicação da geometria com o uso das TICs. A utilização de planilhas eletrônicas (*Excel*) foi citada por três docentes (20%), que afirmam a necessidade de saber utilizar e explorar tal recurso. Apenas um professor citou a necessidade de participar de cursos de capacitação relacionados ao uso da *web* como um recurso didático.

Diante das respostas fornecidas pelos participantes da Oficina, foi observado que cinco professores (33%) não fizeram nenhuma menção relacionada a tema ou software que desejasse explorar em futuros cursos de capacitação.

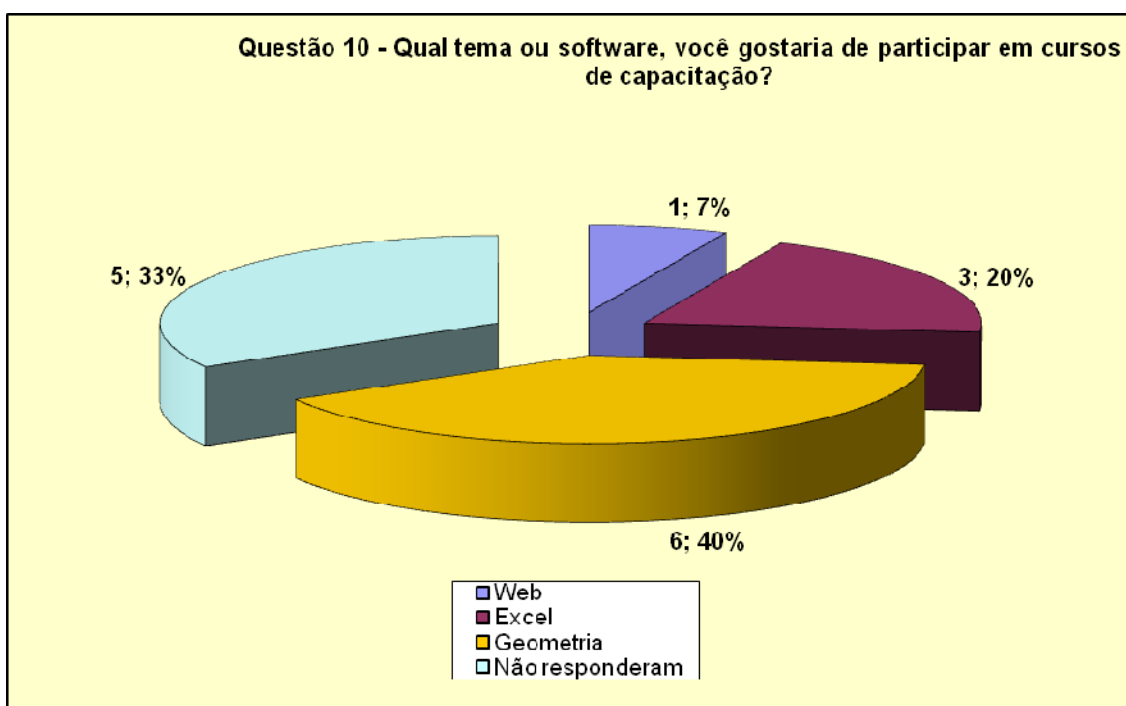


Figura 12 – Gráfico referente à questão dez

Os dados apresentados no gráfico mostram que mais da metade dos professores possuem áreas de interesse para seu desenvolvimento profissional, que pode ser visto como fator positivo. Porém, a observação assistemática de professores da rede pública indica que a falta de acesso à

formação para o uso da TICs faz com que grande parte dos docentes não consigam explorar as potencialidades destes recursos na sala de aula. Além disso, apenas programas mais “populares”, como os de Geometria Dinâmica e planilhas eletrônicas surgem como mencionados pela maioria, o que revela uma perspectiva limitada para o uso em outros domínios da Matemática, como Álgebra e Estatística, entre outros.

A possibilidade da utilização das TICs na educação está mudando a maneira de os educadores pensarem o ensino, principalmente o Fundamental e o Médio. Conseqüentemente, novas pesquisas surgem a cada momento, visando constatar e promover mudanças de maneira a colaborar com as TICs e com o ensino como um todo. Conhecer o que os professores pensam, suas necessidades, seus receios e capacidades é necessário para que se alcance esse objetivo.

5.3 Análise do Segundo Instrumento – Atividade Escrita

O segundo instrumento de pesquisa¹² trazia três questões abertas, relativas às dificuldades que os alunos dos professores, sujeitos da pesquisa, encontram habitualmente nas aulas pertinentes ao tema “funções polinomiais do primeiro e do segundo grau”. As questões foram respondidas por dez professores, que se dividiram em quatro grupos, dois deles com três componentes e outros dois com dois membros.

A introdução das questões trazia o seguinte texto: *De acordo com cada situação apresentada abaixo, relacione as possíveis dificuldades que os alunos do 1º ano do Ensino Médio encontrariam nas resoluções e em que momentos [as atividades] poderiam ser aplicadas.*

A finalidade deste instrumento era a de trazer a experiência dos professores à discussão no grupo da oficina, permitindo criar uma ambiência para o debate que permitisse refletir sobre as práticas docentes e posicionar as questões referentes ao uso de TICs que poderiam surgir (Oliveira, 2007). Esta

¹² Ver Anexo II

abordagem também é compatível com a pesquisa qualitativa, no enfoque de análise de conteúdo aqui utilizado (Bogdan e Blikem, 1994).

Outra finalidade era a de levantar, especificamente, quais as dificuldades apresentadas pelos alunos, de forma mais recorrente, e que estão relacionadas com as funções polinomiais. O quadro resultante desta abordagem permitiria, então, propor as estratégias pedagógicas com uso de TICs mais adequadas, e, também, fomentar uma discussão para que os professores ali presentes sugerissem suas próprias estratégias.

5.3.1 Primeira questão

A primeira questão tinha o seguinte texto: *“Um ônibus de turismo tem 36 lugares, no total, para os passageiros. Para certa excursão, a empresa cobra R\$ 60,00 de cada turista, se todos os lugares forem ocupados. Se ficarem lugares vagos, àquele valor (R\$ 60,00) serão acrescentados R\$ 3,00 por cada lugar não ocupado. Qual o número de turistas, nessa excursão, para que a empresa obtenha a máxima arrecadação?”*.

Alguns professores procuraram resolver a questão proposta para poder melhor identificar as possíveis dificuldades que os alunos da 1ª série do Ensino Médio poderiam apresentar. De acordo com a proposta do Grupo 1, exposta na figura seguinte, pode-se observar uma conjectura equivocada, o que leva a crer que as dificuldades que os alunos poderiam eventualmente ter no desenvolvimento deste problema, conforme relato dos participantes deste grupo, poderiam ser também dificuldades comuns que estes docentes possuem, uma vez que não apresentaram a função que descreve este problema, como pode ser observado a seguir:

a) Um ônibus de turismo tem 36 lugares, no total, para os passageiros. Para uma certa excursão, a empresa cobra R\$ 60,00 de cada turista, se todos os lugares forem ocupados. Se ficarem lugares vagos, àquele valor (R\$ 60,00) serão acrescentados R\$ 3,00 por cada lugar não ocupado. Qual o número de turistas, nessa excursão, para que a empresa obtenha a máxima arrecadação?

x	y	$y = 60 + 3x$
0		$60 + 3 \cdot 0 = 60$
1		$60 + 3 \cdot 1 = 63$
2		$60 + 3 \cdot 2 = 66$

- saber compreender o contexto do problema.
 - entender qual o objetivo desejado
 - saber passar para linguagem matemática
 - encontrar a resposta desejada
 - conferir o resultado.

Figura 13 – Resolução efetuada pelo Grupo 1

Uma das soluções possíveis para este problema era transformar o problema em uma expressão algébrica que retrate exatamente a situação proposta:

$$y = 60 \cdot x + (36 - x) \cdot 3$$

Sendo que a variável x representa o número de passageiros que irão participar desta excursão e a variável y representa o valor em reais que a empresa irá obter de acordo com o número de pessoas a bordo neste ônibus. Com o ônibus lotado, a empresa obteria R\$ 2.160,00. Um raciocínio válido seria o de verificar se há a possibilidade de obter mais arrecadação com menos passageiros, o que se provaria impossível. Para a empresa obter um lucro máximo, esta deverá vender todas as passagens.

Com relação às dificuldades que os estudantes encontrariam, para esta questão, os grupos indicaram as respostas que se encontram no Quadro 1, a seguir.

Grupo	Respostas
Um	<ul style="list-style-type: none"> • Escrever o problema na linguagem Matemática (interpretação); • Dificuldade no cálculo numérico e algébrico.
Dois	<ul style="list-style-type: none"> • Ler e interpretar o enunciado; • Organização da informação; • Traduzir para a linguagem Matemática.

Continua...

...continuação.

Três	<ul style="list-style-type: none"> • Saber compreender o contexto do problema; • Entender qual o objetivo desejado; • Saber passar para a linguagem Matemática; • Encontrar a resposta desejada; • Conferir o resultado.
Quatro	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura, concentração, interpretação e a formalização do problema (linguagem Matemática); • Raciocínio matemático.

Quadro 2 – Respostas dos grupos de professores – primeira questão, segundo instrumento.

Os professores foram unânimes em apontar a *interpretação do problema proposto* como uma das dificuldades recorrentes entre os alunos de primeiro ano do Ensino Médio. Esta inadequação dos alunos revela uma dificuldade que precede o tratamento matemático com o conteúdo específico que se pretende trabalhar em sala de aula.

Além disso, outra dificuldade apontada pelos professores diz respeito ao *uso da linguagem Matemática adequada*, ou seja, uma dificuldade relativa à produção de notações algebricamente válidas. Estas questões surgem, inclusive, quando se pretende generalizar padrões e/ou transpor um questionamento desde seu enunciado original até a notação Matemática adequada à sua resolução (Zazkis e Liljedahl, 2002; Oliveira, 2008; Machado, 2008). Também foi mencionada a dificuldade com a operacionalização das soluções, ou seja, com os desenvolvimentos aritmético e/ou algébrico das propostas de resolução por parte dos estudantes.

De acordo com as respostas dadas pelos participantes da Oficina, pode-se aventar que os alunos da 1ª série do Ensino Médio possuem dificuldades em converter as informações apresentadas na língua materna para a linguagem Matemática, ou seja, transformar as informações apresentadas na questão em expressões Matemáticas (mudança de registro).

Segundo Almouloud (2007), a mudança de registro,

[...] constitui um dos pontos delicados e decisivos da aprendizagem da Matemática no Ensino Básico, Fundamental e Médio, e as dificuldades relacionadas podem persistir até o início da universidade, caso esse aprendizado não tenha sido adequadamente tratado (ALMOULOUD, 2007, p. 79).

Relativamente a tais pressupostos teóricos – e em função dos problemas de aprendizagem apontados pelos professores da oficina – procurou-se, nas atividades computacionais propostas, trabalhar com distintos registros de representação, facilitando as conversões algébrica-gráfica e gráfica-algébrica (Duval, 1995), principalmente, além de criar ambientações que permitiriam discutir, com a participação do professor, dado problema a partir de seu enunciado e com a visualização de suas características algébrica e gráfica (Oliveira, 2008).

5.3.2 Segunda questão

A segunda pergunta deste instrumento apresentava o seguinte texto:

“Sejam A e B , respectivamente, os pontos de interseção das retas $y = \frac{3x}{2} + 3$ e $y = -\frac{3x}{4} + 3$ com o eixo x . Sabendo que C é o ponto de interseção das retas, calcule a área do triângulo ABC ”.

Antes de responder, percebeu-se que os professores procuraram resolver o problema proposto. Os protocolos indicam que alguns professores precisaram refletir e discutir durante algum tempo para chegar à resposta da questão, o que se percebe pelo registro gravado dos diálogos e pelo uso da borracha para corrigir propostas que não levariam à resolução da questão ou que estavam mesmo equivocadas.

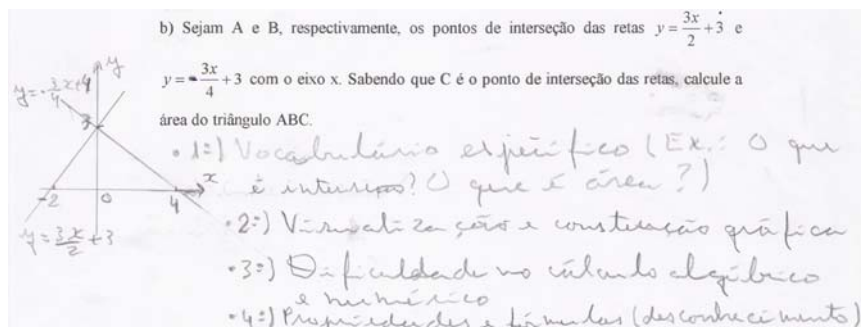


Figura 14 – Resolução efetuada pelo Grupo 3

Com relação às respostas, então, não houve equívocos desta vez, ainda que as mesmas tenham precisado de discussões para serem produzidas da forma correta, indicada na próxima figura.

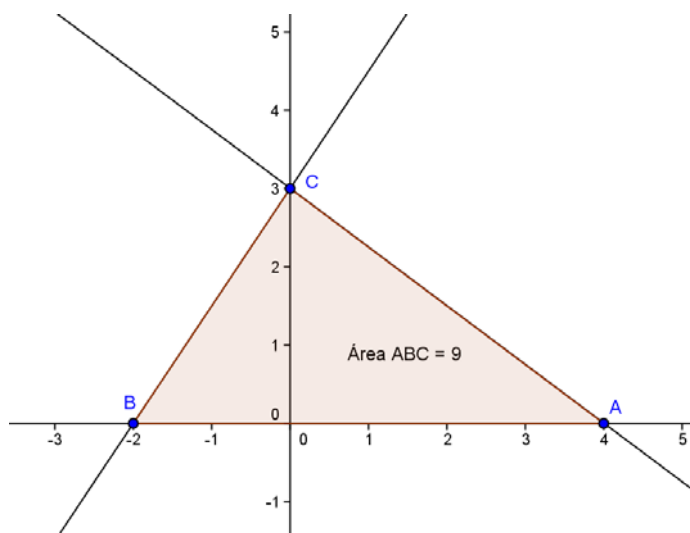


Figura 15 – Resolução da segunda questão

As respostas obtidas nesta questão, concernentes às dificuldades dos estudantes, foram organizadas no quadro a seguir:

Grupo	Respostas
Um	<ul style="list-style-type: none"> • Vocabulário específico (por exemplo: O que é interseção? O que é área?); • Visualização e construção gráfica; • Dificuldade no cálculo algébrico e numérico; • Propriedades e fórmulas (desconhecimento).

Continua...

...continuação.

Dois	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretação de texto; • Noções de conhecimento prévio (área do triângulo, interseção das retas e eixo cartesiano); • Traduzir para a linguagem Matemática.
Três	<ul style="list-style-type: none"> • Visualizar, localizar os pontos no gráfico; • Saber aplicar os conceitos estudados; • Identificar os elementos necessários para resolução do problema; • Verificar a validade do problema.
Quatro	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades no vocabulário; • Associação das retas do cálculo; • Raciocínio lógico matemático; • Dificuldades nos conceitos.

Quadro 3 – Respostas dos grupos de professores – segunda questão, segundo instrumento.

Assim como na primeira questão, pode-se observar no quadro anterior, que todos os participantes da Oficina indicaram que uma das possíveis dificuldades que seus alunos poderiam apresentar na segunda questão seria a *interpretação das informações* fornecidas na atividade proposta, por considerarem que ainda são informações-vocabulário que não estão presentes na sala de aula, como por exemplo, cita o grupo 1: “- *O que é interseção? - O que é área?*”.

5.3.3 Terceira questão

A terceira e última questão apresentava o seguinte problema: “*Para ser aprovado, um aluno precisa ter média maior ou igual a 5. Se ele obteve notas 3 e 6 nas provas parciais (que têm peso 1, cada uma) quanto precisa tirar na prova final (que tem peso 2) para ser aprovado?*”.

Nesta situação, nenhum grupo apresentou uma solução para o problema proposto, sendo diagnosticadas apenas as possíveis dificuldades que seus alunos poderiam apresentar diante desta questão. Os diálogos produzidos nos

grupos e as tentativas engendradas indicam que os professores não conseguiram resolver a questão. Em uma tentativa de resolver este problema, os professores poderiam equacioná-lo da seguinte maneira:

$$y = \frac{P_1 + P_2 + 2.P_F}{4}$$

Na proposta acima, P_1 e P_2 seriam consideradas as provas parciais e P_F a prova final. Diante desta equação, o aluno deveria obter uma nota igual ou superior a 5,5 nesta última avaliação para poder ser aprovado¹³.

No quadro a seguir estão relacionadas as respostas dadas pelos professores:

Grupo	Respostas
Um	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretação; • Conhecimento prévio (por exemplo: O que é média? Quais tipos de média existem?); • Cálculo numérico.
Dois	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretação do peso 2.
Três	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o contexto do problema; • Compreender a definição de peso 1 e peso 2; • Saber fazer a média aritmética.
Quatro	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura e interpretação; • Raciocínio matemático; • Cálculo.

Quadro 4 – Respostas dos grupos de professores – terceira questão, segundo instrumento.

Nesta questão os professores responderam sem apresentar algum tipo de solução para o problema proposto, relacionando de forma direta as possíveis dificuldades que seus alunos poderiam apresentar. Há uma unanimidade por parte dos professores em suas repostas, quando afirmam que uma das dificuldades possíveis de seus alunos seria a *interpretação* da situação proposta. Outra dificuldade relacionada por parte dos professores

¹³ Foi esclarecido aos professores que a média para aprovação deveria ser, no mínimo, cinco.

seria a maneira pela qual os estudantes utilizariam a *informação de peso* que o problema fornece, pois, segundo os participantes, seus alunos não estão acostumados a tratar de dados como este.

5.4 Observações realizadas durante a ambiência¹⁴ nas atividades com Winplot

O terceiro instrumento relacionava uma série de atividades com uso do *software Winplot*, tendo como tema *TICs e funções de 1º e 2º graus*.

Para realizar uma primeira aproximação dos participantes das oficinas com a interface escolhida, foi proposta uma sequência didática com onze atividades¹⁵ que procuraram abordar problemas relacionados às funções polinomiais de 1º e 2º graus, com o intuito de observar as possíveis dificuldades encontradas em realizar as atividades propostas como auxílio do instrumento em selecionado.

Percebeu-se que os integrantes que compunham as turmas das oficinas eram heterogêneos, com professores que possuíam conhecimentos mais avançados na utilização do computador, ao lado de outros que apresentavam dificuldades em ações mais simples, como por exemplo, o manuseio com o *mouse*, apresentando receio de executar um comando errado que pudesse causar danos ao equipamento em uso.

Na *atividade 1* que tratou da variação dos coeficientes da função polinomial do 1º grau, os professores foram questionados sobre o que acontecia com a representação gráfica da função no momento em que ocorria a mudança de valores no coeficiente angular mantendo-se fixo o coeficiente linear, ou ainda, quando a variação de valores era no coeficiente linear conservando estável o coeficiente angular.

Na variação do coeficiente angular, a maioria dos professores foi incisiva em dizer que a reta sofria alterações em sua inclinação com relação ao eixo x

¹⁴ Entende-se por ambiência, segundo Oliveira (2007), ao ato de proporcionar familiarização com determinado recurso.

¹⁵ Ver Anexo III

do sistema cartesiano. Porém quando a pergunta foi direcionada para a variação do coeficiente linear, por alguns momentos os participantes ficaram quietos, demonstrando necessidade de analisar melhor a situação proposta, apresentando como primeira afirmação, que a reta deslocava-se para esquerda ou para a direita no eixo x conforme sua variação. Neste caso houve necessidade de intervenção por parte dos monitores das oficinas, questionando-os sobre a resposta dada, possibilitando uma interpretação correta, no sentido de observarem que esta variação provoca um deslocamento da reta no eixo y do sistema de coordenadas cartesianas.

Nesta atividade, apesar da dificuldade e da necessidade de intervenção, o auxílio do *software Winplot* favoreceu uma visualização das características que uma função polinomial do 1º grau poderia adquirir, na medida em que eram dados comandos para que seus coeficientes (angular e linear) sofressem variações em seus valores reais. Tais aplicações muitas vezes não são exploradas quando apresentadas de forma tradicional, ou seja, com o uso de lápis e papel (Oliveira, 2009).

Os professores também apresentaram dificuldades na interpretação da *atividade 2*, pois acreditavam que era apenas para dizer que a parábola apresentava concavidade voltada para cima ou para baixo de acordo com a variação do coeficiente a da função $f(x) = ax^2 + bx + c$. Após a intervenção dos monitores na oficina, os participantes puderam observar que as variações dos coeficientes a , b ou c apresentavam mudanças desde a concavidade da parábola até na localização do quadrante que estas parábolas poderiam estar de acordo com os coeficientes utilizados nas funções.

A proposta da *atividade 3* era possibilitar ao professor trabalhar com o deslocamento horizontal da parábola na função polinomial de 2º grau. Como a atividade empregava funções reduzidas, do tipo $f(x) = a(x - h)^2$, percebeu-se um deslocamento horizontal em h unidades na parábola, para a direita, se $h > 0$, ou para a esquerda, se $h < 0$. Não existiram dificuldades nesta atividade.

Na *atividade 4*, foi proposto trabalhar com funções do tipo $f(x) = a(x - 1)^2$, também na forma reduzida, o que permitiu uma visualização da

variação da abertura da parábola conforme mudanças no valor da constante a . Aqui, também, não se registrou qualquer dificuldade.

Na atividade 5, sugeriu-se trabalhar inicialmente com a função $y = x^2$. Com uso do conceito abordado nas atividades anteriores, foi solicitado aos docentes que fizessem um deslocamento horizontal na função primitiva, ou seja, $y = (x+1)^2$. Posteriormente, para gerar o gráfico da função $y = (x+1)^2 - 1$ os participantes deveriam chegar à conclusão que bastaria subtrair uma unidade da função $y = (x+1)^2$, obtendo desse modo o gráfico da função desejada. Os professores apresentaram certa dificuldade em observar que as funções $y = (x+1)^2 - 1$ e $y = x^2 + 2x$ apresentavam o mesmo comportamento, sendo que a diferença que existia entre ambas era que uma estava na forma reduzida e a outra não. Tal conclusão foi obtida quando os participantes utilizaram o *software* para visualizar a representação gráfica de cada função.

Os participantes não apresentaram dificuldades no desenvolvimento da *atividade 6*, no entanto, relatos do tipo “esse tipo de exercício eu já utilizei com meus alunos” e “o legal do curso é que vocês trabalham com exercícios que trabalhamos com nossos alunos”, nos levam a acreditar que as dificuldades não foram observadas, em virtude do contato que os participantes possuem com o tipo de problema proposto nesta situação. O fato é que se procurou relacionar na atividade problemas que são recorrentes nos materiais (apostilas e/ou livros didáticos) utilizados pelos professores de Matemática, por fazerem parte do cotidiano destes. Ainda assim, em anteriores atividades, conforme descrito, algumas dificuldades conceituais foram detectadas.

A *atividade 7* foi proposta para que fosse realizada coletivamente, no entanto apenas dois professores demonstraram maior domínio com relação a este tipo de problema. Observou-se que os demais participantes tinham dificuldades em interpretar as informações contidas no texto, por se tratar de uma questão que exigia a generalização do problema, ou seja, passar da linguagem materna à forma algébrica. A idéia de tratar este tipo de problema deve-se ao fato de que é possível relacionar a geometria com o estudo de

funções polinomiais do 2º grau, sendo possível apresentá-la aos alunos do 1º ano do ensino Médio. Dificuldades deste tipo, por parte de professores em formação e/ou em exercício, foram detectadas em trabalhos como os de Zazkis e Liljedahl (2002) e de Oliveira (2008), sendo que este trabalhou com professores em um contexto de interação com interfaces tecnológicas.

Uma das falas, por parte dos integrantes das oficinas, que chamou a atenção na *atividade 8*, foi de que a “generalização foi fácil, porém tive medo de apertar o *mouse*”. Isso nos revela como os professores ainda apresentam receios/medos quando utilizam os recursos tecnológicos como instrumentos de auxílio na resolução de problemas matemáticos, mesmo sabendo que a conceituação algébrica esta correta.

Nas *atividades 9 e 10*, a dificuldade observada nos professores participantes da oficina, foi em associar a geometria com funções polinomiais, ou seja, interpretar e resolver o problema com uma visão e análise por meio de funções. Embora essas atividades apresentassem uma abordagem geométrica, procurou-se relacioná-las neste momento de ambiência do *software Winplot*, para que os participantes das oficinas pudessem associar os problemas apresentados com o tema em estudo, no caso funções polinomiais, e com o intuito de proporcionar uma visualização e interpretação utilizando o recurso tecnológico em questão. A conversão de registros (Duval, 2005), aqui, mostrou-se um sério obstáculo.

No exercício que procurou enfatizar a modelagem Matemática, no caso o problema do *torpedo e o navio* que se encontra denominado como *atividade 11*, mais uma vez, a dificuldade na interpretação das informações contidas no texto foi identificada na maior parte dos professores presentes nas oficinas. Não sendo possível a realização da tarefa de modo individual, houve necessidade de intervenção dos monitores para auxiliar na interpretação do problema, principalmente na transformação algébrica do problema. Na resolução da equação algébrica, não foi percebido dificuldades por parte dos participantes.

O que chamou a atenção, após as observações realizadas até aqui nesta análise, foi o fato de que a principal dificuldade relatada pelos docentes que os alunos eventualmente poderiam ter seria a da interpretação de problemas. No entanto, percebeu-se que estes profissionais apresentaram também as mesmas dificuldades citadas por estes anteriormente, quando em contato com situações problemas que são propostas a alunos do 1º ano do Ensino Médio.

Elaboração de estratégias pedagógicas com as TICs

A idéia da elaboração de um plano de aula que contemplasse o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação, mais especificamente o uso do computador, por meio de um *software* matemático de livre escolha, por parte dos participantes, ocorreu na organização da proposta da realização das oficinas, uma vez que este trabalho tem a finalidade de identificar também como os professores pensam em utilizar tais tecnologias, e, sobretudo, como são adotadas as estratégias para o uso das mesmas.

Diante das oficinas realizadas, foi proposta aos participantes a elaboração de um plano de aula¹⁶, que visasse à utilização de algum *software* educacional matemático, devendo ser apresentado no último encontro das oficinas a todos os participantes. Os alunos/professores organizaram-se em grupos, sendo que três grupos propuseram em seus planejamentos a utilização do *software Winplot*, os quais serão objeto de análise neste capítulo. Os planos de aula em análise apresentaram como tema central as funções polinomiais, com o público-alvo direcionado aos alunos do 1º ano do Ensino Médio.

Nos quadros a seguir, é possível observar uma síntese relacionando como cada grupo planejou e organizou a utilização da interface do *software Winplot* no desenvolvimento do trabalho com funções. Particularmente no próximo quadro, são apresentados os objetivos encontrados nos planos de aulas de cada grupo.

¹⁶ Ver Anexo V

Grupos	Objetivos
A	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar as características da função afim, quando os coeficientes variam; • Construir gráficos de uma função polinomial do 1º grau; • Proporcionar um contato diferente com a Matemática utilizando o <i>software Winplot</i>.
B	<ul style="list-style-type: none"> • Refletir sobre a questão do uso da tecnologia; • Pensar “como” podemos usar a ferramenta computacional no Ensino da Matemática; • Visualizar gráficos de funções gerados pelo <i>software Winplot</i>; • Proporcionar um ambiente de aprendizagem desafiador para o uso das tecnologias.
C	<ul style="list-style-type: none"> • Aproximar os alunos dos conceitos de função polinomial do 2º grau; • Explorar a parte algébrica da equação a ser trabalhada (coeficientes e raízes); • Identificar e reconhecer as situações de máximo ou de mínimo; • Calcular as coordenadas dos pontos críticos (máximos e mínimos) correspondentes.

Quadro 5 – Objetivos citados nos planos de ensino.

No quadro seguinte é possível observar que os grupos citaram os conteúdos que deveriam ser trabalhos no decorrer das aulas de acordo com o tema proposto para utilização da interface do *Winplot*.

Grupos	Conteúdos a serem trabalhados
A	<ul style="list-style-type: none"> • Coeficientes angular e linear; • Gráfico da função afim.
B	<ul style="list-style-type: none"> • Definição; • Gráficos; • Variação do sinal e zero da função.
C	<ul style="list-style-type: none"> • Coeficientes e raízes; • Coordenadas do vértice; • Concavidade da parábola e estudo do sinal da função; • Máximo ou de mínimo.

Quadro 6 – Conteúdos matemáticos relacionados nos planos de ensino.

Pode-se perceber, com relação ao quadro anterior, que os grupos apresentaram abordagens diferentes para a inserção do *software Winplot* em suas aulas: dois grupos propuseram trabalhar com a função polinomial do 1º grau, porém com finalidades distintas, e um grupo com a função polinomial do 2º grau.

O grupo A apresentou estratégias voltadas aos coeficientes angular e linear, sendo que as duas primeiras atividades estavam associadas a variação do coeficiente linear, e as outras duas à variação do coeficiente angular, estando em sintonia com os objetivos propostos pelo grupo.

O grupo B, por sua vez, procurou tratar da variação do sinal da função polinomial do 1º grau associada ao zero da função. Pode-se notar que nos três exercícios propostos no plano de aula deste grupo, foi enfatizada a variação do coeficiente angular que possibilita a visualização da variação do sinal da função polinomial do 1º grau.

Os integrantes do grupo C sugeriram, como conteúdo matemático em seu plano de aula, desenvolver estratégias pedagógicas dando ênfase aos coeficientes e raízes da função polinomial do 2º grau.

No quadro a seguir encontram-se os apontamentos referentes à metodologia programada pelos professores na abordagem do tema Funções com o auxílio da interface do *Winplot*.

Grupos	Metodologia
A	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização do <i>software Winplot</i>; • Ficha de atividades; • Materiais para registro (caneta, caderno e lápis).

Continua...

...continuação.

B	<ul style="list-style-type: none"> • Sequência de atividades com proposta de gráficos de funções polinomiais; • Conhecer e explorar os recursos do <i>software Winplot</i>; • Propor aos alunos a construção de gráficos já construídos em sala de aula; • Debater com os alunos, os “prós” e os “contras”, da utilização do <i>software</i> na construção de gráficos.
C	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de exemplos ilustrativos e de exercícios exemplares sobre equações e funções de 2º grau, para exploração do professor.

Quadro 7 – Metodologia citada nos planos de ensino.

O grupo A relata, como metodologia, a utilização do *software Winplot*, porém não são especificados quais serão os procedimentos adotados para o uso desta interface como auxílio à ação pedagógica, de forma a garantir que os objetivos e os conteúdos elencados sejam abordados de forma satisfatória. Entretanto, as quatro atividades propostas apresentam uma sequência didática que possibilita uma visualização e uma interpretação das características da função polinomial do 1º grau, quando os coeficientes sofrem alterações em seus valores reais. A destacar, por outro lado, a ausência de problematizações, com a presença de exercícios de aplicação comuns à abordagem tradicional do assunto em sala de aula. Pode-se indicar a presença de uma estratégia, mas o *software* em questão compõe uma abordagem roteirizada e pouco favorável à construção do conhecimento com autonomia, como propunha Oliveira (2009) quando se refere às estratégias mediadas por TICs. Como aspecto positivo, destaca-se o convite à experimentação e às observações sobre o comportamento dos coeficientes e do gráfico da função em estudo.

Com relação ao grupo B, percebe-se que estão descritas as ações que se pretende desenvolver na utilização do *software*, porém as atividades propostas não proporcionam um ambiente de aprendizagem desafiador para o uso das tecnologias: os exercícios se referem a uma extensão da exposição feita em sala de aula. Há poucas oportunidades para experimentação e as

estratégias alinhadas indicam uma propositura de elementos muito mais procedimentais do que cognitivos e/ou didáticos (por exemplo, verificar se o *Winplot* está instalado nos computadores). Não há problematizações, nem propostas para avançar a partir das interações com outros estudantes ou com a interface computacional utilizada.

A proposta do grupo C indicou um roteiro mais completo de planejamento, explicitando pontos interessantes relacionados às estratégias pedagógicas alinhadas com o uso do programa computacional. É o único grupo que propõe uma problematização para estudo e reflexão. Indica que usará as perspectivas de colaboração entre os estudantes, quando propõe a realização das atividades em duplas, mas, além disso, quando explicita um critério de divisão para as mesmas. Uma fragilidade é a ausência de elementos que favoreçam o debate e as observações, como fez o grupo A.

Pode-se observar também a citação nos planos de ensino no que se refere aos procedimentos avaliatórios que seriam adotados por parte dos professores participantes das oficinas na utilização do *software*.

Grupos	Avaliação
A	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade desenvolvida com o uso do <i>software</i> e anotações feitas na ficha de atividades.
B	<ul style="list-style-type: none"> • Não descreveu quais seriam os procedimentos para realizar a avaliação.
C	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos produzidos pelos grupos com o uso do <i>software Winplot</i>,

Quadro 8 – Avaliação mencionada nos planos de ensino.

No que diz respeito à Avaliação das aulas elaboradas, o grupo B não fez nenhuma menção a este tópico. O grupo A relatou que a avaliação da aula proposta seria por meio da atividade com o uso do *software* e também com as anotações realizadas pelos alunos, quando estes estavam em contato com a interface. Já o grupo C, descreve que na avaliação,

Serão atribuídos dois pontos de participação para as duplas que entregarem o trabalho salvo e correto e um ponto de participação para as duplas que não fizerem o gráfico corretamente ou que apresentarem dificuldades no entendimento do aplicativo ou parte algébrica (Anexo V)

No que se refere à avaliação, pouco se observou de sua abordagem *formativa*, ou seja, de acompanhamento e de *feedback*. Com o uso de tecnologias, esta abordagem seria privilegiada e permitiria analisar e reaproveitar os erros cometidos pelos estudantes, não através da certificação dos mesmos, mas do reposicionamento da aprendizagem com novas abordagens e perspectivas (Oliveira, 2007). O grupo C, por exemplo, indica o uso *somativo* da avaliação, ao indicar a atribuição de nota ou conceito para a atividade. Neste aspecto, então, o uso da avaliação em um ambiente de ensino-aprendizagem mediado pelas tecnologias parece subaproveitado pelos grupos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para uma melhor compreensão dos elementos obtidos nesta investigação, é importante retomar as questões de pesquisa, direcionadoras que foram do esforço de pesquisa.

- *Em que medida uma iniciativa de formação continuada de professores de Matemática do Ensino Médio, relacionada ao uso do software Winplot para o ensino de funções polinomiais de 1º e 2º graus pode colaborar para que os mesmos elaborem estratégias pedagógicas com atividades dinâmicas e interativas?*
- *Em que medida a formação proporcionada for Oficinas Didáticas de Educação Matemática e TICs pode colaborar para identificar dúvidas e dificuldades dos professores acerca do tema funções polinomiais de 1º e 2º graus?*

É importante observar que as discussões no TelEduc, o trabalho em grupo dos professores, em aspecto colaborativo, e o acesso às funcionalidades do *software* concorreu para que existisse algum avanço no sentido de associar estratégias pedagógicas com base nos conteúdos matemáticos e nas demandas dos eventuais estudantes de primeiro ano do Ensino Médio em torno do tema “funções polinomiais de 1º e 2º graus”. Claramente, alguns avanços podem ser relacionados, particularmente nas estratégias elaboradas pelos grupos A e C:

- Criação de oportunidades de experimentação sobre os conteúdos trabalhados, nos registros gráfico e algébrico, uma vez que os professores alinharam diversas atividades que deveriam ser objeto de exploração e comentários por parte dos eventuais estudantes;
- Exploração do caráter dinâmico proporcionado pela interface computacional e a respectiva correlação com os coeficientes e demais elementos das funções polinomiais;

- No caso do grupo C, a introdução de elementos problematizadores em relação à estratégia, o que promoveria, entre os eventuais estudantes dos professores da Oficina, a possibilidade de discutir e de avançar em relação ao conhecimento em construção.

Entretanto, a lógica provida pelos professores na elaboração das estratégias apresentou alguns aspectos vistos como negativos, de acordo com as referências teóricas desta investigação. Seriam eles:

- No caso dos grupos A e B, a manutenção de uma lógica expositiva, que apenas se transferiu, em vários momentos, para a interface do *Winplot*, que serviu como extensão da lógica de expor, apresentar exemplos e propor exercícios de aplicação;
- A ausência de problematizações, em certos casos, também nos grupos A e C;
- Limitado alcance das possibilidades de avaliação da aprendizagem, ao não apresentar, na maior parte dos casos, possibilidades de uso dos resultados provisórios em uma lógica formativa.

Cabe aqui considerar a confirmação, no âmbito desta pesquisa, com base nos dados coletados, das observações constantes nos capítulos anteriores sobre o distanciamento que têm os professores acerca de uma formação mais sólida para uso de tecnologias em suas aulas de Matemática, e muito particularmente, em relação às TICs. Em função disto, muitos aspectos do uso pedagógico das TICs em aulas de Matemática não foram considerados pelos professores em suas produções. Este aspecto aponta para a importância em indicar que as mudanças curriculares nas Licenciaturas em Matemática considerem a inserção de elementos disciplinares e interdisciplinares que tratem do trabalho docente com tecnologias, principalmente com TICs, cuja formação dos professores para o emprego didático tem deixado a desejar. Estas mudanças, bem como o provimento de outras oportunidades de formação, são desejadas pelos professores que participaram desta pesquisa, que reconheceram suas dificuldades e enxergaram, nas oficinas, uma oportunidade de minorá-las.

Da mesma forma, os dados que indicaram dificuldades atinentes aos próprios conteúdos matemáticos, apuradas nos concursos públicos e exames oficiais, puderam ser verificadas aqui. Em diversos momentos, os professores apresentaram conjecturas errôneas sobre conteúdos elementares, bem como necessitaram da intervenção dos monitores para avançar em suas considerações. Tais dificuldades podem ter uma forte correlação com os aspectos conservadores da maioria dos tópicos elaborados nas estratégias apresentadas: ao temer, de certa forma, não dominar de forma fluente o conteúdo matemático, o professor prefere não arriscar com “inovações”, mantendo o controle em um regime de “exposição/exemplos/exercícios” controlado, sem maiores avanços. As tecnologias fariam avançar o debate, quando com estratégias mais flexíveis, e, ao ampliar a autonomia dos estudantes, faria crescer, também, a capacidade dos mesmos em questionar, propor, eles mesmos, outras atividades, para as quais o professor teme não estar preparado (Borba e Penteadó, 2003; Oliveira, 2007).

Além disso, outra natureza de dificuldade apresentada pelos professores pode ser aqui ressaltada: refere-se aos problemas encontrados pelos docentes em interpretar os enunciados das atividades e em prover notações algébricas, como consequência da interpretação do problema. Obter uma generalização algebricamente válida mostrou-se um obstáculo relevante, que pode ser minorado com a intervenção orientadora dos pesquisadores do grupo TecMEM, monitores da oficina, e com o uso do *Winplot*. Entretanto, é um aspecto que merece atenção em futuras pesquisas.

Com relação ao nível de uso das tecnologias pelos professores, apontado nas pesquisas de Goos et al (2003), Frota e Borges (2004) e Oliveira (2009), percebe-se que os professores ainda permanecem na escala de *consumidores da tecnologia*. Isto se reflete decisivamente quando os mesmos encetam a tentativa de elaborar suas estratégias pedagógicas, um nível mais avançado de conhecimento e prática no uso didático das TICs, na visão de Oliveira (2009). Os aspectos de incorporação e de matematização das tecnologias se mostraram essenciais, e, como recomendação, fica a idéia de que os processos de formação continuada de professores, bem como as

futuras pesquisas que tenham a formação destes como tema, considerem os aspectos teórico-práticos que permeiam a passagem dos professores por semelhantes conhecimentos.

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, Saddo Ag. A teoria das situações didáticas. In: Fundamentos da didática Matemática. Paraná: UFPR, 2007. p. 31 – 59.

AUGUSTO, Cláudio Ricardo. Aprendizagem de função afim: uma investigação de ensino com auxílio do software Graphmatica. Dissertação de Mestrado. PUC/SP, 2008

BALACHEFF, N. Eclairage didactique sur les EIAH. In: *Actes du Colloque annuel de la Société de Didactique des Mathématiques du Québec*. Québec, 1998.

BARRIAL, Marcelo Almeida. Desenvolvendo-se criticamente em matemática: a formação continuada em ambientes virtualizados. In: FIORENTINI, Dário; NACARATO, Adair Mendes. *Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam Matemática*. São Paulo: Musa Editora, 2005.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação*. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORBA, Marcelo C; MALHEIROS, Ana Paula S; ZULATTO, Rúbia B. A. *Educação a distância online*. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

_____. Calculadoras Gráficas no Brasil. In: BORBA, Marcelo C. *Calculadoras Gráficas e Educação Matemática*, 2. ed. Rio de Janeiro: Art Bureau, 1999 p.15-34.

BORBA, Marcelo C; GRACIAS, Telma S. Calculadoras Gráficas e funções quadráticas. In: BORBA, Marcelo C. *Calculadoras Gráficas e Educação Matemática*, 2. ed. Rio de Janeiro: Art Bureau, 1999, p.59-74.

BORBA, Marcelo C; PENTEADO, Miriam G. *Informática e educação matemática*. 2.ed Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

BORGES NETO, Hermínio. *Considerações acerca do uso do computador no ensino de Matemática nos cursos de Pedagogia*, 2007. Disponível em www.multimeios.ufc.br/arquivos. Acesso em 20/08/2010.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio; volume 2*. Brasília: MEC/SEB, 2006.

_____. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN 9394/96).

_____. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Parecer CEB nº 15/98).

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

CHEVALLARD, Y. *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1991.

CURI, Edda. *Formação de professores de Matemática: Realidade presente e perspectivas futuras*. Dissertação de Mestrado, PUC/SP, 2000.

D'AMBROSIO, Beatriz S. Conteúdo e metodologia na formação de professores. In: FIORENTINI, Dário; NACARATO, Adair Mendes. *Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam Matemática*. São Paulo: Musa Editora, 2005.

DUVAL, Raymond. *Sémiosis et Pensée Humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Paris: Peter Lang S A, 1995.

FIORENTINI, Dario. *A Pesquisa e as Práticas de Formação de Professores de Matemática em face das Políticas Públicas no Brasil*. Rio Claro, Revista Bolema, 2008. P. 43 – 70.

FONTANA, Claudionéia Aparecida. *Trabalho informal docente na rede pública de ensino do Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Universidade Metodista de Piracicaba – Piracicaba, 2008.

FROTA, Maria G. R; BORGES, Oto N. Perfis de Entendimento sobre o Uso de Tecnologias na Educação Matemática. In: *Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 27ª*, Caxambu. Rio de Janeiro: ANPED, 2004.

GATTI, Bernardete A; NUNES, Marisa M.R (Orgs). *Formação de professores para o ensino fundamental: estudo de currículos das licenciaturas em pedagogia, língua portuguesa, matemática e ciências biológicas*. v. 29. São Paulo: FCC/DPE, 2009.

GOOS, M. et al. Perspectives on technology mediate learning in secondary school mathematics classrooms. *Mathematical Behavior*, n. 22, p.73-89, 2003.

HUBERMAN, M. 1995. *O ciclo de vida profissional dos professores*. In: NÓVOA, A. (coord.). *Vidas de professores*. Porto/Portugal: Porto Editora.

KENSKI, Vani M. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. 3. ed. Campinas: Papirus, 2008.

_____. O ensino e os recursos didáticos em uma sociedade cheia de tecnologias. In: VEIGA, Ilma Alencastro. *Didática: o ensino e suas relações*, 5. ed. Campinas: Papirus, 2006, p.127-148.

_____. *Tecnologias de ensino presencial e a distância*. Campinas: Papirus, 2003.

LÉVY, Pierre. *Tecnologias da Inteligência*. São Paulo: Editora 34, 1993.

LITTO, Fredric. M. *Resistência à modernização da educação: reflexão X pragmatismo*, 1998. Disponível em <http://www.futuro.usp.br/producao_cientifica/artigos/artigos.htm>. Acesso em 20/07/2007.

LORENZATO, S.; FERREIRA, A. A. Formação inicial e continuada do professor de Matemática - Anais do VII Encontro Paulista de Educação Matemática. São Paulo: USP, 2004.

MAIA, Diana. Função Quadrática: um estudo didático de uma abordagem computacional. Dissertação de Mestrado, PUC/SP, 2007.

NACARATO, Adair Mendes. *A formação do professor que ensina matemática: perspectivas e desafios frente às políticas públicas*. Anais VIII ENEM, 2004.

NACARATO, Adair Mendes; PASSOS, Cármen L. Brancaglioni. As licenciaturas em matemática no estado de São Paulo. Revista Horizontes, 2007. p. 169-179.

OLIVEIRA, Gerson P. Transposição didática: aportes teóricos e novas práticas. In: WITTER, Geraldina P; FUJIWARA, Ricardo (Orgs). *Ensino de Ciências e Matemática: análise de problemas (no prelo)*, 2009.

_____. Avaliação em cursos on-line colaborativos: uma abordagem multidimensional, tese de doutorado, USP, São Paulo, 2007.

_____. Estratégias didáticas com uso de Tecnologias de Informação e Comunicação: crítica e reflexão em Educação Matemática. Educação Matemática, PUC/SP, São Paulo, 2008.

_____. Generalização de Padrões, pensamento algébrico e notações: o papel das estratégias didáticas com interfaces computacionais. Educação Matemática Pesquisa, PUC/SP, São Paulo, v. 10, n. 2, PP. 295-312, 2008.

PASSOS, Cármen L. B.; NACARATO, Adair M.; FIORENTINI, Dario; MISKULIN, Rosana G. S.; GRANDO, Regina C.; GAMA, Renata P.; MEGID, Maria A. B. A.; FREITAS, Maria T. M.; MELO, Marisol V. Desenvolvimento profissional do professor que ensina Matemática: Uma meta-análise de estudos brasileiros. Quadrante, v. XV, n. 1 e 2, 2006.

Portal *Diário Oficial Online* – junho 2010 – Disponível em http://www.imprensaoficial.com.br/PortallO/Home_1_0.aspx#. Acessado em 01/06/2010.

Portal *Folha Online* – fevereiro 2010 – Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u699555.shtml>. Acessado em 19/04/2010.

Portal *MEC* - Disponível em http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf. Acessado em 23/04/2010.

Portal *Nova Escola* – junho 2009 – Disponível em <http://revistaescola.abril.com.br/gestao-escolar/diretor/rotatividade-professores-483054.shtml>. Acessado em 19/04/2010.

Portal *Secretaria de Estado da Educação de São Paulo* – Disponível em http://www.educacao.sp.gov.br/noticias_2010/2010_02_03_a.asp. Acessado em 06/04/2010.

POSTAL, Rosane Fátima. Atividades de modelagem Matemática visando a uma aprendizagem significativa de funções afins, fazendo uso do computador como ferramenta de ensino. Dissertação de Mestrado. CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES/RS, 2009.

SANTOS, Sérgio Aparecido dos. Ambiente informatizado: para o aprofundamento da função quadrática por alunos da 2ª série do Ensino Médio. Dissertação de Mestrado. PUC/SP, 2009.

SCANO, Fábio Correa. Função afim: uma sequência didática envolvendo atividades com o Geogebra. Dissertação de Mestrado. PUC/SP, 2009.

SILVA, Gilmara Aparecida. Desenvolvimento e Análise de uma Metodologia para o Ensino da Função Quadrática utilizando o microcomputador. Dissertação de Mestrado. UNESP/BAURU, 2002.

SOUZA, Sérgio de Albuquerque. Usando o *Winplot*, 2004. Disponível em: <http://www.mat.ufpb.br/sergio/winplot/winplot.html>. Acessado em 05/05/2010.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Educação. *Proposta Curricular do estado de São Paulo: Matemática*. São Paulo: SEE, 2008.

_____. Secretaria de Estado da Educação. *Caderno do Professor: Matemática, Ensino Médio – 1ª série*; volume 2. São Paulo: SEE, 2009.

_____. Secretaria de Estado da Educação. *Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – SARESP 2009*. São Paulo: SEE, 2010.

_____. Secretaria de Estado da Educação. *Curso Especial de Matemática A Rede Aprende com a Rede*. Disponível em www.rededosaber.sp.gov.br/portais/cursomatematica. Acessado em 06/04/2010.

VALENTE, J. A. Por que o Computador na Educação? In: *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*, Campinas: UNICAMP, 1993.

ZAZKIS, Rina; LILFEDAHN, Peter. Generalization of patterns: the tension between Algebraic thinking and algebraic notation. Kluwer Academic Publishers, 2002.

Anexo I**Primeiro Instrumento – Questionário**

1. Qual sua formação acadêmica? (Pode assinalar mais que uma opção)
 Graduação – Licenciatura
 Bacharel – com ou sem Complementação Pedagógica
 Extensão/Aperfeiçoamento
 Especialização
 Mestrado e/ou Doutorado (completo ou em andamento)
2. Qual sua situação funcional?
 OFA/ACT Efetivo
3. Há quantos anos você leciona?
 1 a 3 anos 4 a 6 anos 7 a 18 anos 19 a 30 anos mais que 30 anos
4. Você leciona em qual(is) modalidade(s) de ensino?
 Ensino Fund. II Regular Ensino Médio Regular
 Ensino Fund. II EJA Ensino Médio EJA
5. O que você entende como recursos tecnológicos em sala de aula?
6. Já utilizou algum recurso tecnológico em sala de aula? Qual?
7. Quais as dificuldades ou facilidades que possui em trabalhar com as tecnologias em sala de aula?
8. Em relação à capacitação para o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação, você já participou de alguma? Em caso afirmativo comente como foi à capacitação (desenvolvida por qual instituição, por qual iniciativa (sua ou órgãos superiores), qual assunto abordado, era relacionado à Matemática, etc).

9. Você considera que as Tecnologias de Informação e Comunicação: (pode assinalar mais de uma opção)

- substituem o trabalho docente.
- atrapalham o desenvolvimento do trabalho do professor.
- atrapalham a aprendizagem dos alunos.
- facilitam o desenvolvimento do trabalho do professor.
- facilitam a aprendizagem dos alunos.

10. Qual tema ou software, você gostaria de participar em cursos de capacitação?

Anexo II**Segundo Instrumento – Problemas que envolvem funções polinomiais do 1º e 2º graus**

- l) De acordo com cada situação apresentada abaixo, relacione as possíveis dificuldades que os alunos do 1º ano do Ensino Médio encontrariam nas resoluções e em que momentos poderiam ser aplicadas?
- a) Um ônibus de turismo tem 36 lugares, no total, para os passageiros. Para uma certa excursão, a empresa cobra R\$ 60,00 de cada turista, se todos os lugares forem ocupados. Se ficarem lugares vagos, àquele valor (R\$ 60,00) serão acrescentados R\$ 3,00 por cada lugar não ocupado. Qual o número de turistas, nessa excursão, para que a empresa obtenha a máxima arrecadação?
- b) Sejam A e B, respectivamente, os pontos de interseção das retas $y = \frac{3x}{2} + 3$ e $y = -\frac{3x}{4} + 3$ com o eixo x. Sabendo que C é o ponto de interseção das retas, calcule a área do triângulo ABC.
- c) Para ser aprovado, um aluno precisa ter média maior ou igual a 5. Se ele obteve notas 3 e 6 nas provas parciais (que têm peso 1, cada uma) quanto precisa tirar na prova final (que tem peso 2) para ser aprovado?

Anexo III

Terceiro Instrumento - Estudo do comportamento das funções com aplicação do software Winplot

A tecnologia consiste em um conjunto de atividades humanas, associada a um sistema de símbolos, instrumentos e máquinas visando à construção de obras e à fabricação de produtos, de acordo com determinadas teorias, métodos e processos. Desde os primórdios, os homens primitivos já produziam utensílios para sua subsistência, de forma a interagir com a natureza, transformando-a. Percebemos esse processo em exemplos simples, como o domínio do fogo e a produção de materiais para a caça e a pesca.

Nos últimos tempos, temos nos habituado a ouvir que a tecnologia pode vir a ser uma ameaça ao homem, geradora de desemprego e que irá substituir o ser humano. Esta, porém, não é a função da tecnologia, e as pessoas que trabalham com artefatos tecnológicos devem estar conscientes que a lógica da substituição não é factível. Claro que a tecnologia, de toda forma, está presente no nosso cotidiano, nos mais simples aspectos. Kenski (2007) afirma que “as nossas atividades mais comuns – como dormir, comer, trabalhar, nos deslocarmos para diferentes lugares, ler conversar e nos divertirmos – são possíveis graças às tecnologias a que temos acesso”. Ainda assim, devemos encarar as tecnologias como mediadoras de nossas atividades, à medida que elas não possuem nenhuma dimensão criativa, inventiva, de vontade própria. Quando dominamos as interfaces e ferramentas de determinado aparato tecnológico, estamos colocando semelhante instrumento a nosso serviço, aumentando nossas potencialidades, estendendo nosso alcance. Por isso, é importante deter certa fluência sobre as tecnologias que precisamos utilizar, de modo a diminuir a dependência e, de forma crítica, aumentar nossa autonomia.

Cada vez mais as TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) se tornam uma interface fundamental no processo de desenvolvimento cognitivo do aluno, uma vez que por meio de estratégias pedagógicas que prevejam o

uso intensivo delas, o aluno pode realizar investigações, vivenciar processos participativos, cooperativos e colaborativos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (2000), a formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação. Para isso é proposto, a formação geral do aluno no Ensino Médio, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza e suas Tecnologias (2006), sinalizam que o professor deve estar preparado para eventuais surpresas, hoje a utilização do computador pode ocupar um papel de destaque no ensino de Matemática.

No desenvolvimento desta oficina, trabalharemos com o *software Winplot*, que foi desenvolvido por Richard Parris. O *Winplot* é um programa que permite a representação de diversos tipos de funções 2D (bidimensionais) e/ou 3D (tridimensionais)

Segundo Souza (2004), a utilização do *Winplot* é motivada por cinco “pequenos” motivos:

- Ser inteiramente gratuito;
- É de simples utilização, pois os menus são bastante amigáveis;
- É muito pequeno e portátil comparado a programas utilizados nos dias de hoje;
- É sempre atualizado, sua última versão é de 2003;
- Está também em português, sua tradução foi realizada pelo Professor Adelmo Ribeiro de Jesus.

Vale ressaltar que o *software* por si só não garante a aprendizagem dos alunos, há a necessidade de se ter uma sequência didática que subsidie o processo de construção do conhecimento por parte do aluno.

“É possível entender que o aprender (memorização ou construção de conhecimento) não deve estar restrito ao software, mas à interação do aluno-software. Como foi mostrado por Piaget, o nível de compreensão está relacionado com o nível de interação que o aprendiz tem com o objeto em si”. (VALENTE, 1999, p. 71).

A presente atividade tem por objetivo auxiliar o trabalho do professor na primeira série do Ensino Médio e facilitar o entendimento, por parte dos alunos, em relação ao estudo do comportamento de funções polinomiais de 1º e 2º graus, com a utilização do *software Winplot*.

Atividade 1 – Estudando os coeficientes da função polinomial do 1º grau

1. Insira a seguinte equação explícita: $f(x) = x$;
2. Agora insira uma nova equação explícita adicionando uma unidade a primeira equação;
3. Agora insira uma nova equação subtraindo uma unidade da primeira equação;
4. O que você pode perceber com as ações realizadas em relação à primeira equação?
5. Obtenha um novo gráfico multiplicando a primeira equação por 2. Agora multiplique por 4.
6. Você percebeu alguma mudança? Qual?
7. Insira a seguinte equação: $f(x) = ax + 1$, com as teclas Ctrl+I abrirá o inventário, que permitir editar, apagar a equação em questão, selecione família, e em mínimo e máximo determine o intervalo de variação que deseja para que o coeficiente a ;
8. Insira a seguinte equação: $f(x) = x + b$, siga os passos do item 7, porém neste caso o coeficiente b é quem irá sofrer uma variação;
9. O que você pode afirmar com relação a variação dos coeficientes a e b ?

Atividade 2 – Estudando os coeficientes da função polinomial do 2º grau

I) Insira as seguintes funções:

- $y = ax^2 + x + 2$ com **a** variando de -2 até 2 .
- $y = x^2 + bx + 1$ com **b** variando de -2 até 2 .
- $y = x^2 - x + c$ com **c** variando de -2 até 2 .

Desenvolvimento:

Na opção **Equação** escolha a forma **Explícita** e digite a expressão $ax^2 + x + 2$, use a opção **Equa/Inventário /Família** com os limites -2 até 2 para o parâmetro **a**. Repita o procedimento para as demais funções. Altere o número de passos nos procedimentos.

1. O que você pode conjecturar sobre a representação gráfica de uma função polinomial do 2º grau:

- Se $a < 0$ e $b > 0$?
- Se $a < 0$ e $b < 0$?
- Se $a > 0$ e $b > 0$?
- Se $a > 0$ e $b < 0$?

II) Resolva a equação $(x + 1)^2 = (x - 1)^2$.

Desenvolvimento:

Na opção **Equação** escolha a forma **Explícita** e digite a expressão $(x + 1)^2$. Digite novamente na opção **Equação** na forma **Explícita** a expressão $(x - 1)^2$.

A opção Dois/Interseções mostra as interseções das equações. Opte por marcar ponto. Caso os eixos não estejam numerados entre na opção Ver/Grade e marque escala. Se pi estiver marcado apague esta marcação.

III) Resolva a inequação $(x + 1)^2 \geq (x - 1)^2$.

Nos gráficos obtidos no problema do item II observamos que o gráfico de $y = (x - 1)^2$ está acima do gráfico de $y = (x + 1)^2$ para $x \leq 0$. Logo o conjunto solução será: $S = \{x \in \mathfrak{R} \mid x \leq 0\}$.

Atividade 3

Num mesmo par de eixos plote e escreva os gráficos das funções:

$$y = x^2, y = (x - 1)^2, y = (x - 5)^2, y = \left(x - \frac{1}{2}\right)^2 \text{ e } y = \left(x - \frac{1}{3}\right)^2$$

Sugestão: cada gráfico deve ser plotado em uma cor diferente. A seguir:

Descreva o que acontece com o gráfico inicial, quando subtraímos uma constante positiva da variável independente x . Cada função possui alguma raiz? Quantas e quais? Resolva a equação $(x - 2)^2 = (x - 1/2)^2$ e a inequação $(x - 5)^2 \geq (x - 2/3)^2$.

Atividade 4

Num mesmo par de eixos desenhe o gráfico das funções:

$$y = (x - 1)^2, y = 2(x - 1)^2, y = 4(x - 1)^2$$

Analisando os gráficos obtidos, o que é possível concluir? Os gráficos possuem algum ponto em comum? Por quê?

Atividade 5

Desenhe o gráfico de $f(x) = (x + 1)^2 - 1$, realizando, num mesmo par de eixos, os seguintes passos: gráfico de $y = x^2$, $y = (x + 1)^2$ e, finalmente, o gráfico solicitado inicialmente. Explique os resultados obtidos. Em seguida, desenhe o gráfico de $y = x^2 + 2x$. Você consegue prever o resultado? Por quê?

Atividade 6

Determinar dois números positivos cuja soma seja 10 e cujo produto seja o maior possível.

Atividade 7

Um fazendeiro deve cercar dois pastos retangulares, de dimensões a e b , com um lado em comum a . Se cada pasto deve medir 400m^2 de área, determinar as dimensões a e b , de forma que o comprimento da cerca seja mínimo.

Atividade 8

Quadrados iguais são cortados de cada canto de um pedaço retangular de papelão medindo 8 centímetros de largura por 15 centímetros de comprimento, e uma caixa sem tampa é construída virando os lados para cima. Determine o comprimento x dos lados dos quadrados que devem ser cortados para a produção de uma caixa de volume máximo.

Atividade 9

Uma tenda cilíndrica sem fundo tem capacidade de 1000 metros cúbicos. Determine as dimensões que minimizam a quantidade de lona empregada.

Atividade 10

Uma lata cilíndrica de estanho (sem tampa) tem volume de 5 centímetros cúbicos. Determine suas dimensões se a quantidade de estanho para a fabricação da lata é mínima.

Atividade 11

Um navio desloca-se em uma rota retilínea a uma velocidade constante de 30 km/h. Um torpedo é disparado a 50 km/h em rota perpendicular ao navio, e deve atingir o centro do mesmo em 6 minutos após o disparo.

- a) Construir um modelo funcional que descreva a distância do centro do navio ao ponto de impacto em função do tempo contado a partir do disparo;
- b) Construir um modelo funcional que descreva a distância do torpedo ao ponto de impacto em função do tempo contado a partir do disparo;
- c) Construir um modelo funcional que descreva a distância do torpedo ao centro do navio, em função do tempo, a partir do disparo.

Anexo IV

Tecnologias e estratégias para as Oficinas

Gerson Pastre de Oliveira

Ricardo Carvalho Costa

Roberto Meconi Junior

“A tecnologia é um instrumento capaz de aumentar a motivação dos alunos, se a sua utilização estiver inserida num ambiente de aprendizagem desafiador. Não é por si só um elemento motivador. Se a proposta de trabalho não for interessante os alunos rapidamente perdem a motivação” (Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais, 2001).

A utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação na formação dos professores é fundamental, uma vez que as tecnologias podem possibilitar mudanças na formação e na metodologia utilizada pelo professor em sala de aula, pois os alunos vivem num mundo globalizado e repleto de informações.

Em seu artigo, OLIVEIRA (2009) ressalta a idéia de que o uso de tecnologias digitais de aprendizagem não tem, por si só, o efeito de produzir melhorias no processo de ensino-aprendizagem em Matemática, mas pode ampliar, nas diversas instâncias da transposição para o saber a ensinar, as possibilidades de construção do conhecimento por parte dos estudantes.

As dificuldades encontradas em trabalhar com as TICs não passam simplesmente pela formação do professor, mas pelas condições que este terá para desenvolver seu trabalho no dia-a-dia. Quando se fala nas TICs, não se deve reportar apenas à utilização dos computadores, e sim de qualquer interface tecnológica que possa contribuir, no âmbito do processo, para a aprendizagem dos alunos e de quantos mais participem do processo de formação – professores, tutores e demais agentes envolvidos nas atividades educacionais

Para iniciar a abordagem sobre as TICs e formação de professores, deve-se sempre considerar o que os professores sabem sobre o assunto e, a parti daí, elaborar estratégias para a inclusão das interfaces que as TICs oferecem. Essas estratégias devem ser aplicadas de maneira a facilitar o processo de formação. A idéia a ser ressaltada aqui é a de que as tecnologias não causam, necessariamente, melhorias no trabalho docente. Aplicadas sem planejamento e descoladas dos objetivos do processo e da programação curricular correspondente, podem ser apenas instrumentos comuns ou distrações momentâneas. O trabalho do professor é fundamental, neste aspecto, para tornar significativas as intervenções dos alunos em ambientes com tecnologias, de modo a fazer que as estratégias de aprendizagem tenham efeitos positivos e representem ganhos cognitivos para todos os envolvidos.

Entretanto, existem dificuldades. Nem todos os professores trazem, em seus históricos de formação, oportunidades de aproximação e de criação de fluência junto a interfaces tecnológicas. Para superar tais obstáculos, que passam pelo tempo de dedicação à docência e pelas outras obrigações da pessoa que é o professor, é importante considerar as oportunidades de autoformação. Aprender em iniciativas formativas, como as oficinas, é um primeiro passo, que deve ser completado nas interações com os colegas professores com maior conhecimento e nos processos pelos quais os professores passam a usar o conhecimento recém adquirido de forma autônoma. Assim, no decorrer do processo de formação, as dificuldades devem ser diluídas e até, possivelmente, minimizadas, a ponto de não serem fatores preocupantes para o processo.

Para os estudantes, uma aula que utiliza os recursos tecnológicos pode ser mais atrativa. Isto, entretanto, só se confirmará se existir uma estratégia significativa de utilização, na qual os objetivos da inserção tecnológica estão muito claros. Por exemplo, a intervenção docente com uso de programas computacionais pode aparecer para introduzir determinado assunto através de problematizações e de aproximações de cenários cotidianos, passando depois o professor a usar outros recursos para prosseguir em seu trabalho didático. Ou, então, uma simulação computacional pode surgir no momento em que o

professor julga necessário criar uma ambiência para o entendimento de um fenômeno, como a variação dos coeficientes em uma função de primeiro grau e o que representam no registro gráfico da função.

É importante lembrar, também, que as estratégias se justificam como elementos de planejamento, no sentido de permitir ao professor certa gerência do processo, ao mesmo tempo em que pode significar aumento na participação dos alunos e na intervenção deles no próprio aprendizado. Ao dividir a responsabilidade de ensinar com o próprio sujeito que aprende, o professor não perde o controle das variáveis didáticas em jogo, justamente em função das estratégias que traz consigo, e do conhecimento que detém. Neste contexto, então, surgem interações entre os estudantes e deles com o professor que, em contextos distintos, talvez não fossem possíveis.

Não se pode esquecer, inclusive, que nenhum *software* é didático por si só, nem há como mensurar quanto um *software* é mais didático que o outro – nas verdade, o termo *software didático* é uma impropriedade. O que se pode afirmar é que o professor pode utilizar aquele que achar mais interessante, ou mais Amigável, ou, na sua concepção, mais didático. Tudo depende da estratégia abordada em sala de aula pelo professor, lembrando que o mesmo é o mediador entre a interface e o aluno. De acordo com Oliveira (2008):

(...) a estratégia didática adotada como proposta para uma trajetória de aprendizagens em Educação Matemática é, em tudo, muito mais relevante do que a mera adoção de um *software* qualquer. Mais que isto: o uso de TICs no processo de ensino-aprendizagem de Matemática ocorre nas iniciativas de mediação, experimentação, diversificação dos registros, enfim, em uma série de iniciativas justificáveis a partir de uma estratégia que considera o saber ensinado, os estudantes e o professor.

O professor nunca vai ser substituído pela tecnologia, pois a tarefa do professor é conseguir identificar em qual momento e qual *software* é mais adequado para auxiliar na aprendizagem dos alunos, sem contar que o professor deverá ter domínio da ferramenta em uso. “O professor deve conhecer o *software* e saber explorar suas potencialidades e selecionar

atividades específicas para cada fase de conhecimento” (Prieto et al, 2005). O uso dos *softwares* em sala de aula não é um fim. Há necessidade de o professor utilizar outras formas de abordagem do conteúdo. Isto implica em planejamento para o desenvolvimento da aula.

Anexo V: Planos de Aula

Grupo A

Tema da Aula:

- Função afim;

Objetivos a serem alcançados:

- Identificar as principais características de uma função afim;
- Identificar as semelhanças e diferenças entre as expressões algébricas das funções;
- Identificar as semelhanças e diferenças entre os gráficos de uma função afim;
- Aplicar e diferenciar os coeficientes de uma função afim;
- Construir gráficos de uma equação do 1º grau;
- Identificar os elementos de uma função afim através de gráficos;
- Proporcionar um contato diferente com a matemática utilizando.

Conteúdo ministrado:

- Coeficiente angular;
- Coeficiente Linear;
- Gráfico da Função afim.

Metodologia e Recursos Didáticos:

Utilização do software matemático Winplot, Ficha de atividades a ser desenvolvido, computador, sala de informática, material para registros (caderno, lápis, caneta).

Método de avaliação:

Atividade desenvolvida através do software e anotações feitas na ficha de atividades.

Desenvolvimento:

O gráfico de uma função afim no winplot.

1) Criando um gráfico de uma função afim no winplot:

1º Vá ao ícone winplot e clique duas vezes para abrir o programa;

2º Clique em janela e depois em 2-dim;

3º Clique em equações, depois em explícita;

4º Ao lado de $f(x)$ digite a expressão algébrica referente à função desejada.

Para que o programa exiba o gráfico, clique em ok. Ex. Para criar o gráfico referente à função $f(x) = 2x + 1$ basta digitar $2x + 1$ no campo $f(x)$ onde aparece o cursor e clicar em *ok*.

O gráfico mostrado é uma reta referente à equação $f(x) = 2x + 1$.

O coeficiente angular da reta vale 2. Observe que quando nos deslocamos uma unidade para à direita no domínio, a imagem sofre um acréscimo de duas unidades. Por esta razão o coeficiente angular é também chamado de taxa de variação. Para observar isto melhor, selecione ver, grade, aparecerá uma caixa de diálogo como na figura. Marque pontilhado, retangular, e selecione todos os quadrantes. Em seguida clique em aplicar.

O coeficiente linear da reta vale 1. Observe que $f(0) = 1$ e que a reta corta o eixo y no ponto 1. Assim o ponto $(0; 1)$ está na reta.

Atividade 1

O objetivo desta atividade é investigar o que ocorre quando alteramos o valor do coeficiente linear.

Faça num mesmo plano cartesiano os gráficos das seguintes funções: $f(x) = 2x - 1$; $f(x) = 2x$; $f(x) = 2x + 1$. Na opção equação, inventário, selecione cada uma das funções e clique em equação, para que apareça na tela a equação correspondente à função digitada. Observando os gráficos e expressões algébricas das funções, responda:

- a) Que semelhança você pode observar entre as expressões algébricas das funções?
- b) Que semelhança você pode observar entre os gráficos das funções?
- c) Que diferença você pode observar entre as expressões algébricas das funções?
- d) Que diferença você pode observar entre os gráficos das funções?
- e) Faça os itens anteriores considerando-se agora as funções: $f(x) = -2x - 1$; $f(x) = -2x$; $f(x) = -2x + 1$. Em todas as funções afins deste item, quando andamos uma unidade para a direita, descemos duas unidades na imagem, daí a taxa de variação ser -2 . Por exemplo, considere a função $f(x) = -2x$. Calcule $f(3)$ e $f(4)$, e verifique que $f(4) - f(3) = -2$, calcule $f(6)$ e $f(7)$ e verifique que $f(7) = f(6) - 2$.

Observe graficamente, utilizando a marcação da grade.

Atividade 2:

Criando um gráfico com animação usando o winplot.

Exemplo 1: Fixando o coeficiente angular e variando o coeficiente linear.

Vamos criar agora o gráfico referente à função $f(x) = 2x + b$, onde b pode assumir valores reais diferentes. Note que a inclinação se mantém constante durante a animação.

- 1) Clique em equações, depois em explícita. Ao lado de $f(x)$, digite $2x + b$;
- 2) Para ver a animação, clique em anim, depois em parâmetro de A-w. Selecione o parâmetro b . Se quiser escolher entre quais parâmetros b pode variar;
- 3) Para parar a animação, digite s (de sair) no teclado.

Atividade 3:

O objetivo desta atividade é investigar o que ocorre quando alteramos o valor do coeficiente angular, ou taxa de variação.

Faça num mesmo plano cartesiano os gráficos das seguintes funções: $f(x) = 0,5x + 1$; $f(x) = x + 1$; $f(x) = 2x + 1$; $f(x) = 4x + 1$. Na opção equação, inventário, selecione cada uma das funções e clique em equação, para que apareça na tela a equação correspondente à função digitada.

- a) Que semelhança você pode observar entre as expressões algébricas das funções?
- b) Que semelhança você pode observar entre os gráficos das funções?
- c) Que diferença você pode observar entre as expressões algébricas das funções?
- d) Que diferença você pode observar entre os gráficos das funções?
- e) Faça cada um dos itens anteriores para as funções afins $f(x) = -0,5x + 1$; $f(x) = -x + 1$; $f(x) = -2x + 1$; $f(x) = -4x + 1$.
- g) Faça a animação da função $f(x) = ax + 1$. Proceda de modo análogo ao da animação anterior. Na hora de selecionar o parâmetro, selecione o parâmetro a , que é aquele trabalhado no exercício.

Atividade 4:

Faça a animação para a função $f(x) = ax + 1$

- 1) No campo $f(x)$ digite $ax + 1$, clique em ok;
- 2) Caso o inventário esteja aberto, pode fechá-lo;
- 3) Clique a anim, depois parâmetro de $A-w$;
- 4) Do lado esquerdo selecione o parâmetro A ;
- 5) Clique em auto ver;
- 6) Para que a variação se dê num intervalo escolhido, no campo ao lado do parâmetro digite o valor mínimo do intervalo e clique em def L depois apague o valor mínimo e no lugar digite o valor máximo e clique em def R e depois em auto rev.

Por exemplo, para que a variação se dê num intervalo de $-4 \leq a \leq -1$. No campo ao lado do parâmetro a digite -4 em seguida clique em def L depois apague o -4 e no lugar digite -1 depois def R, em seguida clique em auto ver.

Bibliografia

DANTE, Luiz Roberto. Matemática: contexto e aplicações. 3 vols. São Paulo: Ática, 2003.

DANTE, Luiz Roberto. Matemática, volume único. 1ª edição, São Paulo: Ática, 2005.

1ª Aula aplicada. <<http://www.professorafatima.mat.br>>, acessado em 13 de julho de 2009.

GRUPO B

Tema: Função polinomial do 1º grau

Objetivo:

- ❖ Refletir sobre a questão do uso da tecnologia;
- ❖ Deve-se pensar “como” podemos usar a ferramenta computacional e não “se devemos” usar no Ensino da Matemática, especialmente neste trabalho de Ensino de Funções no Ensino Médio;
- ❖ Compreender como um programa de computador gera um gráfico de função;
- ❖ Visualizar gráficos de funções gerados pelo *software*;
- ❖ Permitir que o aluno aprenda refletindo e agindo sobre situações e objetos que lhe são oferecidos.

Estratégias:

- ❑ Garantir que o *software winplot* estará instalado nos computadores antes da primeira aula;
- ❑ Distribuir a seqüência de atividades com proposta de gráficos de funções polinomiais;
- ❑ Distribuir a seqüência de atividades com proposta de gráficos de funções polinomiais;
- ❑ Conhecer o *software winplot*, explorar seus recursos e construir gráficos aleatoriamente;
- ❑ Propor aos alunos construção de gráficos já construídos em sala de aula;
- ❑ Discutir, em sala de aula, os “prós” e os “contras” da utilização desse recurso para a construção de gráficos. Relatos de aprendizagens e curiosidades.

Conteúdo a ser trabalhado:

- Definição;

- Gráficos;
- Zero da Função;
- Variação do sinal.

Pré-requisito:

- Equações do primeiro grau;
- Sistema de equações.

Inserindo o uso do software

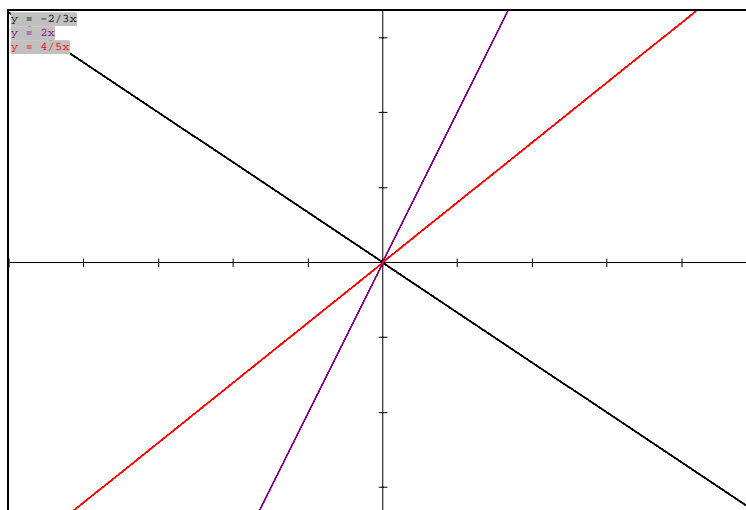
- Usando o winplot para construção e análise de gráficos;
- Etapa inicial: ter o *software* no seu computador para poder seguir com a aula.

Exercícios

1. Dada a função $f(x) = ax + 2$, determine o valor de a para que se tenha $f(4)=20$.
2. Dada a função $f(x) = ax + b$, com a diferente de zero, sendo $f(3) = 5$ e $f(-2) = -5$, calcule $f(1/2)$.

Atividades para reflexão após montagem de gráfico

As retas preta, vermelha e roxa, são representantes da função $f(x) = mx$, que é um caso particular da função $f(x) = mx + n$, quando $n = 0$. Determine o valor de m em cada um dos casos.



Analisando as funções obtidas na atividade anterior, responda:

- A) As funções $f(x) = mx$ que têm como gráficos as retas roxa e vermelha possuem $m > 0$. Em casos assim, quanto maior o valor de m , a reta estará “em pé” ou mais “deitada”?
- B) Como podemos saber se uma reta está inclinada para a direita ou para a esquerda apenas observando o valor de m na sua equação?

Webgrafia

www.somatematica.com.br

Bibliografia:

Caderno do aluno do Estado (m Ensino Médio, 1ª série, Volume 2)

GRUPO C

Atividade para aplicação no Laboratório de Informática utilizando Software Winplot - alunos da 1ª série do Ensino Médio – Problemas – Funções de 2º Grau - Máximos e Mínimos.

Objetivo Geral

- Aproximar os alunos dos conceitos de função do 2º grau por meio de interface gráfica utilizando-se do software *Winplot*;
- Estimular para a solução de exercícios variados;
- Explorar a parte algébrica da equação a ser trabalhada (coeficientes e raízes) bem como uma revisão dos conteúdos já estudados a fim de resgatar os conhecimentos adquiridos.

Objetivos específicos

- O aluno deverá ser capaz de identificar as interdependências envolvidas e reconhecer as situações de máximo ou de mínimo presente, sabendo calcular as coordenadas dos pontos críticos (máximos e mínimos) correspondentes. Daremos enfoque à solução dos problemas comumente apresentados em sala de aula pelos alunos, tais como: compreensão do significado dos coeficientes da função, as coordenadas do vértice, a concavidade da parábola e o estudo do sinal.

Conteúdo/Estratégia

- Apresentação de exemplos ilustrativos e de exercícios exemplares sobre equações e funções de 2º grau, para exploração do professor.

Problema

Deseja-se murar (cercar com muros) um terreno retangular utilizando-se de uma parede já existente no terreno. Sabe-se que o comprimento de muro correspondente aos outros três lados do terreno é de 36 metros.

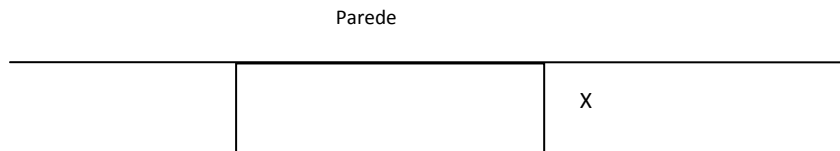
Propostas

a) Expressar a área A desse terreno em função de x (medida de um dos lados do retângulo).

- Representação através de esquema.

- Construção do gráfico utilizando o software Winplot e análise do gráfico.

• Representação através de esquema:



Resolução algébrica:

Sendo o comprimento dos três lados do muro igual a 36 m, se um dos lados do muro é x , o outro será $36 - 2x$, e a área do retângulo será: $A(x) = x \cdot (36 - 2x)$, ou ainda, $A(x) = 36x - 2x^2$.

b) Construa o gráfico de A em função do lado x com aplicação do *Software Winplot*.

c) Calcule a área máxima que o terreno cercado pode ter e as respectivas dimensões.

- Ministraremos duas aulas práticas no laboratório de informática com duração de 50 min, onde apresentaremos os comandos básicos do software com o objetivo de traçar o gráfico da função do problema apresentado e já solucionado de algebricamente em sala de aula pelos alunos;
- O aluno deverá ser conduzido a perceber que o conteúdo não tem um fim em si o mesmo e pode ser aplicado à vida cotidiana. Neste caso, trabalharemos o problema algébrico e geométrico proposto no caderno do aluno – atividade 3 do caderno 2 da 1ª série do Ensino Médio– envolvendo área e perímetro e a inter-relação entre essas grandezas além do significado do conceito de máximo ou mínimo e a concavidade da parábola.

Procedimento/ Roteiro de Aplicação

a) Após o estudo das funções de 1º e 2º graus e soluções dos exercícios propostos em sala de aula os alunos do 1º ano do ensino médio serão dispostos em duplas nos microcomputadores. Contarão com a ajuda dos monitores do ACESSA Escola.

O professor irá agrupar os alunos levando em consideração o grau de dificuldade apresentado nas aulas de modo que a dupla seja composta por um aluno com menor grau de dificuldades e com outro que tenha um grau maior de dúvidas.

Com este critério para agrupamento dos alunos espera-se atingir algum equilíbrio na apreensão do conteúdo e das técnicas envolvidas nas atividades que lhes serão apresentadas:

- Os alunos serão convidados a explorar o software Winplot durante 30 min. Com auxílio do professor, utilizando-se também de uma apostila previamente confeccionada e distribuída aos mesmos, contendo detalhamento dos principais comandos do aplicativo bem como a atividade escolhida para o trabalho;
- Os alunos serão também auxiliados pelos jovens aprendizes, monitores do laboratório de informática (terão conhecimento prévio dados pelo professor acerca do *software* e as estratégias para aplicação na aula de laboratório);
- Após a exploração inicial sobre o *software Winplot*, o que é e para que serve e os conteúdos que serão estudados, mostrar as peculiaridades da função: $A(x) = x \cdot (36 - 2x) = A(x) = 36x - 2x^2$, que digitem a equação no *software* fazendo constantes observações de acordo com as instruções da apostila proporcionando ao aluno o desenvolvimento da competência de leitura e interpretação de dados;
- Observar que a forma reduzida da equação é mais prática de ser trabalhada, e que, portanto usaremos: $A(x) = -2x^2 + 36x$.

Recursos de ensino

- Lousa, giz, Laboratório de Informática, *software Winplot*, disquetes/disco removível/ auxílio dos monitores do ACESSA Escola;
- Revisão da construção Algébrica dos cálculos da equação dando significado aos conteúdos pelo método tradicional e também da importância do *software* de apoio *Winplot*.

Avaliação

- Os gráficos produzidos pelas duplas serão salvos para avaliação do professor e serão atribuídos dois pontos de participação para as duplas que entregarem o trabalho salvo e correto e um ponto de participação para as duplas que não fizerem o gráfico corretamente ou que apresentarem dificuldades no entendimento do aplicativo ou parte algébrica;
- Caberá ao docente proceder o esclarecimento das dúvidas dos alunos, demonstrando a maneira correta na realização das atividades, realçando e animando os alunos a rever as instruções do material de apoio distribuído no início da dinâmica;
- É também um momento propício para o professor rever suas práticas pedagógicas.

Bibliografia

Caderno do professor: matemática, ensino médio – 1ª série, volume 2/ Secretaria de Educação; Coordenação geral, Maria Inês Fini; Carlos Eduardo de Souza Campos Granja, José Luiz Pastore Mello, Nilson José Machado, Roberto Perides Moisés, Rogério Ferreira da Fonseca, Walter Spineli.- São Paulo: SEE, 2009

Apostila – Um pequeno Manual do Winplot: Adelmo Ribeiro de Jesus - julho 2009

Apostila Teia do Saber: Informática Aplicada à Matemática Winplot e Excel, Mackenzie, Prof^a Angela Hum Tchemra, Prof^a Melaine Lerner Grinkraur e Prof^o Vilar Ribeiro Figueiredo – out, 2003.

Funções elementares, equações e inequações: Uma abordagem utilizando microcomputador: CAEM – IME/USP - série ensino médio 1, Maria Cristina Bonomi Barufi e Maria Mendias Lauro.