

LUÍS ALBERTO PRATES PICCOLI

**A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS EM MATEMÁTICA: UMA
PROPOSTA USANDO TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Dr DALCÍDIO MORAES CLÁUDIO

PORTO ALEGRE

2006

CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

P591c

Piccoli, Luís Alberto Prates

A construção de conceitos em matemática: uma proposta usando tecnologia de informação /
Luís Alberto Prates Piccoli - Porto Alegre : [s.n.], 2006.
108f.

Dissertação (mestrado) – Faculdade de Física, Programa de Pós-Graduação em Educação em
Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Orientação: Prof. Dr. Dalcídio Moraes Claudio

1. Educação matemática. 2. Matemática - Construção de conceitos. 3. Matemática e tecnologia
da informação. I. Título.

CDU 51:37

Bibliotecária responsável: Maria Joaquina Medeiros Sene CRB-10/966

LUÍS ALBERTO PRATES PICOLLI

**A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS EM MATEMÁTICA:
UMA PROPOSTA USANDO TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em 04 de agosto de 2006, pela Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Dalcidio Moraes Claudio (PUCRS)

Dr^a. Ruth Portanova (PUCRS)

Dr^a. Liara Aparecida dos Santos Leal (PUCRS)

Dedico esta dissertação a minha filha
Helena Câmara de Araújo Prates Piccoli,
que seja um incentivo para a sua formação e educação.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, (em memória) pelo amor, carinho e apoio que sempre deram, sendo os primeiros e mais significativos educadores que tive.

A minha família, minha esposa Célia, meninas Selene, Larissa, Katharina e Helena, pela presença companheira e incentivo.

Aos meus irmãos, Artur, José e João, pelo incentivo e apoio nesta jornada.

Ao meu orientador, Professor Dr. Dalcídio Moraes Cláudio, pela paciência, confiança, estímulo e orientação segura.

Aos meus alunos das Faculdades Porto-Alegrenses que atestaram ser viável o uso de software para a construção de conceitos em matemática.

Aos Colegas Francisco, Rogério, Paulo, Vandoir e Edna pelo incentivo para que esse trabalho pudesse se concretizar.

**Antes o mundo das pessoas
se resumia a encontros na praça;
Hoje o indivíduo viaja pelo mundo
na sala de sua casa.**

NELSON PRETTO

1996

RESUMO

A realidade das salas de aula aponta para um ensino muitas vezes descontextualizado; os alunos não chegam, em geral, a fazer uma relação entre os assuntos estudados na escola e suas vivências extra-escolares, e, por isso, talvez, acabem por, simplesmente, memorizar conceitos prontos, regras, fórmulas que perdem seu significado no cotidiano. Percebe-se, assim, a necessidade de aproximar escola e aluno.

Este estudo visou, portanto, verificar que mudanças podem ocorrer no aprendizado de matemática, mais especificamente, na construção de conceitos em matemática, quando se faz uso dos modernos recursos disponibilizados pela tecnologia da informação, recursos por que a maioria dos alunos mostra ter gosto e familiaridade. Para tanto, acompanhou-se o processo de construção do conceito matemático de função numa turma de aproximadamente quarenta alunos da Faculdade de Administração das Faculdades Porto-Alegrenses (FAPA).

Esta dissertação se constitui de um relato das observações feitas pelo pesquisador a partir das atividades realizadas pelos alunos da turma acima citada no laboratório de informática das Faculdades Porto-Alegrenses. Estes alunos construíram gráficos que representam funções com a ajuda do software WINPLOT. Construídos os gráficos, eles foram capazes de depreender relações entre alguns tipos de funções e as características de seus gráficos. Apontaram também relações entre os coeficientes das funções e os pontos notáveis dos gráficos, como cortes nos eixos x e y e os extremos dos gráficos, bem como, mostraram conhecimento sobre a evolução destes quanto ao aspecto crescente e decrescente, caracterizando a compreensão do conceito de função.

Também se fez aqui um comentário às respostas dadas aos questionários apresentados ao final das atividades quando os alunos puderam expressar suas opiniões sobre o trabalho realizado usando a tecnologia da informação.

Palavras-chave: Educação Matemática. *Software*. Construção de conceitos.

RÉSUMÉ

Nos écoles présentent, très fréquemment, un enseignement hors contexte: les élèves, en général, n'arrivent pas à comprendre quel rapport il y a entre les sujets donnés en classe et leurs expériences extra-école, et, peut-être pour cela, ils finissent pour, tout simplement, mémoriser concepts, règles, formules qui n'ont pas de signification pour eux au quotidien. Cela nous montre le besoin de rapprocher école et élève.

Ce travail a eu comme objectif vérifier quels changements peuvent avoir lieu en ce qui concerne l'apprentissage de mathématique, ici spécifiquement, la construction de concepts en mathématique, quand on s'utilise des modernes recours disponibles par les technologies de l'information, par lesquels nos élèves présentent souvent goût et familiarité. Ainsi, on a accompagné le processus de construction du concept mathématique de *fonction* dans une classe d'une quarantaine d'élèves à la Faculté d'Administration des Faculdades Porto-Alegrenses (FAPA).

Ce travail se constitue d'un rapport des observations faites par le chercheur à partir des activités réalisées au laboratoire d'informatique des Faculdades Porto-Alegrenses par les élèves de la classe citée ci-dessus. Ces élèves ont construit des graphiques qui représentent des fonctions à l'aide du *software* WINPLOT. À partir de ces graphiques, ils ont été capables d'établir des relations entre certains types de fonctions et les caractéristiques des graphiques de ces fonctions. Ils ont montré encore le rapport entre les coefficients des fonctions et les points notables des graphiques, c'est-à-dire, l'intersection des axes x et y et des extremums. En plus, ces élèves ont montré avoir compris l'évolution d'un graphique en ce qui concerne son aspect croissant et décroissant, ce qui indique la compréhension du concept de fonction.

On y fait aussi un commentaire aux réponses données par les élèves aux questionnaires présentés à la fin des activités quand ils ont pu exprimer leurs opinions sur le processus d'apprentissage du contenu en question en s'utilisant des technologies de l'information

Mots-clé : éducation mathématique. Software. Construction de concepts.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Funções Explícitas.....	58
Gráfico 2 – Funções Implícitas.....	59
Gráfico 3 – Várias Funções.....	61
Gráfico 4 – Funções de grau mais elevado.....	62
Gráfico 5 – Função do 1º grau e o coeficiente linear.....	63
Gráfico 6 – Função do 1º grau e o coeficiente angular.....	64
Gráfico 7 – O ponto de equilíbrio.....	65
Gráfico 8 – Função do 2º grau e o corte no eixo y.....	67
Gráfico 9 – Função do 2º grau e a concavidade do gráfico.....	68
Gráfico 10 – O Custo e a Receita.....	69
Gráfico 11 – A Função Lucro.....	70
Gráfico 12 – Funções exponenciais com a mesma base.....	71
Gráfico 13 – Funções exponenciais com bases inversas.....	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 A ESCOLHA DO TEMA	13
3 OBJETIVOS	20
3.1 INTRODUÇÃO.....	20
3.2 OBJETIVO GERAL.....	22
3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
3.3.1 IMEDIATOS:	23
3.3.2 MEDIATO.....	23
3.4 PROBLEMA.....	24
3.4.1 QUESTÕES DE PESQUISA.....	24
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
4.1 A EDUCAÇÃO	25
4.1.1 A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	26
4.1.2 O SABER CIENTÍFICO, O SABER ESCOLAR E O SABER COTIDIANO.	27
4.2 A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	28
4.2.1 ALGUMAS PRÁTICAS EDUCATIVAS MATEMÁTICAS	28
4.2.2 A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS E A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS	30
4.2.3 A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS E AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO	33
4.3 UMA VISÃO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	36
5 A TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	41
6 TESES E DISSERTAÇÕES SOBRE O USO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO NO ENSINO DA MATEMÁTICA	47

7 METODOLOGIA	55
7.1 A ABORDAGEM METODOLÓGICA	55
7.2 SUJEITOS E CONTEXTO DA PESQUISA	56
7.3 INSTRUMENTOS	56
7.4 O TRABALHO DESENVOLVIDO COM OS ALUNOS	57
8 ANÁLISE DOS DADOS	74
8.1 O PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA	74
8.2 ASSOCIAÇÕES ENTRE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E EDUCAÇÃO	76
8.3 VERIFICAÇÃO DA ACEITAÇÃO DO TRABALHO	78
8.3.1 NA DISCIPLINA DE ESTATÍSTICA	79
8.3.2 NA DISCIPLINA DE MATEMÁTICA II	81
9 CONCLUSÕES	86
9.1 O PROCESSO DE APRENDIZAGEM	88
9.2 A VISÃO DOS ALUNOS SOBRE O TRABALHO	89
9.3 OS CONTEÚDOS E AS NOVAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO	91
10 RECOMENDAÇÕES	92
REFERÊNCIAS	94
APÊNDICE A – Questionário 01 – O Perfil	100
APÊNDICE B – Questionário 02 – Tecnologia da informação e educação	101
APÊNDICE C – Questionário 03 – Verificação do trabalho realizado - Estatística	103
APÊNDICE D – Questionário 04 – Verificação do trabalho realizado – Matemática II.	105
ANEXO A – DEPOIMENTO DO PROFESSOR DE ESTATÍSTICA GERAL	107

1 INTRODUÇÃO

O prazer pelo aprendizado é inato, como é fácil perceber ao longo do desenvolvimento de uma criança, mas nem sempre é possível dizer que há prazer quando se trata do aprendizado dos diversos conteúdos relacionados à escola. Parece que, infelizmente, de um modo geral, a escola, ao sistematizar disciplinas e conteúdos, dissocia o conhecimento da realidade e nessa dissociação a criança perde o prazer porque também perde a percepção de que está adquirindo conhecimentos.

A vivência nas escolas e a análise de currículos e planos de matérias de professores mostram essa infeliz distorção e, nesse distanciamento, o mais grave, o reducionismo dos assuntos tratados. Assim é que a língua é reduzida à mera classificação de fonemas, sílabas, termos das frases, e a matemática é reduzida a fórmulas e resolução de problemas cujo sentido o aluno muitas vezes não consegue entender, isso para falar de apenas duas das disciplinas regularmente trabalhadas nas escolas.

Pode-se considerar que aprender a caminhar e a falar envolve conceitos matemáticos, como equilíbrio, tamanho da superfície, combinações, ordem, relação, que a criança aprende para sua realização e contentamento. Na escola, a criança depara-se com um aprendizado baseado, sobretudo, em classificações e memorizações, em que não se estabelece uma ponte entre a realidade e as necessidades mais imediatas do sujeito aprendiz. A relação que se estabelece com os números e, a partir deles, com as operações matemáticas, no entanto, deve ter pretensões maiores que a memorização de fórmulas e a resolução de exercícios desvinculados do cotidiano dos alunos; deve trazer intenções, como a de ampliar a capacidade de se situar no tempo e no espaço, desenvolver a criatividade, estimular o trabalho em conjunto, compreender o que se lê e ouve. É preciso observar que todos os dias enfrentam-se problemas que exigem o uso da matemática. A interação do sujeito com a matemática não deve se resumir, portanto, à mera resolução de fórmulas e

memorização de conceitos; deve pressupor a reconstrução e a apropriação desses conceitos para um melhor domínio e apreensão da realidade.

Para essa relação mais profunda com os números, é preciso superar propostas educacionais formais e criar tempos e espaços que facilitem o entendimento e provoquem situações de aprendizado da matemática vinculadas ao cotidiano para que os sujeitos possam apropriar-se dos conhecimentos em toda sua potencialidade e não restringi-los ao ensino de fórmulas matemáticas e, o pior, fazê-los tomarem ódio ao ensino da mesma. É preciso considerar que todo aprendizado deve envolver, além de trabalho, o prazer da compreensão e a relação do assunto com a realidade. A escola, tradicionalmente, enfatiza, muitas vezes, o trabalho apenas, seja o simples trabalho de memorização desvinculado da realidade, seja a resolução de problemas e repetição de fórmulas à exaustão.

Foi essa inquietação originada na constatação de que aprendizado e prazer estão dissociados na escola, sobretudo, que levou à hipótese desenvolvida neste trabalho, uma contribuição, ainda que pequena, para a vinculação entre aprendizado, prazer e realidade.

2 A ESCOLHA DO TEMA

Atualmente, podemos dizer que nenhuma área da investigação humana pode prescindir do uso de tecnologias de informação. Entretanto, a escola, seja ela da rede pública ou privada, pouco se utiliza dessa ferramenta. Tal fato foi estudado na dissertação de Mestrado de Maria Helena Sório de Carvalho, (CARVALHO, 2004), e, será analisado com mais detalhes na subseção 8 de análise dos dados coletados. Assim, parece que pouco ou quase nada a escola ousa em relação àquilo que pode vir a ser um ótimo instrumento auxiliar no processo de aprendizagem.

É sabido que os jovens convivem com o uso dessas tecnologias no seu dia-a-dia e têm, por elas, atração e curiosidade. Nos dias de hoje, uma grande quantidade de alunos, ao entrarem na escola, já trazem na sua bagagem uma familiarização com o uso da tecnologia da informação. Sendo assim, não deveria a escola buscar uma aproximação entre os interesses da sua clientela e a sua prática? Não seria interessante que cursos de licenciatura já explorassem o uso de tecnologias de informação em seus currículos como meios auxiliares de educação?

Algumas instituições de ensino onde há cursos de licenciatura já começaram a incluir o uso de tecnologias de informação como uma técnica pedagógica para o desenvolvimento de conteúdos. Podemos encontrar alguns exemplos na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no Instituto de Matemática, que disponibiliza alguns trabalhos realizados pelos alunos. Esses trabalhos podem ser vistos no site http://www.edumatec.mat.ufrgs.br/atividades_index.php.

Outra experiência com tecnologias de informação é encontrada na Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, UNESP, Rio Claro, em São Paulo, que pode ser visitada no site do grupo de pesquisa em informática em <http://www.rc.unesp.br/igce/matematica/gpimem/coursead.html>

Por meio de políticas educacionais, não seria também interessante o incentivo a cursos de formação continuada, em que os professores pesquisassem técnicas e meios de introduzir essas novas tecnologias em sua prática pedagógica?

Atualmente, as linguagens matemáticas – aritmética, geométrica, algébrica, gráfica, entre outras – estão presentes em quase todas, senão em todas, as áreas do conhecimento. Dominá-las é, portanto, um saber necessário às vivências do cotidiano. É justamente aí que a escola tem-se mostrado bastante falha, utilizando-se de processos de memorização e repetição de modelos, em que o aluno apenas “decora” a forma de resolver um determinado problema, sem que haja reflexão sobre os diversos caminhos possíveis a trilhar, visando à resolução. O resultado dessa prática é que o aluno não consegue desenvolver uma linha própria de raciocínio diante de situações novas.

Por ser a matemática a disciplina que, em geral, mais desperta a antipatia dos estudantes devido à necessidade de abstração e de seu aparente distanciamento da realidade, o uso do computador no seu ensino pode ser o estímulo de que o aluno precisa, ou seja, o fato de o computador estar presente em algumas atividades de matemática pode aumentar, consideravelmente, o interesse do aluno pelo estudo da disciplina. Este já é um aspecto positivo da utilização de um *software* no ensino dessa ciência, embora não deva ser o principal objetivo a ser considerado.

É possível constatar que os alunos, em geral, demonstram pouco interesse pelos conteúdos trabalhados, apresentando dificuldades de compreensão e formalização dos conceitos matemáticos e, além disso, apresentam dificuldades para relacionar o assunto estudado com a realidade que os cerca. A distância entre os conteúdos trabalhados e o cotidiano dos alunos parece muito grande. Enquanto professores trabalham operações algébricas de forma abstrata com variáveis literais, tais como x , y , os alunos trazem de suas casas problemas que aparentemente não têm relação com o que estava sendo trabalhado. Teoremas prontos são apresentados para se chegar a um determinado conceito matemático. Problemas clássicos, ou ditos “acadêmicos”, são apresentados já acompanhados de sua solução, não possibilitando ao aluno a associação dos conceitos estudados, para interpretar a situação problema e ensaiar uma solução.

A escola ainda está preocupada em adestrar os alunos no cálculo de valores e em desenvolver expressões algébricas, aparentemente sem relação com o dia-a-dia ou, até mesmo, em desenhar figuras, planas e abstratas, sem a reflexão de todos os conceitos necessários para a realização dessas tarefas.

No ensino tradicional, inicialmente o conteúdo é transmitido de forma expositiva aos alunos com o auxílio do quadro. A fixação é feita com a resolução de exemplos e de exercícios propostos, semelhantes aos exemplos resolvidos. Dessa forma, geralmente, o rendimento fica limitado, pois cabe ao aluno apenas reproduzir o que foi apresentado.

No surgimento de propostas de atividades diferenciadas, que exigem mais criatividade e raciocínio do aluno, aparecem as limitações da prática pedagógica expositiva.

A introdução de novos conceitos por meio de problemas e situações novas, permite ao aluno desenvolver, estruturar e aplicar os conhecimentos anteriormente estudados e possibilita ao mesmo a construção do conhecimento por meio da interpretação e manipulação desses problemas e teorias.

Os alunos trazem de sua vivência problemas mensuráveis, cujos valores podem modificar-se rapidamente e apresentar-se sob diversas formas. Esses mesmos alunos, com o auxílio das tecnologias de informação, podem analisar os efeitos gerados e as modificações resultantes da mudança de alguns parâmetros. É o caso, por exemplo, de jogos eletrônicos, sejam eles educativos ou não.

Para, numa aula tradicional, ser possível analisar os efeitos que a mudança de um parâmetro gera no resultado de um problema, é preciso construir várias simulações e efetuar diversos cálculos. O tempo despendido é bastante grande, e, muitas vezes, o aluno concentra-se mais no processo de cálculo, ficando em segundo plano a análise dos resultados obtidos.

Assim, muitas vezes, a maior parte do tempo é utilizada para realizar cálculos e construções geométricas, e o conceito matemático envolvido para tais construções fica em segundo plano, isto é, o conceito que leva à mudança de determinados parâmetros fica obscurecido em meio às dificuldades encontradas nos cálculos e nas construções geométricas.

Um exemplo, que será mais detalhado no relatório do trabalho desenvolvido com os alunos, (na subseção 7.4) é o estudo do conceito de função e das classes funcionais, tais como: função linear, função quadrática e função exponencial. Na forma tradicional de estudo, classifica-se o tipo de função e, depois, depende-se um tempo considerável, construindo gráficos, nem sempre muito precisos, calculando zeros, verificando-se domínio e imagens de forma algébrica. O aluno fica mais “preso” ao cálculo e às dificuldades encontradas para efetuá-lo do que à análise das mudanças ocorridas nos gráficos, conforme a alteração de determinados parâmetros. Diferentemente, a utilização do *software* WINPLOT, que pode ser encontrado em versões atualizadas em português no *site* <<http://math.exeter.edu/rparris>>, possibilita maior visualização e interpretação dos gráficos encontrados, bem como a comparação entre os gráficos sobrepostos, em diversas cores, como será possível observar na subseção 8.3.2 em depoimentos dos alunos, os sujeitos dessa pesquisa.

O uso de softwares, portanto, oferece condições ao aluno de visualizar as mudanças ocorridas numa função, pois, não ficando “preso” ao processo de cálculo, o objeto de estudo passa a ser a forma do gráfico e as modificações nele ocorridas, possibilitando, dessa forma, a elaboração do conceito - objeto de estudo.

O uso do computador, nesse contexto, portanto, vai permitir que o aprendizado não se limite à classe de problemas bem comportados (situações ideais), mas também à dos problemas mais realistas, onde novas tecnologias de informação e comunicação já deixaram de ser modismo e fazem parte das necessidades diárias de um bom profissional. (CLAUDIO; CUNHA 2001, p. 167).

O computador é, pois, uma ferramenta que permite ao aluno fazer atividades por meio de simulações e testes objetivando a construção do conceito matemático envolvido. Dessa forma, a possibilidade da apresentação de gráficos coloridos, bem traçados, sobrepostos e facilmente manipuláveis, pode ser utilizada para visualizar situações-problema propostas por alunos, ou mesmo para responder a seus questionamentos.

A matemática, da forma que comumente vem sendo tratada, quer em aulas, quer em livros-texto, traz subjacente a idéia de um edifício pronto, de uma obra

acabada. O desenvolvimento da teoria, da forma linear como é normalmente apresentada, passa uma idéia de um desenvolvimento lógico-linear, organizado e sem possibilidade de soluções alternativas. A busca das soluções das questões não é vivida com o aluno. A aparente clareza da exposição lógica e organização dos seus termos, encobrem, em uma didática de facilitância, a verdadeira complexidade da formação histórica desse conhecimento, aparentando uma simplicidade que, na verdade, não existe quando se construiu o conceito matemático.

É necessário que o professor de matemática organize um trabalho estruturado através de atividades que propiciem o desenvolvimento de exploração informal e investigação reflexiva e que não privem os alunos nas suas iniciativas e controle da situação. (RICHARDS, 1991 apud GRAVINA; SANTAROSA, 1998. p. 6)

Diferentemente da prática mais usual, o uso de *softwares* propicia aos alunos a construção dos conceitos matemáticos. Com a criação de modelos computacionais que simulem as situações apresentadas, e a validação desses modelos, podem-se construir conceitos, avaliar efeitos e mudanças sobre os elementos estudados de forma rápida e segura. Além disso, o tempo de estudo fica mais dedicado à análise dos resultados obtidos, avaliações e construções de conceitos e teorias, e não apenas aos cálculos, o que, em termos de aprendizagem, vem a ser mais significativo do que simplesmente encontrar a solução de um dado problema meramente pelo exercício de cálculo, que, infelizmente, é rapidamente esquecido. Geralmente os professores de matemática percebem que a transposição dos conceitos estudados para uma nova situação torna-se difícil.

Temos que construir nossos horizontes com competência. Disto se trata. Se educação é, no âmago, o processo histórico de formação da competência humana, os profissionais da educação deveriam poder mostrar que são suficientemente competentes para inovar, apesar dos pesares. (DEMO, 2002, P. 13).

Uma revisão, em geral, das metodologias de ensino se faz necessária, pois muitos dos métodos aplicados hoje não trabalham a essência da teoria, e esta acaba perdida no meio de muitos cálculos. Muito tempo é gasto calculando valores, enquanto a construção do conceito matemático fica minimizada. É preciso fazer com que os alunos pensem matematicamente, elaborem suas conjecturas e usem as ferramentas disponíveis para a construção do conceito e utilização deste em situações futuras.

A metodologia tradicional, de transmissão do conhecimento a estudantes receptores, em que o professor é o detentor de todo o conhecimento e o aluno apenas recebe esse conhecimento e tenta reproduzi-lo está mudando, pois com o uso de novas tecnologias digitais, o conhecimento está disponível a todos, sendo mais importante a utilização e a manipulação desse conhecimento. Nesse contexto, o professor faz o papel de gerenciador da elaboração dos conceitos, e os alunos, de sujeitos da construção do conhecimento matemático.

Pierre Lévy afirma:

Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, a própria inteligência dependem, na verdade, da metamorfose incessante dos dispositivos informacionais de todo tipo. Escrita, leitura, visão, audição são capturadas por uma informática cada vez mais avançada.

Mais adiante, procura ressaltar ainda:

[...] o computador é, antes de tudo, um operador de potencialização da informação. Dito de outro modo: a partir de um estoque de dados iniciais, de um modelo ou de um meta texto, um programa pode calcular um número indefinido de diferentes manifestações visíveis, audíveis e tangíveis, em função da situação em curso, ou da demanda dos usuários.

[...] a tela da informática é uma nova "máquina de ler", o lugar onde uma reserva de informação possível vem se realizar por seleção, aqui e agora, para um leitor particular. Toda leitura em computador é uma edição, uma montagem singular.(LÉVY, 1996. p. 41)

O papel do professor já não é mais o de transmitir conhecimentos, pois qualquer recurso tecnológico dispõe de mais informações que o professor. Portanto, o papel do professor passa a ser, sobretudo, o de motivar situações de aprendizagem, organizar tais situações.

A hipótese de trabalho aqui estudada é que, se bem utilizados, os recursos informáticos auxiliarão o aluno a modelar matematicamente situações de seu cotidiano e ele mesmo será o sujeito da construção do conhecimento.

Ainda se procurará estudar uma relação do uso de computadores na melhora do rendimento escolar. Portanto, faz-se necessário investigar o processo de aprendizagem dos alunos diante do uso da informática em aulas de matemática, avaliar o uso de *softwares* por parte dos mesmos, as atividades a serem realizadas com cada um dos *softwares* e verificar a aceitação por parte dos alunos, bem como o aproveitamento final na construção e elaboração dos conceitos matemáticos envolvidos.

A seguir será feita uma abordagem de alguns conceitos inerentes à metodologia de Educação Matemática, às práticas educativas, à contextualização de conceitos matemáticos, bem como à transposição desses conceitos para que haja a síntese de uma nova idéia e conseqüente aplicação desta para a solução de novos problemas. Será ainda apresentada uma visão da construção de conceitos matemáticos e da Educação Matemática atual.

3 OBJETIVOS

3.1 INTRODUÇÃO

SACKS (1995,p. 141), em sua obra *Um antropólogo em Marte*, afirma:

Atingimos a constância perceptiva – a correlação de todas as diferentes aparências, as modificações dos objetos – muito cedo, nos primeiros meses de vida. Trata-se de uma enorme tarefa de aprendizado, mas que é alcançada tão suavemente, tão inconscientemente que sua imensa complexidade mal é percebida (embora seja uma conquista a que nem mesmo os maiores supercomputadores conseguem começar a fazer face).

O processo de aprendizagem começa cedo, e de maneira natural, vai-se observando, testando (experimentação), associando o que foi observado com o que se pretende fazer, formulando conjecturas sobre onde é possível chegar.

A criança nos seus primeiros meses de vida observa as outras pessoas ao seu redor, as vê se deslocando (caminhando), alimentando-se, conversando e, de uma forma natural, vai construindo o saber necessário à execução dessas tarefas. São várias observações e diversas as conclusões a que vai chegando. Em apenas alguns meses ela já é capaz de executar algumas dessas tarefas, mesmo sem que se tenha feito um momento especial de aprendizado. Ele ocorre naturalmente no seu meio e na sua rotina.

A criança observa os objetos e vai identificando quais são seus brinquedos e como usá-los. Seu aprendizado dá-se de forma natural no meio em que está acostumada a conviver e assim vai formando o conceito do objeto que está aprendendo. Nesse momento, ela é sujeito ativo no processo de construção do

conhecimento. Por meio de seu pensamento vai formulando conjecturas e, por meio de um raciocínio lógico-dedutivo, chegando a conclusões.

Dessa forma, seria também interessante que o aluno aprendesse os conceitos que estuda na escola de uma forma natural, num meio a que já está acostumado e onde convive.

As tecnologias digitais exercem na atualidade uma influência muito forte nas atividades e no desenvolvimento humano. Temos já certa quantidade de pesquisas sobre o aprendizado com tecnologia digital, que vem aumentando nos últimos anos. Algumas questões se apresentam nessa área da pesquisa, que, necessariamente, precisam ser respondidas. Estas relacionam-se ao “o que” ao “como” e ao “quanto” se aprende quando usamos tecnologias digitais. As respostas a essas questões precisam passar por um estudo do processo de aprendizagem utilizado, em que transformações ocorrerão, seja na forma de o aluno construir o conceito trabalhado, elaborando-o, seja pela forma de o professor agir como mediador do processo, seja na forma de avaliação, analisando a construção do conceito e não simplesmente a reprodução de assuntos e exercícios trabalhados.

Assim, a investigação da utilização de tecnologia digital para a construção de objetos de aprendizagem e atividades educativas faz-se necessária para a verificação dos efeitos da mediação digital sobre o processo de construção do conhecimento.

3.2 OBJETIVO GERAL

O mundo produtivo está passando por transformações que, naturalmente, refletem-se no contexto educacional. A presença da informática em praticamente todas as atividades humanas, principalmente na produção de bens e serviços, é uma das marcas características do mundo atual. Assim, a mudança no ensino é inevitável e independente das convicções que os professores possam ter sobre as formas corretas de ensinar e aprender. Objetivamente, portanto, é preciso encaminhar discussões de operacionalização dessas mudanças.

A passagem para um novo modelo pedagógico, nesse novo panorama, é um processo que necessita de cuidados e estudos para não recair em erros anteriores, quando da aplicação de novas teorias, como a matemática moderna. Sendo assim, **a investigação do processo de aprendizagem dos alunos utilizando-se tecnologia de informação nas aulas é o objetivo geral desse trabalho.**

Nessa investigação, analisaram-se o uso de *softwares* por parte de alunos, as atividades realizadas com cada um dos *softwares*, a aceitação destes por parte dos alunos, bem como o aproveitamento final na construção e apropriação dos conceitos matemáticos envolvidos.

3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.3.1 IMEDIATOS:

a) Acompanhar a evolução e o desempenho dos alunos na construção de conceitos matemáticos com uso de tecnologia de informação.

b) Estudar as principais facilidades e dificuldades dos alunos ao utilizarem a tecnologia de informação.

c) Estudar o interesse dos alunos ao utilizarem a tecnologia de informação no estudo de conceitos matemáticos.

3.3.2 MEDIATO

Incentivar o uso de tecnologia de informação nas escolas visando a aproximar a teoria ao dia-a-dia do aluno, ao usar métodos computacionais para modelar matematicamente situações vivenciadas pelo educando.

3.4 PROBLEMA

Como o aluno se comporta quando é solicitado a construir conceitos matemáticos por si mesmo, se nos utilizamos de tecnologia de informação como meio auxiliar?

3.4.1 QUESTÕES DE PESQUISA

Qual a importância da motivação na aprendizagem como fator decisivo na construção do conhecimento?

Como o aluno se comporta diante de um estudo de investigação do conhecimento utilizando o computador?

Como se dá a aprendizagem do aluno utilizando a tecnologia de informação?

Como o computador pode estimular o processo da construção de conceitos em matemática?

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo será apresentada uma abordagem de Educação e da Educação Matemática, em que se procurou analisar aspectos da construção de conceitos em matemática e sua contextualização. É necessário, portanto, uma análise das práticas educativas matemáticas, bem como dos conceitos de *saber científico*, *saber escolar* e *saber cotidiano*, para se ter uma visão do processo educativo matemático. No final, pretende-se relacionar o uso de tecnologias de informação com a construção de conceitos matemáticos.

4.1 A EDUCAÇÃO

A Educação Matemática é uma grande área de pesquisa educacional, cujo objeto de estudo é a compreensão, interpretação e descrição de fenômenos referentes ao ensino e à aprendizagem da matemática nos diversos níveis da escolaridade.

Para que a Matemática seja significativa, há necessidade de uma conciliação entre as dimensões teórica e prática de sua didática. Para fazer-se um estudo teórico, é necessária uma comprovação experimental, assim como as experiências precisam de uma generalização e formalização. Para BACHELARD (1996) *“toda análise teórica deve ser submetida ao crivo de uma verificação experimental, da mesma forma que toda experiência deve ser submetida ao controle de uma posição racional”*. Aí o epistemólogo defendeu que razão e experiências formam dois pólos complementares do pensamento científico.

A criação ou transformação de conceitos torna-se possível através da pesquisa, e a realização desta exige a orientação de um método.

4.1.1 A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Quando se trata de produção de um conhecimento, existe um processo que caracteriza a idéia de “transposição didática”, isto é, para haver a síntese de uma nova idéia, há a necessidade da aplicação de conhecimentos anteriores. Tem-se assim, que a noção de transposição didática caracteriza o fluxo cognitivo relativo à evolução do conhecimento. Nenhum conceito surge sem a existência de um precedente. Logo, a idéia de produção de conhecimento está associada à transposição. É preciso, pois, diferenciar o saber do conhecimento, mesmo que no cotidiano não seja usual fazer essa distinção.

Um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino, é chamado de transposição didática. (CHEVALLARD, 1991 apud PAIS, 2001, p.19)

O estudo da trajetória dos saberes permite visualizar as influências por eles sofridas, passando pelos saberes científicos e por outras áreas do conhecimento humano. Essa construção histórica contribui na redefinição de aspectos conceituais e também na reformulação de sua apresentação.

Um exemplo de transposição didática foi o movimento da matemática moderna. Em seu início, a intenção era muito diferente da que prevaleceu na sua aplicação. Tinha-se uma idéia de abordagem estruturalista para o ensino da matemática, usando novas técnicas de ensino, para se obter uma aprendizagem mais fácil do que a tradicional. Algumas propostas surgiram, como os diagramas de Venn, que inicialmente eram apenas recursos e transformaram-se em conteúdos em si mesmo. Como as reformulações geradas acarretaram inversões de objetivos, ocorreu o fracasso do movimento.

4.1.2 O SABER CIENTÍFICO, O SABER ESCOLAR E O SABER COTIDIANO.

É necessário, aqui, fazermos uma distinção entre saber científico e saber escolar. Enquanto o saber científico está associado à vida acadêmica, sendo um saber criado nas universidades e nos institutos de pesquisas, mas não necessariamente vinculado ao ensino básico, o saber escolar representa o conjunto dos conteúdos previstos na estrutura curricular das disciplinas. Enquanto o saber científico é apresentado por meio de artigos, teses, livros e relatórios, o saber escolar é apresentado por meio de livros didáticos e programas curriculares. O saber científico é validado pelos paradigmas da área, o saber escolar é controlado por um conjunto de regras que condicionam as relações entre professor, aluno e saber.

Assim, o saber escolar e o saber ensinado, dentro de um contexto de transposição didática, juntos, requerem um estudo do contexto de sua origem e dos valores que justificam sua presença atual no currículo escolar.

O saber científico e o escolar estão relacionados ao desenvolvimento histórico que a disciplina teve, enquanto o conhecimento está mais ligado a uma dimensão individual do aluno, em que o saber somado a suas experiências formam o conhecimento adquirido.

Fazendo um estudo da história da matemática, da evolução e construção do saber matemático, tem-se, para a valorização do conteúdo, uma referência que possibilita abordagens mais adaptadas ao contexto em que o aluno se encontra. Assim, toda vez que ensinamos certo assunto na disciplina de matemática é necessário indagar qual foi o contexto de sua origem, quais valores justificam sua presença atual no currículo. Será que as idéias matemáticas ensinadas estão esclerosadas? São pertinentes as demonstrações geométricas no ensino fundamental?

A contextualização do saber é um importante elemento pedagógico que deve ocupar um lugar de maior destaque na análise didática contemporânea. Trata-se de um conceito didático fundamental para a expansão do significado da educação escolar. O valor educacional de uma disciplina expande na medida em que o aluno compreende os vínculos do conteúdo estudado com um contexto compreensível por ele. (PAIS, 2001, p. 27)

O desafio didático consiste em fazer essa contextualização, sem reduzir o significado das idéias matemáticas que deram origem ao saber ensinado.

Quando se fala em contextualização, é necessário ter-se o cuidado de que partir da realidade do aluno não significa substituir o saber escolar pelo saber cotidiano, já que o objeto da aprendizagem escolar não é o mesmo do saber cotidiano. O saber escolar serve, isto sim, para modificar o estatuto dos saberes que o aluno já aprendeu nas situações do dia-a-dia. Contextualizar é, pois, uma maneira de dar mais significado ao saber escolar. É uma didática que favorece a valorização do conteúdo por parte do aluno, que passa a reconhecer o saber escolar e aplicá-lo em seu dia-a-dia.

4.2 A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

4.2.1 ALGUMAS PRÁTICAS EDUCATIVAS MATEMÁTICAS

Tratando do saber matemático, deve-se observar que não existe uma única forma de conceber e trabalhar as idéias científicas ou matemáticas. Conforme a influência de concepções filosóficas, é possível falar em diferentes práticas educativas.

Tem-se assim, inicialmente, a visão do platonismo, em que os objetos matemáticos são idéias puras e acabadas, que existem em um mundo não-material e distante daquele que consideramos realidade imediata. Assim, a existência dessas idéias é independente do conhecimento que se tem do cotidiano.

Já numa proposta formalista, não se fala na existência *a priori* dos objetos matemáticos. A matemática consiste de uma série de regras formais, envolvendo símbolos, axiomas, definições e teoremas representando, assim, a atividade matemática. A atividade matemática é representada por uma seqüência lógica de regras. O significado dos elementos matemáticos passa a ter sentido no momento em que possam ser aplicados e contextualizados.

Numa proposta construtivista, tem-se o conhecimento construído a partir da experiência do aluno. O aprendizado se dá quando o aluno interpreta esse conhecimento. O aluno é sujeito ativo com base na sua experiência para dar o significado. O aprendizado é colaborativo, isto é, tem significado quando negociado através de suas múltiplas perspectivas e ocorre em situações realistas. Testar é parte do processo, e não uma atividade separada. Jean Piaget (1974) afirma que a aprendizagem é um processo de invenção pelo qual o aprendiz é o agente responsável. A lógica das crianças difere da dos adultos, assim, é necessário permitir à criança a construção do conhecimento.

Existem algumas correlações entre as atividades do aluno, do professor e do matemático que interessam ao estudo da didática, apesar de não serem passíveis de comparação essas atividades. Ao aluno cabe um estímulo para que sua atividade seja uma iniciação à “investigação científica”. Tal estímulo guarda uma relação com a atividade do matemático e do professor perante um processo de pesquisa.

O uso do raciocínio lógico e argumentativo é um dos objetivos da Educação Matemática; a resolução de problemas pode desenvolver o hábito do uso do raciocínio. Quando se fala na resolução de problemas, não se trata simplesmente do puro exercício da repetição, é preciso trabalhar problemas que valorizem a criatividade de resolução, que permitam estratégias pessoais de pesquisa para solucionar os problemas. É também interessante que sejam apresentados problemas que permitam mais de uma solução, que dêem oportunidade à criatividade e ao surgimento de novas estratégias, e que estas possam fluir na formação do raciocínio que o aluno utilizar para resolvê-los.

Pesquisa realizada por BECKER (1997) analisa a epistemologia do professor no dia-a-dia escolar, aponta que o professor, em sua prática docente,

trabalha de forma essencialmente empírica. O pesquisador constatou ainda uma prática pedagógica em que a repetição e a reprodução são fortemente utilizadas, tornando-se uma prática não-refletida, que não leva o aluno a se preparar para situações novas e muito menos a adaptar tais situações ao seu cotidiano.

Um dos problemas da exposição teórica dos conceitos matemáticos de forma linear, apresentando seus teoremas, suas demonstrações e exercícios em que o aluno é direcionado a ter um modelo é que ficam obscurecidos os avanços e retrocessos, dúvidas e erros cometidos na etapa em que o matemático formulava conjecturas sobre o tema estudado. Desaparece, dessa forma, a construção do conceito matemático envolvido. Excluindo as dificuldades encontradas no transcórre do processo de criação, o professor está, na realidade, dificultando o exercício da criatividade do aluno para a resolução de um problema novo.

4.2.2 A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS E A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

A contextualização da Matemática faz-se necessária devido ao caráter eminentemente social de seus conceitos. Dependendo do meio, é mais relevante considerar determinados enfoques. Dentro de uma sociedade com um alto desenvolvimento tecnológico, por exemplo, há alguns conceitos que lhe são pertinentes, enquanto que, numa sociedade rural, outros conceitos são mais apropriados.

O currículo de matemática tem vivenciado muitas transformações nas últimas décadas. A tendência atual parece ser a de se desvincular de uma formação mais abstrata para encaminhar uma formação mais inserida no contexto social do aluno.

Buscando uma maior contextualização, os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) – PCNs têm sua fundamentação baseada na Teoria dos Campos Conceituais do psicólogo francês Gerard Vergnaud (VERGNAUD, 1993).

A primeira visão importante de Vergnaud sobre Educação Matemática é que esta se dá numa certa sociedade, numa instituição de ensino, e que apresenta objetivos diferentes: a própria Educação Matemática e a educação de cidadãos de diferentes classes sociais. As diferenças sociais não modificam o conhecimento matemático, mas permitem uma visão diferente das necessidades e formas de conceber o saber. Considerando que a origem do conhecimento tem características locais, pois os estudantes quando se defrontam com uma situação nova procuram utilizar-se de experiências anteriores para enfrentá-la, as competências vão-se desenvolvendo por meio de experiências tanto de dentro quanto de fora da escola.

Segundo Vergnaud, um campo conceitual é um conjunto de situações cujo domínio progressivo exige uma variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas em estreita conexão. Nessa perspectiva, a construção de um conceito envolve três elementos, simbolicamente podendo ser representados por $f(S,I,R) = \text{campo conceitual}$ uma função que depende desses três elementos. O **S** é um conjunto de situações que dá significado ao objeto; o **I** um conjunto de invariantes que trata de propriedades dos objetos, e o **R** um conjunto de representações simbólicas que permite relacionar o significado com as propriedades do objeto.

Assim, Vergnaud afirma que cabe ao professor a tarefa de identificar quais conhecimentos os alunos sabem explicitar e quais os que eles usam corretamente mas ainda não explicitam. A idéia torna-se complexa devido ao fato de que o conceito matemático vem de uma série de situações, e não é possível atribuir a cada ação um conceito.

Assim, ao avaliar uma determinada situação de aprendizagem, pode-se vê-la sob três aspectos: (1) acerto e erro – em caso de acerto, deve-se analisar quais os meios utilizados pelo aluno para obter sucesso, ou, em caso de erro, a análise permitirá ao professor conhecer as dificuldades encontradas pelos seus alunos; (2) o tipo de estratégia utilizada – mais ou menos competente, mais ou menos econômica; (3) capacidade de escolher o melhor método para resolver o problema na situação apresentada.

A Teoria dos Campos Conceituais e a do significado do saber escolar concorrem juntas para a realização da aprendizagem da matemática. Como a

matemática oferece uma estruturação progressiva dos conceitos, a Teoria dos Campos Conceituais torna-se pertinente ao seu próprio ensino.

As pesquisas que fundamentaram o desenvolvimento da Teoria dos Campos Conceituais dizem respeito à compreensão do estudo das operações aritméticas fundamentais. Um dos aspectos da teoria é valorizar o trabalho com a diversidade de situações, em que aparecem invariantes conceituais. Isso faz com que o saber escolar tenha mais significado para o aluno, visto que há uma proximidade deste com as situações apresentadas.

A Teoria dos Campos Conceituais procura estudar o significado dos conceitos no contexto escolar, sem perder de vista suas raízes epistemológicas.

Quando trabalhamos pedagogicamente com resolução de problemas como uma sucessão de adaptações que o aluno realiza utilizando-se do saber escolar e de situações da sua vida cotidiana, o conhecimento do aluno alcança um novo nível, pois entram não apenas conhecimentos anteriores, mas também a capacidade de coordenar informações frente a uma nova situação.

Vergnaud aponta que, para o aluno, o sentido de conceito está fortemente relacionado à resolução de problemas. Nesse contexto, o aluno pode desenvolver a compreensão inicial dos conceitos e teoremas matemáticos. É difícil que, de início, apenas com exposições teóricas, os conceitos matemáticos possam ser significativos, visto que, por terem um caráter abstrato e geral, para o aluno torna-se mais fácil a compreensão quando ele mesmo o constrói e o formula.

Por outro lado, a apresentação dos problemas não pode ficar restrita apenas ao aspecto empírico, é necessário uma gradativa adequação do nível cognitivo do aluno aos aspectos teóricos envolvidos.

Assim, o aluno contribuindo com o saber cotidiano, e o professor associando-o ao saber escolar, de uma forma adaptativa, há uma aproximação do saber científico e a conseqüente formação e construção do conceito matemático.

Portanto, uma didática que valorize o conhecimento do aluno, que favoreça o desenvolvimento do saber escolar, cria condições de acesso ao saber científico.

No momento em que se valorizam as ações dos alunos, o conhecimento torna-se operacional e se constitui no ponto de partida para a construção do conceito. Como, quando a criança chega à escola, o saber cotidiano é um elemento forte na sua formação, não pode o professor desprezar essa situação. Usando instrumentos próprios do seu meio, pode o professor fazer transposição para o saber escolar. É o caso, por exemplo, das tecnologias de informação, com que o aluno já está familiarizado, a qual o professor deve se utilizar e propor que problemas levem o aluno à construção de conceitos matemáticos por meio dessa ferramenta.

A Teoria dos Campos Conceituais abre espaço, portanto, na consideração da dimensão experimental, para a formação da síntese do saber escolar.

Partindo de componentes anteriores, a formação do conceito se dá por meio de uma síntese desses. Assim, em geometria, por exemplo, ao se estudar o conceito de quadrado, estaremos na realidade trabalhando noções de segmentos de retas, ângulos retos, congruência de segmentos, ponto, perpendicularismo, entre outras. Por meio de um *software* de geometria dinâmica, trabalhando essas noções, pode-se chegar ao conceito de quadrado.

4.2.3 A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS E AS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO

A construção de conceitos é um elemento fundamental para a prática pedagógica, pois está fortemente ligada ao aspecto da aprendizagem. Com esse vínculo, e com o uso das novas tecnologias de informação na educação, surgem questões relativas à construção de conceitos tendo os computadores como ferramentas.

O referencial da Teoria dos Campos Conceituais na construção dos conceitos, associado à diversidade das formas de expressão de um conceito em situações significativas para o aluno, faz dessa teoria o meio ideal para a inserção da informática na prática educativa, já que a diversidade de situações possíveis e a

preservação do aspecto conceitual do saber escolar reforçam uma prática pedagógica de valorização dessas tecnologias. Assim, a prática pedagógica não pode se resumir à comunicação e repetição dos saberes acumulados ao longo da história. Deve isso valorizar o tratamento desses saberes, alcançando novas competências exigidas pela informatização da cultura e do trabalho. No momento em que o aluno vivencia sua criatividade, autonomia e produção adquire competência para a construção do conceito. Cabe à didática essa tarefa.

O problema da apresentação do conteúdo dentro de um contexto significativo para o aluno é um aspecto importante a ser levado em conta, pois, caso contrário, pode-se perder a dimensão dos valores educativos. Com esse vínculo entre o contexto do aluno e os conteúdos fica mais fácil alcançar os objetivos da educação. Como a Educação Matemática visa a contribuir para a autonomia intelectual do aluno e o saber escolar a compreender o mundo em que ele vive, deve-se considerar que há muitas situações além da sala de aula que podem contribuir para a construção de conceitos matemáticos.

Uma tendência tradicional no ensino da matemática é a valorização, em excesso, da memorização de fórmulas, regras, definições, teoremas e demonstrações. Assim os problemas propostos são, nesse caso, mais voltados à reprodução de situações já apresentadas do que à compreensão conceitual.

Na educação a preocupação principal deveria ser a construção de esquemas para o entendimento de conceitos. O ensino deveria se dedicar a induzir os alunos a fazerem estas construções e ajudá-los ao longo do processo.. [...]Aprender envolve abstração reflexiva sobre os esquemas já existentes, para que novos esquemas se construam e favoreçam a construção de novos conceitos. [...]Um esquema não se constrói quando há ausência de esquemas pré-requisitos..."(DUBINSKY, 1991 apud GRAVINA; SANTAROSA, 1998. p. 7)

A prática da valorização da aprendizagem de conceitos não é muito comum, o que acaba por não contribuir muito para a capacitação e autonomia do aluno para enfrentar os desafios da sociedade tecnológica. Por isso, faz-se necessária a

reestruturação e a abertura de novos espaços para uma educação mais significativa, mais voltada à formação de conceitos.

A idéia, até há algum tempo reinante e ainda aceita por alguns professores, de que apenas o registro de informações já representava uma aprendizagem, nos dias de hoje, com a utilização da informática, já não tem mais como se manter. O conhecimento exigido atualmente, com toda a tecnologia de que o aluno se cerca, é muito mais do que apenas acumular informações, é, antes, ter competência no tratamento destas. O aluno precisa estar apto a processar as informações transformando-as em conhecimento.

Nesse sentido, a aprendizagem por adaptação e a resolução de problemas novos tornam-se compatíveis com as exigências da era tecnológica para a educação, pois dão, sobretudo à Matemática, um significado maior do que a simples memorização e repetição de modelos prontos.

Quando o aluno está pesquisando a solução de um problema por meio de um *software*, diversos procedimentos de raciocínio ocorrem, uma riqueza de idéias provenientes do imaginário do aluno pode surgir.

Quando o aluno realiza experimentações para a resolução de um problema, o conhecimento é de natureza mais intuitiva do que teórica. Nesse momento, o essencial não é a explicitação de teorias. Já na situação de formulação, o aluno procura explicar a solução de um problema encontrada por meio de uma referência teórica, apresentando um raciocínio mais elaborado, utilizando informações anteriores.

Procurar deixar o aluno chegar à solução, sem forçá-lo e sem dar-lhe diretamente o caminho, é a situação ideal de aprendizagem. Caso contrário, o aluno poderia ser induzido à solução pela posição do professor. Na literatura francesa de educação matemática, essa situação é chamada de *efeito Topázio*, em analogia a uma passagem do romance Topázio, do escritor francês Marcel Pagnol, em que se descreve a cena de um professor se esforçando para que seus alunos tenham sucesso na realização de um ditado. Sentindo que o aluno pode cometer um erro de concordância ao escrever “os carneiro”, o professor, na esperança de ajudá-lo, soletra a expressão “os carneiros” dando ênfase excessiva à existência da letra “s”. Assim, o aluno acaba

escrevendo com a letra “s”, não por uma verdadeira compreensão do seu significado, mas por indução do professor.

Este é o caso de uma boa parte dos professores que tomam para si, indevidamente, uma parte essencial da tarefa de compreensão do problema. Ocorre, assim, a simples transferência de conhecimento acabado. Dessa forma, o resultado é aparentemente satisfatório, pois se consegue uma resposta imediata, mas a aprendizagem fica esvaziada ao se retirar do aluno a oportunidade de participar ativamente na construção do conceito estudado.

Nesse modelo de didática, de certa tendência tradicional, acredita-se na possibilidade da aprendizagem ocorrer pela repetição de modelos e regras. O professor “passa” para o aluno o modelo de resolução de problemas.

Hoje, pelas novas competências exigidas, o aluno precisa ser mais criativo, autônomo, ter iniciativa para enfrentar as condições que as tecnologias digitais apresentam.

4.3 UMA VISÃO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

A disciplina de matemática pode ser vista como uma estratégia de trabalho para explicar, entender e manejar a realidade sensível, perceptível, e conviver com ela e com seu imaginário, dentro de um contexto natural e cultural.

Para manter o conhecimento e, desenvolver o indivíduo e a coletividade, para satisfazer suas necessidades de sobrevivência e satisfação, entra a educação, como uma estratégia de estímulo ao conhecimento.

O ciclo de aquisição individual e social do conhecimento passa por um processo cumulativo, por meio do qual o saber é gerado, organizado e difundido. Assim aparece a idéia de contexto, visto que, esse saber está subordinado ao contexto natural, cultural e social.

O conhecimento estudado é normalmente fruto da história do indivíduo e da coletividade, de conhecimentos anteriores individuais e coletivos, com vista a uma

utilização futura. Os conhecimentos armazenados são processados e resultam em estratégias de ação que dão origem a novos fatos, que são incorporados à realidade. Assim, pode-se ver o processo de aprendizagem como um elo entre passado e futuro, onde as informações são processadas, e esse processo como uma ação para modificar a realidade.

A comunicação enriquece o processo de gerar conhecimento, pelo intercâmbio entre o conhecimento do passado, historicamente propagado, e o conhecimento atual e o de outros contextos sociais.

Vive-se hoje um período em que os meios de captar informação e o processamento da informação de cada indivíduo encontram nas comunicações e na informática instrumentos auxiliares de alcance inimaginável em outros tempos. A teleinformática apresenta um grande potencial para a interação entre indivíduos.

A história da matemática é um elemento fundamental para se perceber como teorias e práticas matemáticas foram criadas, desenvolvidas e utilizadas num contexto específico de sua época. Saber por que e quando se resolveu elevar o ensino da matemática à importância que tem hoje, são conhecimentos fundamentais para se fazer qualquer proposta de inovação em Educação Matemática. A maior parte dos conteúdos previstos na estrutura curricular consiste de coisas acabadas, mortas e absolutamente fora do contexto moderno. Torna-se cada vez mais difícil motivar os alunos para uma ciência cristalizada pelo tempo.

Em seu livro *Educação Matemática da Teoria à Prática*, Ubiratan D'Ambrosio (D'AMBROSIO, 2003) afirma:

Não é de se estranhar que o rendimento esteja cada vez mais baixo, em todos os níveis. Os alunos não podem agüentar coisas obsoletas e inúteis, além de desinteressantes para muitos. Não se pode fazer todo aluno vibrar com a beleza da demonstração do teorema de Pitágoras e outros fatos matemáticos importantes (p. 59).

Mais adiante, comenta que:

Na década de 1970 surgiram, a um preço acessível, as calculadoras, que representam uma grande revolução, ainda em processo, no ensino da matemática. Vejo o aparecimento das calculadoras como tendo um impacto equivalente à introdução da numeração indo-arábica na Europa, no século XIII. É importante notar que a partir da publicação do *Liber abbaci*, a numeração indo-arábica levou cerca de 200 anos para efetivamente se impor na Europa e ser o determinante do novo pensar a partir do Renascimento. Não é de se estranhar que ainda haja algumas pessoas que se declaram contra o uso das calculadoras.

Situação análoga pode-se encontrar quanto ao uso de computadores como recursos para a educação.

Se hoje não se pode conceber a vida moderna sem o papel impresso, da mesma forma como este entrou em todos os setores da sociedade, também o computador vem ocupando seu espaço. A teleinformática, compreendida por rádio, telefone, televisão e computadores, vem se impondo de forma marcante nos dias de hoje. Assim, é natural a sua entrada na educação, e é necessário que os professores se familiarizem com mais esse recurso. Em uma comparação feita por Ubiratan D'Ambrosio sobre a resistência ao uso de computadores na educação, o mesmo afirma:

Ou os educadores adotam a teleinformática com absoluta normalidade, assim como o material impresso e a linguagem, ou serão atropelados no processo e inúteis na sua profissão. Procure imaginar um professor que rejeita os meios mais tradicionais: falar, ver, ouvir, ler e escrever. Lamentavelmente ainda há alguns que só praticam o falar!. (D'AMBROSIO, 2003, p 60)".

A forma de se abordar a Matemática deve ser diferente, conforme os meios utilizados, bem como os objetivos a serem alcançados precisam de outros meios de medição. Utilizar apenas exposições teóricas, em que os conteúdos são apenas repassados aos alunos, e realizar uma prova final, com o objetivo de medir quanto o aluno é capaz de reproduzir os exercícios-modelo apresentados, não concorre para uma educação que visa à autonomia. Há a necessidade de uma reformulação de

conteúdos e objetivos, visando a uma utilização mais adequada aos tempos de hoje, que é a realidade que cerca o aluno, geralmente inserido num mundo informatizado.

Ubiratan D'Ambrosio (2003, P 69) afirma:

É, sem dúvida, as dificuldades de implementação do uso de calculadoras e computadores nas escolas esbarram com insistência de se querer manter os conteúdos e os objetivos tradicionais: habilidade em operações e resolução de problemas-tipo. Calculadoras e computadores devem ser acompanhados por uma reformulação de conteúdos, deixando de lado coisas que só se justificam por estar no programa há muito tempo, e passando para coisas modernas, que não poderiam ser abordadas sem essa tecnologia. E o objetivo não é, naturalmente, ter alguém capacitado a repetir coisas desligadas da realidade de hoje, isto é, passar em testes e exames que são absolutamente artificiais.

Ainda quanto à educação tradicional, de mera repetição de modelos e treinamento exaustivo de tarefas específicas, pode-se dizer que apresenta resultados muito pobres.

Ubiratan D'Ambrosio, ao afirmar que os alunos que passam pelo exercício da repetição descontextualizada, saíam capacitados como mão-de-obra para execução de trabalhos de rotina, pergunta-se: *“Mas como será sua participação ampla numa sociedade moderna e democrática ? Como fica o componente crítico, que deveria ser dominante num modelo educacional conduzido para a cidadania plena ? Como pensar o indivíduo na plenitude de seu ser e ao mesmo tempo integrado na sociedade ?”*

Se a Educação Matemática pode ser vista como uma estratégia para facilitar o desenvolvimento do potencial de cada indivíduo, é fácil ver que a mera repetição de modelos impede o desenvolvimento desse potencial.

Para fundamentar a idéia de que se trabalha a mera repetição de problemas e o adestramento do aluno em resolvê-los, D'Ambrosio propõe o seguinte exercício:

Dê uma prova, corrija normalmente e divulgue os resultados sem comentários adicionais. Três meses depois dê a mesma prova aos mesmos alunos – *claro, sem avisar* – corrija e confronte os resultados. Se você está ensinando equações utilizando a, b, c, \dots como coeficientes e pedindo para achar o valor das incógnitas x, y, \dots dê uma prova usando x, y, z, \dots como coeficientes e pedindo para calcular a, b, c, \dots – *claro sem prevenir*. (2003, p. 76)

Essa idéia de trabalho mostra que a avaliação mediante testes e exames diz muito pouco sobre aprendizagem. Os alunos passam em testes para os quais são treinados. Portanto, há uma clara confusão entre os conceitos de **aprendizagem e treinamento**.

No trabalho desenvolvido com os alunos na subseção 7.4, procurou-se dar ênfase, mais no aspecto de os alunos construírem os conceitos matemáticos sobre funções, do que meramente o cálculo de valores nas mesmas.

5 A TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Vive-se hoje em uma sociedade de bases tecnológicas, em que há mudanças contínuas, em ritmo acelerado. Portanto, não é mais possível ignorar as alterações que a tecnologia de informação provoca na forma como as pessoas vêem e aprendem as coisas que as cercam. Muito menos é possível desprezar o potencial pedagógico que tais tecnologias apresentam na educação. Hoje o computador já é considerado um meio valioso no processo ensino-aprendizagem, cabe à escola, por meio de uma proposta pedagógica atual e consistente, a sua utilização de forma mais coerente.

A utilização de computadores e *softwares* educacionais precisa ser feita de forma a contribuir para que o aluno compreenda conceitos, reflita sobre eles e, conseqüentemente, conclua novos significados para sua realidade, tornando-se, assim, um sujeito ativo do processo de aprendizagem.

Construir a capacidade de construir significa, pois, saber pensar, aprender a aprender para melhor intervir e inovar. Sinaliza outra forma de trabalhar com os alunos na escola, na qual estes precisam necessariamente ser agentes dinâmicos do negócio. Não desaparece a aula, mas se torna expediente secundário e intermitente. O professor que não sabe nada dá aula. Quem sabe trabalha junto com os alunos e os faz trabalhar ativamente. [...] Ensino representa treinamento, instrução, informação, enquanto educação pretende ser processo formativo, ou seja, de dentro para fora, sempre participativo, baseado na (re)construção da competência emancipatória do sujeito. (DEMO, 2002, p 17).

Perrenoud, em sua obra *Dez Novas Competências para Ensinar*, destaca que, para o professor, uma das dez competências é a de conhecer as possibilidades e dominar os recursos computacionais existentes. Cabe ao professor atualizar-se constantemente, buscando novas práticas educativas que possam contribuir para um processo educacional qualificado. (PERRENOUD, 2000). Nesse contexto, ele se torna indispensável como orientador no processo de aprendizagem.

Um dos maiores problemas na educação decorre do fato que muitos professores consideram os conceitos matemáticos como objetos prontos, não percebendo que esses conceitos devem ser construídos pelos alunos... De alguma maneira os alunos devem vivenciar as mesmas dificuldades conceituais e superar os mesmos obstáculos epistemológicos encontrados pelos matemáticos... Solucionando problemas, discutindo conjecturas e métodos, tornando-se conscientes de suas concepções e dificuldades, os alunos sofrem importantes mudanças em suas idéias... (VERGNAUD, 1990).

Segundo Gravina e Santarosa (1998), *“a aprendizagem da matemática depende de ações que caracterizem o ‘fazer matemática’: experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e enfim demonstrar”*. Quando o aluno coloca-se como sujeito ativo, investigando e explorando, orientado por um professor preparado para colocar-se na postura de mediador, a formalização e a concretização mental de conceitos tratam-se, simplesmente, de uma conseqüência do processo.

O professor deve projetar desafios que estimulem o questionamento, a colocação de problemas e a busca de solução. Os alunos não se tornam ativos aprendizes por acaso, mas por desafios projetados e estruturados, que visem à exploração e investigação (RICHARDS, 1991 apud GRAVINA; SANTAROSA, 1998. p. 6).

Segundo Perrenoud (2000), por parte do professor, supõe-se que tenha competência para criar situações desafiadoras, utilizando recursos didáticos variados, até mesmo aqueles que tenham sido desenvolvidos para outros fins – destaca, nesse contexto, os *softwares* educacionais e os aplicativos de uso geral, já incorporados ao cotidiano de várias tarefas intelectuais. Para que ambientes de aprendizagem baseados em computadores venham a possibilitar ganhos pedagógicos é necessário que sejam realizadas atividades fundamentais no processo de desenvolvimento do conhecimento.

Para descrever a inserção da informática na educação, é conveniente a orientação por algumas referências teóricas para que as observações não se percam no reino delirante das opiniões.

Algumas leituras como Deleuze e Guattari (1996), Bachelard (1996), Lévy (1996), entre outros, lançam conceitos por meio dos quais interpreta-se o problema das relações entre os novos recursos digitais e as práticas educativas.

Entende-se que uma nova mídia, como a informática, abre possibilidades de mudanças dentro do próprio conhecimento e que é possível haver uma ressonância entre uma dada pedagogia, uma mídia e uma visão de conhecimento. Isto não quer dizer, no entanto, que exista uma relação biunívoca entre conhecimento e pedagogia ou entre mídia e pedagogia.

A tecnologia de informação pode ser considerada uma tentativa de superar problemas de práticas do ensino tradicional vigente. Assim, o enfoque experimental explora ao máximo as possibilidades de rápido *feedback* das mídias informáticas e a facilidade de geração de inúmeros gráficos, tabelas e expressões algébricas.

Os computadores, reorganizam o pensamento. A visão de pensamento aqui adotada inclui a formulação e a resolução de problemas e o julgamento de valor de como se usa um dado conhecimento.

Bachelard (1996), quando desenvolve uma análise da questão da variabilidade do entendimento lógico, faz uma crítica ao predomínio absoluto da chamada lógica aristotélica e de suas manifestações na constituição do pensamento científico. O hábito de pensar estritamente em função da lógica do terceiro excluído está, no entanto, de tal forma enraizado em nosso espírito que sentimos dificuldades em flexibilizar nossas concepções.

O que o aluno não chega a perceber é que a aparente organização com que as teorias são apresentadas nos livros está longe de representar a realidade dos conflitos e o vaivém de tentativas de solução de problemas, até que um novo conceito matemático seja deduzido.

No plano pedagógico, uma hierarquia absoluta não pode ser imposta, porque todo conceito constitui-se de uma singularidade, com uma personalidade própria, não limitada a um modelo formatado.

Da mesma forma, o conhecimento escolar deve partir daquilo que o aluno traz de sua experiência cotidiana; não se deve estabelecer uma única via de acesso

aos saberes oficiais. Insistir em tal prática é, talvez, uma das principais razões da exclusão e da reprovação na escola.

Fazendo uso de noções procedentes do pensamento de Bachelard (1996), toda análise teórica deve ser submetida a uma permanente verificação experimental, da mesma forma que toda experiência deve ser submetida à validação de uma referência racional. É a permanente integração entre a dimensão racional e sua projeção no plano experimental, uma aplicação do conceito de racionalismo aplicado.

Conforme observa Pierre Lévy (1996), a conquista da escrita representou um salto qualitativo para a ampliação da própria racionalidade, pois, registrando o conhecimento através da escrita, a capacidade de expressão oral e a inteligência se desenvolvem em função do uso da nova linguagem.

Ainda, segundo Lévy (2003), o conhecimento por simulação é um dos “novos gêneros de saber” que o suporte das redes informatizadas transporta para todos os lugares. Programas específicos de simulação permitem uma percepção mais ampla do que aquela possível pela representação gráfica de casos particulares. Por mais qualitativa que seja essa representação, sobre o papel será sempre estática. Esta diferença é marcante porque permite incorporar à aprendizagem o uso de um novo modelo cognitivo.

Assim é que, com o uso das tecnologias de informação na escola, aquelas experiências que não podiam ser ainda realizadas, quer pela limitação de laboratórios, ou pela amplitude de seus elementos, tornam-se possíveis através da simulação.

A vantagem do uso de uma simulação é auxiliar o usuário a tomar decisões.(Pais, 2002. p. 157)

Na compreensão da cultura digitalizada, a aprendizagem não mais significa flutuar como náufrago, em turbilhões de informações. É preciso saber o que fazer com elas, sintetizá-las em forma de algo que esteja sob o domínio do sujeito. (Pais,2002. p. 158)

Ao estudar o uso das tecnologias de informação no campo pedagógico, o interesse é ressaltar as potencialidades cognitivas que esses recursos podem despertar nos alunos, explorando as melhores formas de utilização para melhoria das condições de aprendizagem.

Assim, a inserção dos novos recursos das tecnologias de informação na educação pressupõe uma competência pedagógica para a estruturação de objetivos, metodologias e conteúdos apropriados a esse novo instrumento, dando origem a uma vasta área de pesquisa educacional.

O papel fundamental do professor já não é o de transmitir conhecimentos, porque qualquer recurso tecnológico dispõe de mais informação que o professor e, às vezes, pode, inclusive, transmitir melhor. Portanto, o papel fundamental do professor deveria ser, sobretudo, o de motivar situações de aprendizagem, o de canalizar ou organizar tais experiências.

O computador, símbolo e principal instrumento do avanço tecnológico, não pode mais ser ignorado pela escola. No entanto, o desafio é colocar todo o potencial dessa tecnologia a serviço do aperfeiçoamento do processo educacional, aliando-a ao projeto da escola com o objetivo de preparar o futuro cidadão. (MILANI, E. 2001, p. 175).

É necessário, portanto, um projeto pedagógico que valorize o uso de computadores como meio auxiliar de aprendizagem. O professor, ciente desse projeto, deve rever suas práticas pedagógicas, bem como seus objetivos. Não basta saber apenas utilizar o computador ou determinados *softwares*. É preciso compreender quais as vantagens de sua utilização para a organização do pensamento e a socialização da criança, e também inserir a tecnologia em uma abordagem dos conceitos estudados.

Mais importante que o software, em si, é o modo como ele será utilizado, pois dificilmente um software é, em termos absolutos, um bom software. Assim é: importante que a escolha do software se fundamente na proposta pedagógica de matemática da escola.

[...] para possibilitar ao aluno construir seu conhecimento, é preciso que o professor escolha um tipo de software adequado para isso. [...] É imprescindível que o professor tenha um profundo conhecimento do conteúdo que trabalhará e do software que adotará. Além disso, ele deve estar sempre interagindo com o aluno, questionando seus resultados, interpretando seu raciocínio e aproveitando os erros cometidos como forma de explorar os conceitos que não ficaram bem

esclarecidos. Assim, esse professor estará, claramente, utilizando o computador como uma ferramenta inteligente, enquanto ele desempenha um papel de facilitador entre o aluno e a construção do seu conhecimento. (CLAUDIO; CUNHA, 2001, p.174-175).

Ou seja, não se faz uma proposta de ensino para se usar um *software*; ao contrário, escolhe-se o *software* em função da proposta de ensino adotada.

Para Gladcheff, (2001), a utilização de *softwares* em aulas de matemática no ensino fundamental pode atender a objetivos diversos: ser fonte de informação, auxiliar o processo de construção de conhecimentos, desenvolver a autonomia do raciocínio, da reflexão e da criação de soluções.

Dentre todos os referenciais teóricos aqui apresentados, o principal para este trabalho é o da Teoria de Campos Conceituais de Vergnaud (1993), segundo a qual um conceito é definido a partir de três instâncias: suas propriedades invariantes, os sistemas de representações e as situações de uso. Aprender um conceito matemático, portanto, implica dominar um conjunto de propriedades de que emergem diferentes situações que são mediadas por diferentes sistemas de representações. Dominar um campo conceitual significa saber resolver problemas em situações diversas nas quais, determinado conceito está inserido.

Deve-se ter cuidado, pois, muitos *softwares* destinados à Educação Matemática evocam apenas uma estreita porção de um campo conceitual, sendo relevante facilitar a emergência de um grande número de situações que darão significado aos conceitos matemáticos. Assim, a qualidade de um *software* depende da possibilidade de os alunos construírem um vasto conjunto de situações, envolvendo um número relativamente importante de invariantes operacionais ou propriedades de objetos.

6 TESES E DISSERTAÇÕES SOBRE O USO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO NO ENSINO DA MATEMÁTICA

Tendo em vista a intenção de propor novas formas de trabalhar conceitos em matemática, destaca-se nesta seção, a importância das pesquisas em Educação Matemática. Sendo assim, apresentamos a seguir um “resumo” de algumas teses e dissertações que envolvem o uso de tecnologia de informação em relação à Educação Matemática.

Em sua Tese de Doutorado apresentada no programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, no ano de 2000, Leandro José Komosinski apresentou o tema *UM NOVO SIGNIFICADO PARA A EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA FUNDAMENTADO NA INFORMÁTICA COMO ARTEFATO MEDIADOR DA APRENDIZAGEM*. Nessa tese, o autor procura investigar relações entre a educação e a informática, utilizando-se do referencial teórico da Teoria da Atividade. Procura ainda compreender os efeitos da “informatização da sociedade” no âmbito dos processos formais de educação, em particular, aqueles que ocorrem no ensino superior nos cursos da área tecnológica.

O mesmo pesquisador chama a atenção para as mudanças “cosméticas”, isto é, aquelas que mudam apenas detalhes procedimentais na forma de ensinar, que não são compatíveis com as mudanças estruturais (ou conteudísticas) desejáveis. Afirma ainda que *“as mudanças nas formas de ensinar e de aprender são tão somente conseqüências das mudanças de concepção (paradigma) educacional”*.

A tese apresenta também o protótipo de um *software* educacional que implementa um conjunto de **atividades de aprendizagem** inspiradas na Teoria da Atividade. Este *software* define, assim, um espaço para o diálogo necessário à construção de significados.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, no ano de 2002, Gislaine Maria Rodrigues apresentou o tema *APRENDIZAGEM DE*

CONCEITOS MATEMÁTICOS EM AMBIENTES VIRTUAIS Procurando integrar educação e informática, em sua dissertação abordou a aprendizagem de conceitos matemáticos com o uso do computador como mediador. Buscou fundamentação na teoria de David Ausubel procurando destacar a aprendizagem significativa, para a qual as atividades devem ter significado e interesse para o aluno, quando estão sendo desenvolvidas. Concluiu que essa inovação pedagógica oferece aos alunos condições de aprendizagem de conceitos matemáticos e que o ambiente virtual proposto é um recurso didático que torna o conteúdo mais intuitivo e interessante.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, no ano de 2002, Aécio Alves Pereira tratou do tema *UM AMBIENTE COMPUTACIONAL PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS*. Esse trabalho apresenta uma abordagem sobre as questões didáticas e pedagógicas que permeiam a utilização de computadores no processo educacional e propõe uma nova metodologia para o ensino-aprendizagem de conceitos matemáticos, baseada nos modelos construtivista e construcionista. Faz uso de uma atividade exploratória, construindo conceitos e conhecimentos, mediante um pensar consistente. No que se refere ao desenvolvimento desta proposta, é apresentado um *software* computacional para aprendizagem matemática desvinculado da forma tradicional de ensino. O *software* apresentado foi desenvolvido em linguagem DELPHI 6.0, executado em ambiente Windows, contemplando os conteúdos referentes às funções trigonométricas.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, no ano de 2002, Elaine Regina Amador Perroni tratou o tema: *EDUCAÇÃO E INFORMÁTICA: O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO LÓGICO MATEMÁTICO DA CRIANÇA COM NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECIAIS*. Em sua pesquisa, analisa o uso da informática na prática pedagógica no desenvolvimento do pensamento lógico-matemático de crianças com necessidades educativas especiais na área cognitiva. A pesquisa foi realizada com crianças cuja idade varia de 8 a 12 anos, em

nível de alfabetização, com seus pais e com seus professores. O ambiente de investigação foi uma escola de educação especial que desenvolve uma experiência pedagógica mediada por recursos informatizados. As informações foram analisadas por meio das categorias conceituais eleitas para observar o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático das crianças numa prática pedagógica mediada pelo uso de *softwares* no ensino da matemática. A pesquisadora concluiu que a influência do uso do computador é positiva no processo de desenvolvimento educacional das crianças com necessidades educativas especiais. O aluno deixa de ser um mero receptor de informações e torna-se o responsável pela codificação de informações e reelaboração de seus conhecimentos, superando seus limites e suas necessidades ao explorar o apoio do computador para superar seus limites de memória, de concentração, de compreensão do mundo, e de seus próprios raciocínios, já que podem vê-los na tela, explicitados.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Ciências de Computação da Universidade de São Paulo, no ano de 2001, Ana Paula Gladcheff apresentou o tema: *UM INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PARA SOFTWARE EDUCACIONAL DE MATEMÁTICA*. Nesse trabalho, a autora propõe um instrumento de avaliação de qualidade para *softwares* educacionais de matemática direcionado ao ensino fundamental. Afirma, ainda, que o bom uso que se possa fazer dessa ferramenta na sala de aula depende da escolha de *softwares*, em função dos objetivos que se pretendem atingir e da concepção de conhecimento e de aprendizagem que orienta o processo. O estudo baseou-se tanto em aspectos técnicos (funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, manutenibilidade, portabilidade) como em aspectos educacionais (pedagógicos, psicopedagógicos, socioculturais, cognitivos e lúdicos). Assim, uma avaliação de produtos de *software* educacional pode ser realizada, a fim de que seja reconhecido o quanto aplicável um produto pode ser, a partir dos objetivos traçados.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, no

ano de 2002, Luiz Elpídio de Melo apresentou o tema: *O HIPERTEXTO NA APRENDIZAGEM DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*. Neste trabalho o pesquisador afirma que as teorias pedagógicas aplicadas à informática geram novos paradigmas de gerenciamento do conhecimento. Ainda enfatiza que o ensino da matemática, por razões diversas, não incorporou a tecnologia ao cotidiano da prática escolar, portanto depara-se com o desafio de utilizar o computador como veículo de informação. O computador é um poderoso instrumento de comunicação, porque integra diversas mídias. A pesquisa sobre educação da matemática, história do cálculo e informática na educação, fundamentou a arquitetura de um hipertexto, de cálculo diferencial e integral. Este trabalho descreve um estudo de caso de aprendizagem, em Curso de Licenciatura em Matemática, neste hipertexto.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, no ano de 2002, Ana Beatriz Lott Macintyre apresentou o tema: *TECNOLOGIA E PRAZER, O ENSINO DA MATEMÁTICA APLICADO AO CURSO DE ADMINISTRAÇÃO*. A autora afirma que a educação está diretamente ligada ao processo de aprendizagem e não é necessário que este processo seja doloroso. Ele deveria vir acompanhado de uma sensação de prazer, pois quando o prazer está ausente, a aprendizagem torna-se algo meramente instrucional. A questão da qualidade cognitiva e social da educação deve ser encarada primordialmente a partir das experiências do prazer de se estar aprendendo. Não há verdadeiro processo de aprendizagem sem conexão com as expectativas e a vida dos aprendentes. É preciso substituir a pedagogia das certezas e saberes prefixados por uma pedagogia que saiba trabalhar conceitos transversáveis, abertos para a surpresa e o imprevisto. A pesquisadora percebeu em sua experiência em salas de aula no Curso de Administração os olhares de terror dos alunos ao tomarem conhecimento da matéria a ser lecionada. Eles não conseguiam enxergar a marcante presença da matemática na vida de um administrador. Na opinião da autora, é através da aplicação prática de conceitos matemáticos que se tem uma grande e eficiente ferramenta na administração de uma empresa. A sugestão da autora do trabalho é o uso de novas tecnologias, em que o computador e seus aplicativos

específicos para as áreas da matemática enriqueçam os ambientes de aprendizagem em sala de aula. O objetivo do trabalho é determinar e desenvolver novas tecnologias e formas pedagógicas que possibilitem ao aluno sentir prazer e não ansiedade e insegurança, à medida que adquire novos conhecimentos matemáticos com experiências práticas e reais dentro de sua futura profissão. De acordo com os resultados obtidos, foi possível verificar o melhor desempenho das turmas em que a modelagem matemática foi empregada, pois, uma vez verificada a utilização das teorias, os alunos se mostraram mais abertos aos novos conhecimentos. O reflexo disso foi um sentimento de prazer e uma maior participação nas aulas e, conseqüentemente a um nível superior de notas.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, no ano de 2002, José Manuel Ribeiro de Melo defendeu o tema *CONCEITO DE INTEGRAL: UMA PROPOSTA COMPUTACIONAL PARA SEU ENSINO E APRENDIZAGEM*. Considerando que o ensino e a aprendizagem de cálculo diferencial e integral focado numa prática metodológica “tradicional” baseada em definições, teoremas, propriedades, exemplos e exercícios vinha apresentando um índice muito alto de abandono e repetência, o pesquisador procurou estudar a utilização de novas tecnologias computacionais como ferramentas didáticas no curso de cálculo, objetivando reverter esse quadro. Nesse trabalho, optou por uma metodologia qualitativa, baseada na realização de uma seqüência de ensino, trabalhando com duplas de estudantes em um ambiente computacional. Nessa metodologia, o computador foi utilizado para dar significado ao conceito de integral. As várias etapas da seqüência foram elaboradas de modo que permitissem aos alunos construir conceitos que, no final delas culminassem na significação do conceito de integral. A sua utilização permitiu o surgimento do processo de visualização, a simulação, o aprofundamento do pensamento matemático, as conjecturas, as refutações e validações. Os resultados evidenciaram que, num ambiente computacional, o ensino-aprendizagem passou a ser mais significativo, contextualizado e motivante, tanto para alunos quanto para professores.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, no ano de 2003, Vera Lúcia de Oliveira Ferreira Martins, apresentou o tema *ATRIBUINDO SIGNIFICADO AO SENO E AO COSSENO, UTILIZANDO O SOFTWARE CABRI-GÉOMÈTRE* com o qual procurou introduzir o conceito de seno e cosseno de forma coordenada, partindo do triângulo retângulo, passando pelo ciclo trigonométrico e finalizando com os gráficos das funções correspondentes, tentando propiciar aos alunos, condições para atribuir significado a tais conceitos. Para isso, elaborou uma seqüência didática composta de atividades, com o intuito de investigar se alunos do 2º ano do Ensino Médio, que já haviam trabalhado com trigonometria no triângulo retângulo e no ciclo trigonométrico, poderiam, por meio dela, e com auxílio do *software Cabri-Géomètre*, utilizar esses conhecimentos na construção dos gráficos das funções seno e cosseno. A elaboração e análise da seqüência de ensino apoiaram-se em elementos da dialética ferramenta-objeto e na noção de interação entre domínios, de Régine Douady. A aplicação das atividades ocorreu no ano de 2002 em uma escola da rede estadual de ensino, da região central da cidade de São Paulo. O grupo participante era composto de 16 alunos. No decorrer da resolução das questões propostas, e pelos resultados obtidos, verificou-se que o *software Cabri-Géomètre* se mostrou bastante eficaz, auxiliando os alunos a associarem os conceitos já estudados no triângulo retângulo e no ciclo trigonométrico com as funções seno e cosseno. Os resultados obtidos também apontaram que a maioria dos alunos percebeu que o seno e o cosseno estudados no triângulo retângulo não diferem daqueles estudados no ciclo trigonométrico, e mais, que a senóide e a cossenóide retratam fielmente esses conceitos.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, no ano de 2004, Ana Cristina Andrejew Ferreira apresentou o tema *O USO DO COMPUTADOR COMO RECURSO MEDIADOR NA DISCIPLINA DE MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO*,. Em sua dissertação, considerou o uso de

softwares, tutoriais, *sites*, *applets*, portais e planilhas no ensino de matemática. Trabalhou com a planilha do Excel e o *Software Winmat* junto com os alunos do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os alunos desenvolveram atividades com a ajuda dos dois recursos (planilha do Excel e o *Software Winmat*), baseadas na pedagogia contemporânea e preencheram um questionário sobre suas impressões a respeito do uso do computador na aprendizagem da matemática no Ensino Médio. Ao final, a pesquisadora concluiu que o computador pode auxiliar alunos e professores a explorar a matemática de uma forma diferente, mais dinâmica e criativa.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, no ano de 2004, Maria Helena Sório de Carvalho apresentou o tema *USO DE SOFTWARE NO ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA INVESTIGAÇÃO NA REDE ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO DE PORTO ALEGRE*, com o qual procurou, num primeiro momento, coletar informações de como os professores de matemática da Rede Estadual de Ensino de Porto Alegre conhecem o laboratório de informática de sua escola (se a mesma o possui), se buscam atualizações no uso de novas tecnologias educacionais, se usam *softwares* e/ou aplicativos específicos em *JAVA*, para conteúdos de matemática, ou usam outros programas, tanto para elaborar seus materiais didáticos quanto administrativos, se possibilitam aos seus alunos atividades nas quais sejam usados *softwares* e se conhecem o pensamento da equipe diretiva de sua escola. Após isso, coletaram-se informações por meio de entrevistas e buscaram-se mais elementos que pudessem confirmar, ou contradizer ou ampliar os resultados obtidos no momento anterior. A autora desse trabalho concluiu que, de um modo geral, os professores ainda utilizam pouco esses recursos tecnológicos.

Em sua dissertação de mestrado apresentada no programa de pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, no ano de 2004, Dolurdes Voos apresentou o tema *EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, SOFTWARE E REDE DE PROFESSORES: REPERCUSSÕES NO*

DISCURSO E NA PRÁTICA PEDAGÓGICA.: Nessa dissertação a pesquisadora procurou determinar como uma rede de professores, trabalhando colaborativamente na organização e elaboração de atividades de Matemática para o Ensino Médio, com o uso de software, pode contribuir para a mudança no discurso e na prática pedagógica desses professores. Foram feitos dez encontros do grupo de discussão, dez professores, juntamente com a pesquisadora, analisaram software, organizaram, elaboraram e avaliaram atividades para a Educação Matemática no Ensino Médio. O trabalho indicou que à medida que os encontros do grupo se desenvolveram, os professores foram ressignificando seus saberes, reconstruindo sua auto-imagem e incorporando o uso de software à sua prática pedagógica. A inserção dos professores na rede propiciou a construção de uma postura epistemológica e motivou a mudança de paradigma para esses profissionais, que puderam fazer a opção entre o ensino de Matemática e a Educação Matemática, com o uso de software.

7 METODOLOGIA

7.1 A ABORDAGEM METODOLÓGICA

Esta pesquisa foi realizada no ambiente escolar e orientada por uma abordagem qualitativa. As informações foram obtidas por meio de questionários solicitados aos alunos, nos quais foram propostas questões visando à obtenção de um perfil dos mesmos, sua vivência no que concerne aos aspectos diretamente relacionados ao trabalho proposto. Assim foi possível observar, por meio dos questionários, as reações dos alunos diante do uso de tecnologia de informação na construção de conceitos em matemáticas.

Num primeiro momento, (ver apêndice 01), o questionário procura fornecer um perfil dos alunos, informando quais os seus conhecimentos prévios sobre informática, bem como a familiaridade deles com o computador, com o uso de *softwares* matemáticos ou simplesmente com programas de processamento de textos e uso da internet, o que possibilitou visualizar a maneira como se utilizam do computador. Num segundo momento, (ver apêndice 02), procura verificar qual a associação que o aluno faz entre informática e educação, e suas experiências com informática na educação. Num terceiro momento, (ver apêndice 03 e 04), verifica a aceitação ou não do aluno ao utilizar a tecnologia de informação no desenvolvimento e construção de conceitos matemáticos. Por último, procura verificar a aprendizagem dos conceitos por meio do trabalho do próprio aluno.

A partir das informações coletadas, pôde-se construir um texto descritivo e interpretativo, no qual se abordou a aceitação de tecnologia de informação na educação por parte dos alunos, bem como a significação da aprendizagem por meio da experimentação no computador.

7.2 SUJEITOS E CONTEXTO DA PESQUISA

Os sujeitos da pesquisa foram alunos do 2º e 4º semestres do curso de graduação em Administração na FAPA (Faculdades Porto-Alegrenses). Dessa forma, pôde-se trabalhar com dois grupos distintos. No primeiro, jovens ingressando no ensino superior e no mercado de trabalho, no segundo, jovens já participantes do mercado de trabalho, com vivência deste. Ambos os grupos já faziam uso de informática, mas em situações diferentes.

Por se tratar de ambiente de trabalho do pesquisador, o acompanhamento, retomadas e avaliação do estudo em questão foram facilitados.

7.3 INSTRUMENTOS

Para desenvolver o trabalho de pesquisa, foram também utilizados *softwares* livres de matemática que possibilitaram a construção dos conceitos matemáticos. Foi então observado o interesse dos alunos frente à construção de conceitos, de forma direta e por auto-avaliação sobre o modo como desenvolveram as atividades.

Observou-se o posicionamento do aluno frente à construção de conceitos matemáticos, quando se usa da tecnologia de informação, por meio de questionário, (ver apêndice 03 e 04), que possibilitou ao aluno explicitar o modo como se sentia diante da construção desses conceitos.

Foi feita também uma avaliação dos conceitos construídos utilizando a tecnologia de informação, visando a analisar o aproveitamento quando se fez uso dessa ferramenta.

Finalmente, os alunos foram submetidos a um último questionário em que comentaram o grau de facilidade ou dificuldade encontrado ao utilizarem os *softwares*, bem como impressões que tiveram ao usarem a tecnologia de informação como ferramenta auxiliar na construção de conceitos matemáticos.

Como esta é uma pesquisa qualitativa, as informações reunidas foram analisadas e comentadas pelo pesquisador e, a partir delas, chegou-se às conclusões, por meio dos aspectos descritivos e interpretativos fornecidos pelos alunos nos questionários e na auto-avaliação. Nesses instrumentos, previu-se uma possibilidade de fazer uma comparação do estudo do conceito matemático em si, isto é, um estudo qualitativo, em relação a um estudo que contemple apenas o cálculo, isto é, um estudo apenas quantitativo.

A ênfase do trabalho, portanto, foi muito mais na compreensão sobre como ocorre o processo de aprendizagem, na capacidade de os alunos construírem conceitos, do que na possibilidade de medir um resultado final que vise à capacidade de resolver problemas matemáticos que apreciem simplesmente valores quantitativos.

7.4 O TRABALHO DESENVOLVIDO COM OS ALUNOS

O trabalho foi realizado na disciplina de Matemática II do curso de graduação em Administração da FAPA que contempla o estudo de funções, limites, derivadas e integrais de funções polinomiais e exponenciais.

Inicialmente, foi reservado um momento para a apresentação do *software* WINPLOT para os alunos, e algumas de suas características, como o uso dos comandos básicos da *janela*, quando o aluno poderia escolher trabalhar com duas ou três dimensões. A seguir, foram apresentados os seguintes menus: *arquivo*, *equação e ver*, para que fosse possível verificar as potencialidades do software e seus recursos.

Durante certo tempo, deixou-se os alunos explorarem alguns itens do menu, para que se familiarizassem com eles. Foi dada uma ênfase maior ao item *biblioteca*, onde se têm os comandos interpretativos das funções, a maneira como devem ser escritas as expressões (sintaxe do WINPLOT) para que o interpretador do *software* possa entender quais operações deve realizar.

Algumas questões surgiram, tais como: qual a diferença entre funções explícitas e implícitas? O que era função paramétrica e polar?

Nesse momento em que os questionamentos começaram a emergir, foi sugerida a construção de algumas funções para que pudessem distinguir os conceitos de **função explícita** e **função implícita**.

Assim os alunos construíram inicialmente as funções:

$$f(x) = 2x + 1$$

$$f(x) = -3x + 2$$

Obtendo o seguinte gráfico:

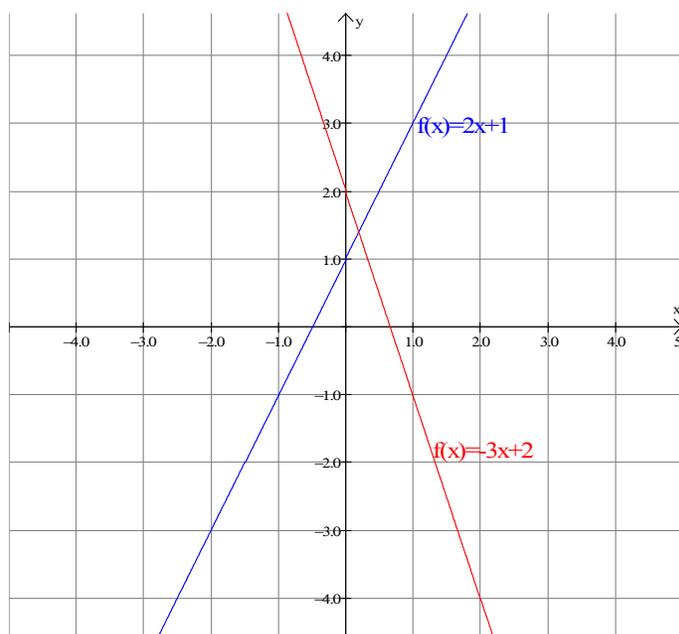


Gráfico 01 – Funções explícitas.

A seguir foi sugerida a construção das funções:

$$2x - y + 1 = 0$$

$$3x + y - 2 = 0$$

Inicialmente surgiu a dúvida como colocar x e y , se já havia $f(x)$, então foi sugerida a utilização da função implícita. Obtiveram, assim, o seguinte gráfico:

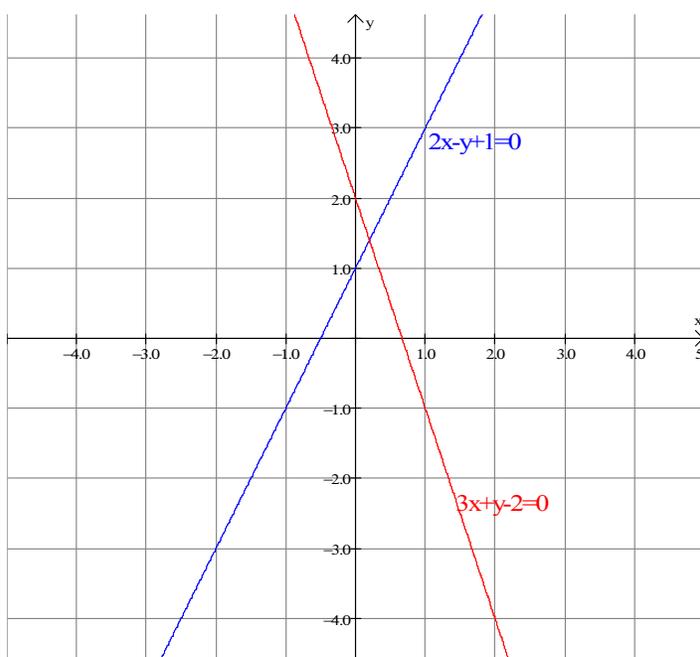


Gráfico 02 – Funções implícitas.

A seguir, foram sendo colocadas mais algumas funções, primeiramente no modo explícito, e depois trocando $f(x)$ por y , e posteriormente, deixando todos os elementos no primeiro membro da expressão, o modo implícito.

Algumas observações feitas pelos alunos surgiram no sentido de que tínhamos duas formas de apresentar as funções, mas que o gráfico gerado era o mesmo.

Os alunos continuaram explorando o *software*, criando novas funções nos dois formatos, de maneira que o gráfico fosse semelhante.

Assim, nesse primeiro momento, os alunos puderam familiarizar-se com o *software* e suas potencialidades para a construção de gráficos.

Num segundo encontro, foi proposta a construção de algumas funções, tais como:

$$f(x) = 2x + 3$$

$$f(x) = 5x + 4$$

$$f(x) = -2x - 3$$

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

$$f(x) = \frac{x^2}{10}$$

$$f(x) = -\frac{x^2}{8}$$

Os alunos foram construindo as funções sobre o mesmo sistema de eixos. Alguns observaram que ficava um pouco confuso, pois já não sabiam qual função era de qual gráfico. Pesquisando o *software* e a ferramenta “*inventário*”, alguns alunos acharam que estava resolvido o problema, pois pelas cores e apresentação do nome da função, dava para saber qual função era de qual gráfico.

Para essa primeira construção, obtiveram o seguinte gráfico:

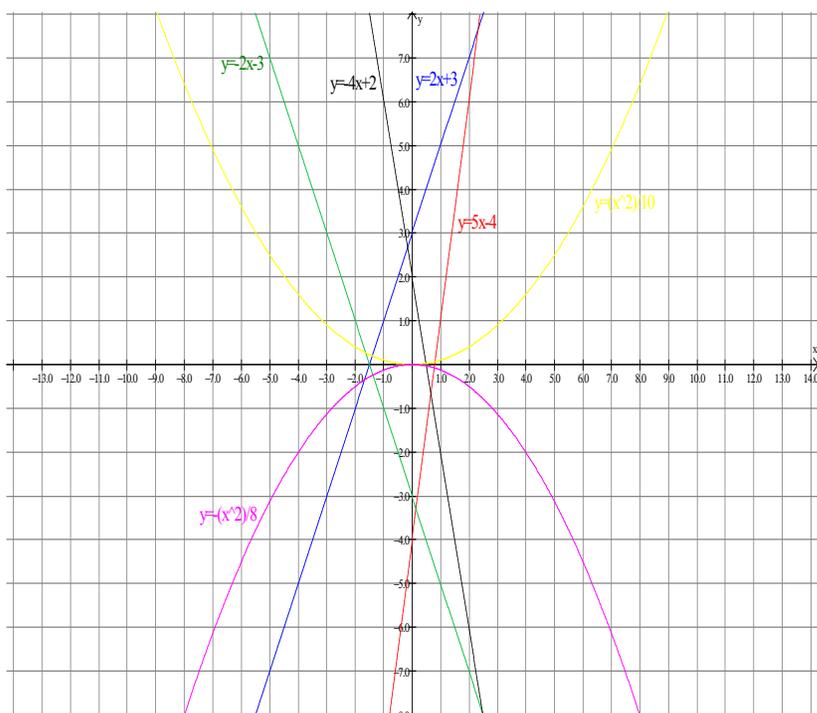


Gráfico 03 – Várias funções

Com a construção de mais algumas funções e a conseqüente observação dos respectivos gráficos, um dos grupos de alunos sugeriu que o *expoente na variável x* determinava se era uma reta ou uma parábola. Aproveitou-se a ocasião para sugerir outras funções, com outros expoentes, tais como:

$$f(x) = x^3 + x^2 - x + 1$$

$$f(x) = x^3 + x^2 - x - 3$$

$$f(x) = x^4 + x^3 - x^2 - x - 1$$

Os alunos obtiveram então o seguinte gráfico:

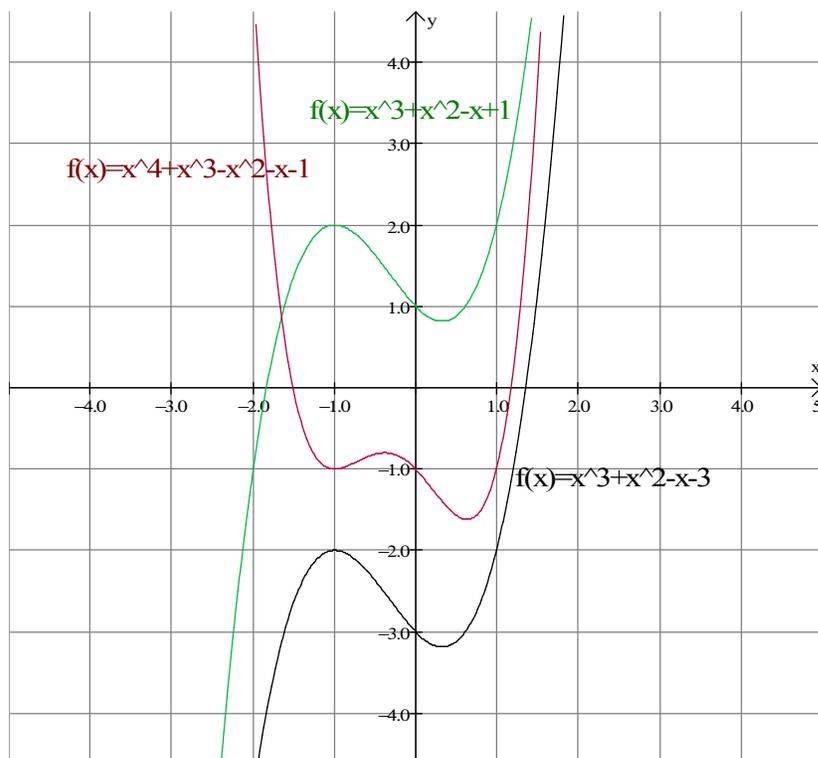


Gráfico 04 – Funções de grau mais elevado.

Alguns alunos observaram que essas funções apresentavam "mais curvas" do que a função do segundo grau. Observaram ainda que quando o expoente era um, sempre obtinham uma reta. Questionamentos emergiram no sentido de que o expoente influenciava o formato do gráfico, gerando curvas. Foi então sugerida a construção de mais algumas funções para estudar esse aspecto.

Num terceiro encontro, foi proposto o estudo de funções do primeiro grau. Começou-se com a construção de algumas funções, tais como:

$$f(x) = x + 7$$

$$f(x) = x + 3$$

$$f(x) = x - 1$$

$$f(x) = x - 5$$

Para as quais os alunos obtiveram o seguinte gráfico:

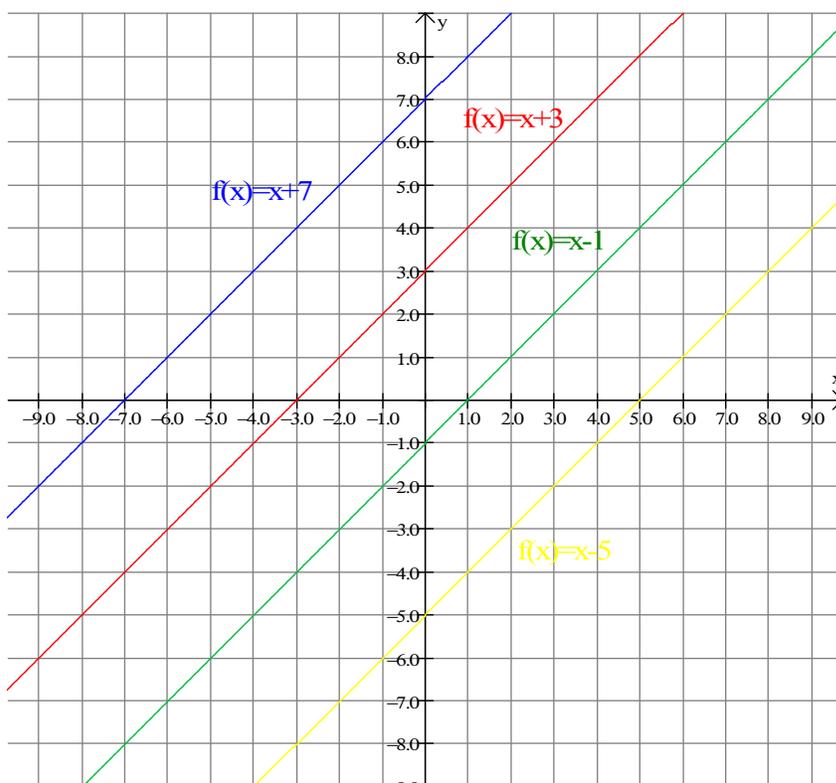


Gráfico 05 – Função do 1º grau e o Coeficiente linear

Sugeriu-se que construíssem mais algumas funções, mantendo sempre o “x sozinho” e variando apenas o número que estava sendo somado ou subtraído. Após mais algumas construções, alguns alunos começaram a sugerir que esse número (coeficiente linear) influenciava apenas o ponto onde a reta estava cortando o eixo y. Outro grupo de alunos comentou que, algebricamente, $f(x)$ resultava no número, pois, no eixo y, o x valia zero.

Encerrada a discussão, passou-se a estudar a variação do coeficiente do x, mantendo agora o coeficiente linear constante, e construíram-se os seguintes gráficos:

$$f(x) = x + 2$$

$$f(x) = 2x + 2$$

$$f(x) = 3x + 2$$

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

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

$$f(x) = -3x + 2$$

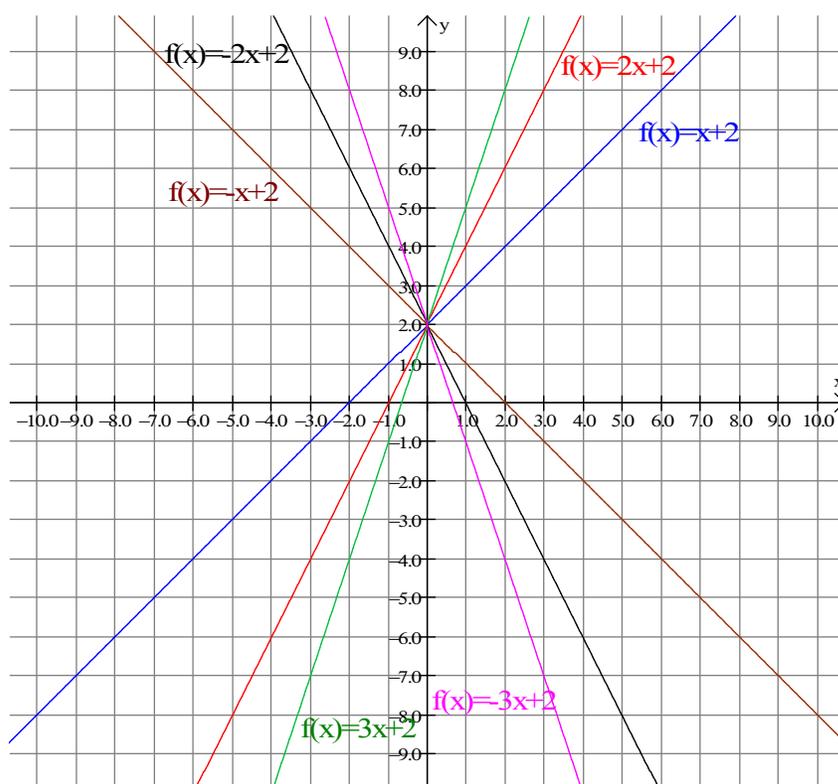


Gráfico 06 – Função do 1º grau e o coeficiente angular.

A partir dessas construções, emergiu a questão do coeficiente do x estar influenciando na inclinação da reta. Outro grupo de alunos manifestou a influência do “sinal”, que levava a uma reta crescente (se positivo) ou a uma reta decrescente (se negativo).

Assim, formalizou-se a “expressão” da função linear como $f(x) = ax + b$, em que o a indica a inclinação da reta e o b , o corte no eixo y .

Aproveitou-se a situação para se fazer uma associação entre duas funções estudadas na economia – uma função que representa a oferta e uma que representa a demanda. Os alunos construíram essas duas funções no mesmo sistema de eixos e verificaram que elas se encontravam num determinado ponto. Trabalhou-se então o conceito de ponto de equilíbrio de mercado e o de intersecção de retas (sistema de equações).

Um grupo de alunos comentou que as expressões que representam a oferta e a demanda tinham o mesmo formato. Analisando os gráficos, esse grupo constatou que na demanda, as grandezas preço (P) e quantidade (q), relacionavam-se de forma inversa, enquanto que na oferta a relação era direta.

O gráfico construído pelos alunos foi:

$$P = 2q + 40$$

$$P = -2q + 60$$

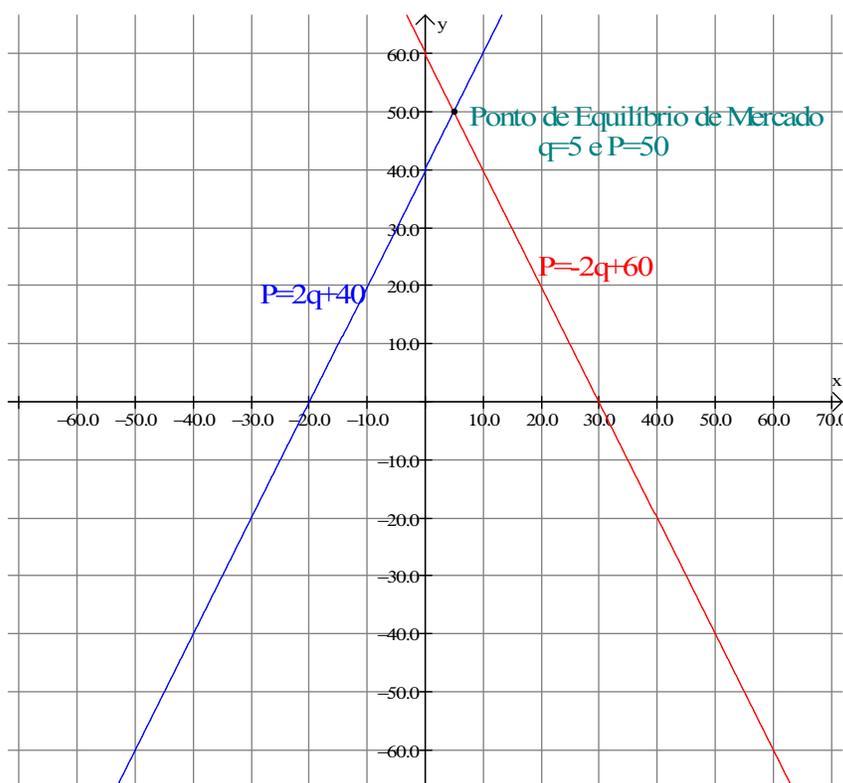


Gráfico 07 – O ponto de equilíbrio

Nessa etapa, houve a necessidade da intervenção do professor para orientar onde procurar o *menu* que fornece a intersecção de duas funções. Uma dificuldade que alguns alunos encontraram aconteceu logo no início da construção dos gráficos, pois os mesmos não apareciam. Depois os alunos viram que, alterando a escala dos eixos as retas apareceram e treinaram, dessa forma, o efeito *zoom in*, *zoom out*.

Um aluno comentou a limitação do *software* que trabalha apenas com a variável x , e que por isso havia a necessidade de traduzir preço como $f(x)$ e quantidade como x .

No quarto encontro, foi proposto o estudo da função do segundo grau. Sugeriram-se as seguintes funções para começar os trabalhos:

$$f(x) = x^2 - 2x - 3$$

$$f(x) = x^2 + 2x - 3$$

$$f(x) = x^2 - x - 3$$

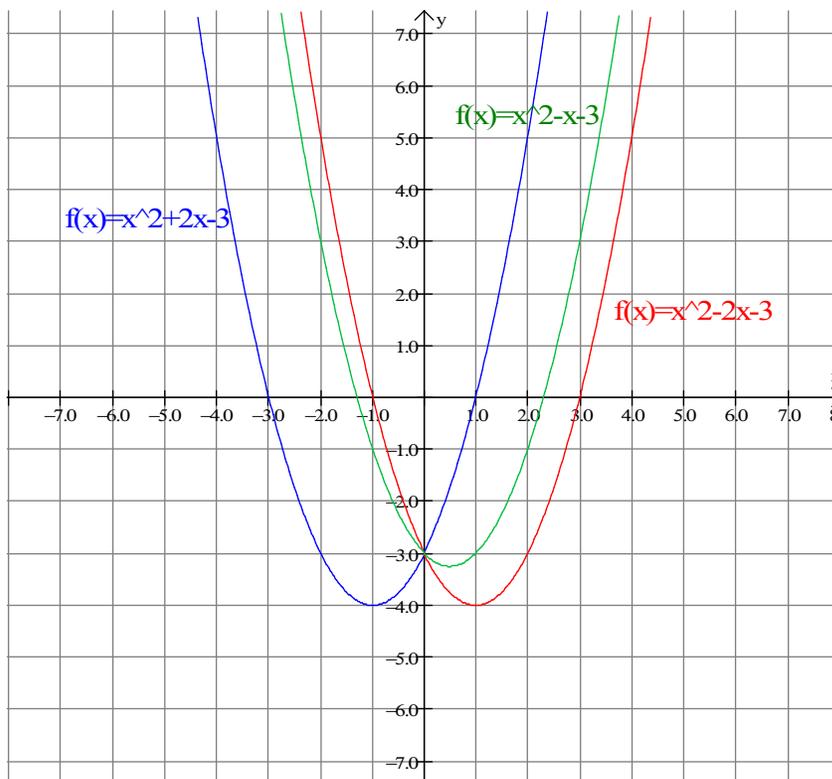


Gráfico 08 – Função do 2º grau e o corte no eixo y.

Os alunos ainda construíram mais algumas funções. Ao comparar este gráfico com os demais, observaram que neste o termo independente -3 era um elemento comum, e aparecia como corte no eixo y, enquanto que em outros gráficos feitos que não tinham o -3 , a parábola era cortada em outro ponto. Também foi proposta a construção de mais alguns gráficos, agora variando apenas o coeficiente do x^2 .

$$f(x) = x^2 - 5x + 6$$

$$f(x) = -x^2 + 5x - 6$$

$$f(x) = x^2 + 5x + 4$$

$$f(x) = -x^2 - 5x - 4$$

Os alunos obtiveram, então, o seguinte gráfico:

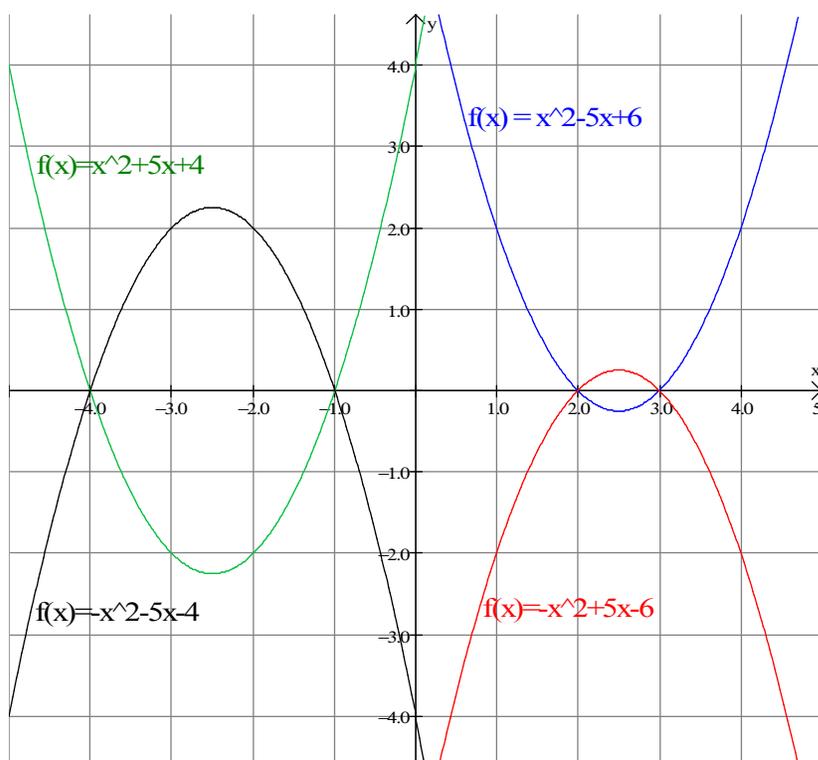


Gráfico 09 – Função do 2º grau e a concavidade do gráfico

Um aluno observou que, na realidade, a função havia sido multiplicada por -1 . Então foram propostas mais algumas funções com valores diferentes no termo independente e no coeficiente do x .

Após a construção desses gráficos, um grupo de alunos constatou que o coeficiente do x^2 influenciava na concavidade da parábola, sendo essa virada para cima, se positiva, e virada para baixo, se negativa.

Os alunos continuaram explorando as potencialidades do *software* com a construção de mais alguns gráficos.

Para que os alunos estudassem a intersecção de curvas e trabalhassem uma aplicação de funções do segundo grau, foi proposto um problema que envolvesse as funções custo e receita, no qual as expressões do custo e da receita foram dadas da seguinte forma:

$$C(q) = q^2 - 40q + 700$$

$$R(q) = 3q^2 + 120q$$

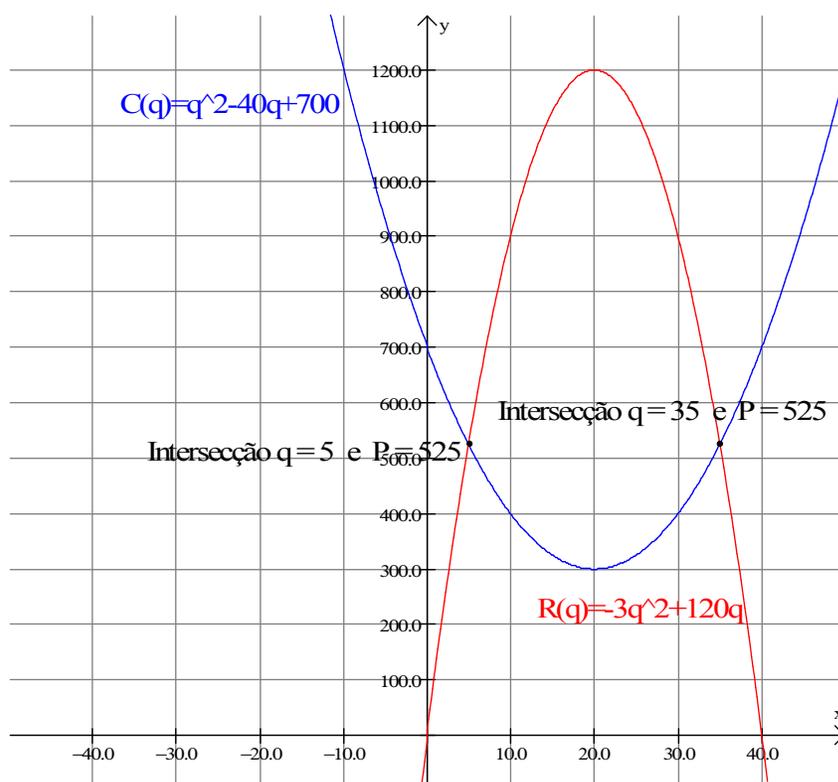


Gráfico 10 – O custo e a Receita

Através do menu *dois – intersecção*, os alunos obtiveram o cruzamento das duas curvas. Procurou-se explorar um pouco mais os gráficos, analisando alguns pontos no eixo y, como: 700 (custo fixo), 300 (custo mínimo) e 1200 (receita máxima). Daí emergiu a seguinte colocação: se o lucro é o valor da receita menos o custo, como fazemos para diminuir um gráfico do outro?

Após algumas tentativas, chegou-se à seguinte expressão:

$L(q) = -4q^2 + 160q - 700$, e, ao construir o gráfico, os alunos observaram que o corte no eixo x (quantidade) coincidia com o ponto onde as curvas se encontraram.

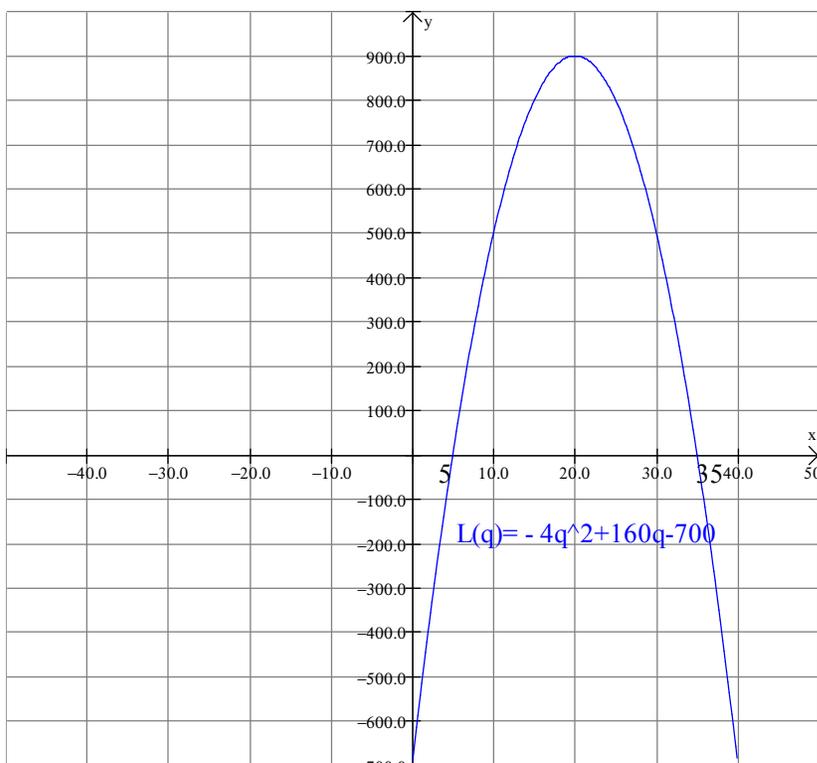


Gráfico 11 – A função lucro.

Um grupo de alunos apresentou a seguinte conclusão: como as intersecções dos gráficos da receita e do custo coincidiam com os valores quando o lucro resultava zero, esses pontos significavam que a receita era igual ao custo, pois como **lucro = receita menos custo**, com lucro zero, a receita fica igual ao custo.

Um outro grupo de alunos constatou que, como a quantidade era a mesma no custo mínimo e na receita máxima, ela continuou sendo também a mesma no lucro máximo, e que o valor de 900 é obtido por $R = 1200 - C = 300$.

Um outro grupo percebeu que o lucro estava negativo em alguns trechos do gráfico. Nesse momento, solicitou-se aos alunos que fosse feita uma análise dos gráficos do custo e da receita, comparando com o gráfico do lucro.

Um grupo de alunos percebeu que quando o gráfico da receita estava acima do gráfico do custo, o lucro resultava positivo e quanto abaixo, negativo.

Foi sugerido que experimentassem outras funções e fosse feita a análise do gráfico. Os alunos procuraram alguns exemplos em livros de economia e construíram os gráficos.

Um grupo de alunos chamou a atenção para o fato de que alguns resultados não eram exatos, ao que um outro aluno comentou – “sorte que esse cálculo o programa faz, senão eu teria que desistir”.

Em um quinto encontro foi proposto o estudo da função exponencial. No início notou-se certa resistência detectada por algumas colocações como: “potências têm muitas contas, os resultados são muito grandes, ou muito pequenos”. Após algumas considerações iniciais, foi proposta a seguinte relação de funções para a construção dos seus respectivos gráficos:

$$f(x) = 2^x$$

$$f(x) = 2^x + 1$$

$$f(x) = 2^x + 2$$

$$f(x) = 2^x - 3$$

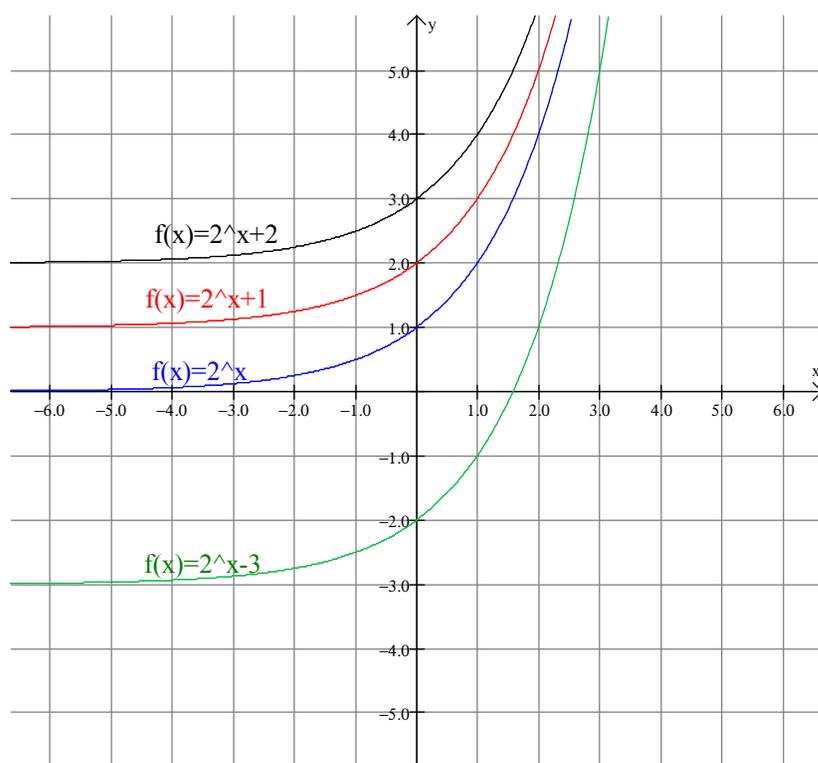


Gráfico 12 – Funções exponenciais com a mesma base.

Um grupo de alunos observou que “as curvas eram parecidas, só o que mudava consideravelmente era o corte no eixo y e o valor mínimo que elas alcançavam”.

Foram sugeridas outras funções para conseqüente análise gráfica:

$$f(x) = 3 \cdot 2^x - 4$$

$$f(x) = 3 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^x - 4$$

$$f(x) = -3 \cdot 2^x$$

Para as quais os alunos obtiveram o seguinte gráfico:

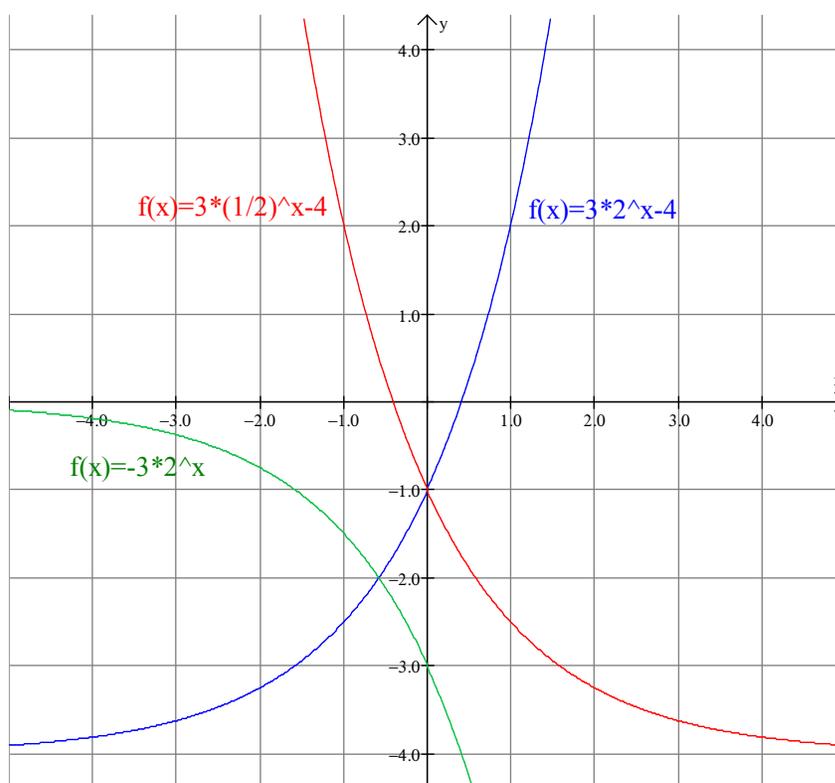


Gráfico 13 – Funções exponenciais com bases inversas.

Alguns alunos desejavam testar outras funções. Assim, foram deixados a vontade para eles mesmos criarem essas funções. Aproveitou-se a oportunidade foi apresentado o formato geral de uma função exponencial como sendo $f(x) = a \cdot b^x + c$.

Após várias construções, um grupo de alunos apresentou uma conclusão sobre o parâmetro **c** dizendo que “a curva não passa desse valor no eixo y, se ela vem crescendo ou diminuindo, chega perto dele, mas não passa dele”.

Outro grupo colocou que “a soma de **a** mais **c** dá o corte no eixo y”. Paralelamente a isso, o primeiro grupo encontrou uma segunda conclusão: “o valor de **b** indicava se a curva era crescente ou decrescente, mas que isso dependia de o valor de **a** ser positivo, senão seria o contrário”.

Num sexto encontro, foi proposto que os alunos criassem funções para colocá-las no gráfico. Foram solicitadas funções do primeiro grau, segundo grau e exponenciais, sua construção gráfica e uma análise comparativa entre as funções, relacionando os parâmetros de cada uma com os gráficos encontrados.

Obteve-se um resultado bastante animador, com vários gráficos diferentes e valores definidos pelos próprios alunos.

Desse modo, pôde-se perceber que o conceito matemático de função havia sido efetivamente compreendido pelos alunos, já que eles mesmos construíram a expressão algébrica da função, e sua respectiva representação gráfica, de forma a cobrir todos os tipos de funções estudadas.

8 ANÁLISE DOS DADOS

8.1 O PERFIL DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Os questionários foram aplicados em duas situações diferentes. A primeira, numa turma de segundo semestre na disciplina de Matemática II, em que houve retorno de 39 questionários, e a segunda, numa turma de Estatística Geral, em que houve o retorno de 43 questionários. O trabalho desenvolvido na disciplina de Matemática II foi o estudo de funções. Na disciplina de Estatística, o professor responsável ministra algumas aulas no laboratório de informática não só para reforçar o estudo teórico feito anteriormente, como também para aplicar os conhecimentos estudados.

Num primeiro momento, o questionário serviu para traçar um perfil dos sujeitos da pesquisa, fornecendo informações sobre os seus conhecimentos prévios sobre informática, bem como sobre a familiaridade dos mesmos em relação ao computador. A análise das respostas considerou o total dos questionários aplicados nas duas turmas.

Na primeira questão do perfil “Você usa o computador em casa ou no serviço? Se não, por quê?”, quase todos responderam que utilizam tanto em casa quanto no serviço, nas duas turmas. Apenas um dos alunos afirmou não possuir computador em casa, no entanto apontou que o usava no serviço. Na segunda questão “Você considera que seu domínio no uso de computadores seja: () Não utiliza () Regular () Bom () Muito Bom () Excelente”, a escolha regular e bom foi a da grande maioria. Apenas alguns consideraram muito bom ou excelente. Os alunos que responderam a essas duas últimas alternativas informaram que utilizam *softwares* específicos de edição de imagens, de controle e programação de aeronaves e de projeto de ambientes.

Na terceira questão “Que tipo de *software* você usa?”, a grande maioria marcou *editor de texto* e *software de navegação na internet*. Alguns ainda marcaram a *planilha de cálculo* e *software de apresentação*. Poucos informaram o uso de *software de educação*, sendo que esses poucos informaram o uso da *planilha de cálculo* para gráficos e “contas”.

A partir dos resultados obtidos nessas três perguntas, pudemos constatar que a grande maioria dos alunos já trazia certo conhecimento do uso do computador e fazia uso dele nas suas casas, ou no trabalho. Mesmo que considerassem seu domínio entre regular e bom, o manejo de editores de texto, planilha de cálculo e navegação na internet, apontava certa familiaridade com o uso do computador. Conseqüentemente, depreendeu-se que eles poderiam ter facilidade para a utilização de outros *softwares*. Além disso, a grande maioria daqueles que usavam processadores de texto e *softwares* de apresentação, também se utilizava dos mesmos na redação e na apresentação de trabalhos na faculdade.

O uso do *software* de navegação dividiu a preferência entre lazer e pesquisa, enquanto o uso da planilha de cálculo apareceu marcadamente nas tarefas realizadas no trabalho.

Em sua dissertação de mestrado, Maria Helena Sório de Carvalho apresenta alguns dados estatísticos a respeito tanto do conhecimento de *softwares* específicos para o uso em matemática quanto do uso desses com os alunos.

Considerando a questão : Você conhece alguns *softwares* específicos para uso em matemática? O percentual de professores que não conhece *softwares* específicos é de 38,2%, já 58,8% conhecem e 2,9% não responderam.

Em relação ao uso de *software* específico com os alunos, 85,3% dizem que não usam, 8,8% afirmam que usam e 5,9% não responderam.

Verificando a possibilidade de usar ou não *softwares*, não específicos, para trabalhar conteúdos de matemática, 70,6% afirmam que não usam, 23,5% afirmam que usam e 5,9% não responderam. (CARVALHO, 2004, p. 95).

Essa pesquisa realizada por Carvalho em escolas da rede estadual de ensino do Rio Grande do Sul, na cidade de Porto Alegre, constatou que a quase

totalidade dos professores pesquisados não usa o recurso de informática disponível, apesar de conhecer *softwares* específicos de matemática.

Pelo perfil dos sujeitos desta pesquisa, praticamente a totalidade é familiarizada com o uso de tecnologia informática, portanto os professores deveriam sentir-se à vontade para utilizar esse recurso em suas aulas.

8.2 ASSOCIAÇÕES ENTRE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E EDUCAÇÃO

Num segundo momento, o questionário procurou verificar qual a associação que os alunos fazem entre tecnologia de informação e educação e suas experiências com as tecnologias de informação na educação.

Assim, procurou-se inicialmente verificar a opinião dos alunos sobre a utilização do computador, em termos de facilidade: “Acha que utilizando o computador fica mais fácil aprender? Comente.”. Praticamente todas as respostas foram sim, algumas reforçando alguns aspectos, outras fazendo algumas ressalvas. Alguns alunos afirmaram que “fica mais prático e mais rápido”, enquanto que outros afirmaram que “fica mais fácil visualizar alguns itens que no quadro não dá”.

Quanto ao aspecto da dinâmica, alguns afirmaram que “sai da rotina”, “fica ao alcance de todos”, ou ainda “deve ter a aula teórica junto” e “deve ser utilizada de maneira correta”. Dois alunos afirmaram que depende do conteúdo, enquanto outro comentou que é interessante, mas não facilita. Um aluno afirmou que “mais ou menos, o computador deixa a aula mais dinâmica, mas em matérias complexas ainda acho melhor o bom e velho quadro-negro.”. Pode-se notar, portanto, que ainda é forte a idéia da aula tradicional, mesmo em um curso de graduação, mas os depoimentos apresentaram uma vontade de mudar, de “sair da rotina”, de estudar de uma forma diferente, de praticar a teoria por meio de simulações.

A idéia de rapidez e praticidade apareceu com bastante frequência em depoimentos como – “é importante praticar tendo uma boa base teórica que lhe passará

uma maior segurança” ou ainda “podemos realizar simulações com maior facilidade e rapidez – ganhamos tempo”.

A idéia da praticidade e da inserção no mercado de trabalho apareceu bastante nas afirmações – “o uso de *softwares* é comum no ambiente de trabalho, e é importante saber aplicar os conhecimentos nesses *softwares*”.

Neste item, os alunos passaram a idéia de que utilizando as tecnologias de informação podem ter algum ganho no aprendizado e de que a vêem “como um auxílio e/ou complemento na aprendizagem”. Alguns, ainda um pouco receosos, procuraram manter o tradicional e o novo juntos.

Ainda dentro dessa associação entre tecnologias de informação e educação, foi apresentada a questão: “Já aprendeu algum assunto utilizando o computador? Se sim, explique.”. A grande maioria das respostas afirmativas foram sobre assuntos ligados à área de informática ou programas específicos de computador, como UNIX, LINUX, PHOTO SHOP, POWER POINT. Na disciplina de Estatística, a grande maioria das respostas dadas foi *não*, sendo que as afirmativas estavam associadas à pesquisa na internet. Um dos alunos da disciplina de Matemática II afirmou que “no colégio estudou funções do segundo grau utilizando o *software CABRI*”.

Ao se analisar o uso de *softwares* na aprendizagem, foi apresentada a questão: “Já aprendeu, utilizando o computador, algum assunto que não conseguiu assimilar por outros recursos educacionais? Comente.”.

Os alunos afirmaram, em sua grande maioria, que não, ocorrendo pouquíssimas respostas positivas, e estas eram relacionadas à pesquisa na Internet.

Ao contrário, na questão que associava diretamente o computador com a qualidade de ensino: “Você acha que o computador e a qualidade de ensino estão associados ? Explique.”, a grande maioria dos entrevistados respondeu que sim, com diversas justificativas, tais como: - “reforçar o estudo no microcomputador” , “apresenta mais diversidade e mais novidades”, “facilita o aprendizado, pois pode-se visualizar o resultado instantaneamente”, “prepara para um ambiente mais real”.

Nota-se, nessas afirmações, uma associação com o reforço de aprendizagem, com uma maior quantidade de problemas a serem resolvidos em menos

tempo, a instantaneidade dos resultados que nos dias atuais passou a ser uma necessidade. Vimos também uma nítida preocupação com o ambiente de trabalho que usa a tecnologia da informação. Estudando em computadores já se estaria adaptado ao o mercado, já que, como constatam os próprios alunos, “esta é uma exigência do mercado de trabalho”.

Uma conclusão bastante interessante é a de um dos alunos ao afirmar que – “o computador é o principal responsável pelo avanço em todas as áreas, por que não seria na educação?”.

Alguns alunos afirmaram que “com o uso de computadores as aulas ficam menos teóricas e mais aprofundadas” e ainda que o computador “já está presente em quase todas as atividades, por que não no ensino?”.

Na questão “Você já havia usado *software* específico de matemática? Se sim, qual?” A grande maioria respondeu que não, apenas um aluno afirmou já ter usado o *software Cabri*, e cinco afirmaram ter usado a *planilha de cálculo Excel*.

8.3 VERIFICAÇÃO DA ACEITAÇÃO DO TRABALHO

Num terceiro momento, procurou-se verificar a aceitação ou não que o aluno apresentou ao se utilizar de tecnologia de informação no desenvolvimento e construção de conceitos em matemática.

A análise das respostas considerou separadamente as disciplinas Matemática II e de Estatística, pois os trabalhos desenvolvidos apresentavam características diferentes. Na turma de Matemática II, foi desenvolvido um trabalho em que os alunos construíam o conceito matemático de funções. Estavam, a princípio, estudando exclusivamente no laboratório, sem que os conteúdos tivessem sido passados anteriormente. Já na disciplina de Estatística, o trabalho foi desenvolvido, sobretudo, com o objetivo de reforço pedagógico, uma outra maneira de trabalhar os conceitos estatísticos.

8.3.1 NA DISCIPLINA DE ESTATÍSTICA

O professor da disciplina de Estatística desenvolveu o conteúdo em aula de forma tradicional e, após algumas aulas, levou os alunos para o laboratório. Nos computadores, o professor se utilizou da planilha de cálculo Excel para desenvolver os conceitos estatísticos, criar fórmulas e construir os gráficos, bem como fazer a análise estatística dos dados. Para verificar a aceitação do trabalho de reforço no laboratório de informática, foram propostas aos alunos algumas questões.

Inicialmente, procurou-se analisar o acréscimo no estudo, através da questão “Você acha que o uso do computador e do Excel acrescentou alguma coisa ao seu conhecimento de estatística? Comente.”. Pouquíssimos alunos responderam que não. A grande maioria respondeu que sim, justificando que “foi possível pôr em prática a teoria estudada”, “a visualização dos dados e dos gráficos ficou mais fácil”. Outros alunos ainda afirmaram que no desenvolvimento teórico haviam encontrado dificuldades, mas que com o uso do computador sentiram-se mais à vontade e tudo ficou mais simples: “não estava preocupado em acertar ou não os cálculos, eu tinha era que interpretar os gráficos”.

Outra questão foi elaborada com o objetivo de analisar a continuidade do trabalho em um ambiente computacional: “Em sua opinião, o professor deve usar os recursos computacionais: (a) Raramente, (b) Ocasionalmente, (c) Com mais frequência”. Nessa questão, a afirmação “com mais frequência” foi a mais marcada, restando poucos para “ocasionalmente” e apenas uma para “raramente”.

Para verificar como o aluno se sentiu utilizando os recursos computacionais, foi apresentada uma questão com as seguintes alternativas: “(a) Facilita o aprendizado, (b) Quebra a monotonia, (c) A aula fica mais agradável e (d) Há maior interatividade”. Praticamente todos os itens foram marcados, sendo que muitos alunos marcaram mais de um. O item que menos menções recebeu foi o de que a aula fica mais agradável; por outro lado, os outros três tiveram praticamente a mesma quantidade de menções, sendo que a grande maioria marcou esses três. Portanto, para essa turma, parece que **o uso de tecnologia de informação facilitou o**

aprendizado, quebrando a monotonia da aula, proporcionando uma maior interatividade.

A descrição da opinião dos alunos sobre o uso da ferramenta Excel foi baseada na questão: “Escreva o que você achou de interessante sobre o uso do Excel”. O termo facilidade apareceu com bastante frequência associado a outros, como – “facilita os cálculos”, “facilita a construção de gráficos”, “facilita a organização dos dados e das tarefas”. O item de visualização também apareceu com bastante frequência associado à “melhor visualização dos gráficos”, “melhor visualização dos dados, pois, alterando alguns, rapidamente podemos verificar os resultados obtidos e as diferenças encontradas”. O item rapidez também foi bastante associado ao de facilidade, pois – “não se perde tempo fazendo cálculos repetitivos”. Alguns alunos afirmaram que acharam interessante o uso do Excel por ser uma forma diferente de resolver o mesmo problema.

Para verificar a validade do estudo, os alunos responderam à seguinte pergunta: “Você achou válido utilizar esses recursos para incrementar o ensino de estatística? Comente.”. Apenas quatro alunos afirmaram que não, pois não gostavam de computadores ou porque não sabiam “mexer nele”. A grande maioria afirmou que sim, justificando, em relação ao aprendizado, que “assimilou o conteúdo mais facilmente”, que “melhorou a compreensão dos conceitos estudados em aula”, que “facilitou a manipulação dos dados” e que “melhorou a visualização do que estava ocorrendo”.

Já sob outro ponto de vista, o do mercado de trabalho, as afirmações apareceram com bastante frequência, indicando uma preocupação do aluno da Administração com as exigências do mercado de trabalho. Algumas afirmações como – “Usando o computador, coloca-se na prática a ferramenta que teremos que usar mais tarde no trabalho”, ou “É a forma como vamos enfrentar os problemas lá fora”.

Quanto ao uso, alguns alunos acharam válida a utilização, justificando que “ficou mais interessante”, “proporciona maior interatividade” e recomendando que “deveria ser mais freqüente o uso”.

Finalmente, perguntou-se sobre as facilidades e dificuldades encontradas na utilização do Excel. As maiores dificuldades apontadas pelos alunos foram

construções de fórmulas, a dificuldade de encontrar as ferramentas necessárias para a construção das fórmulas e dos gráficos e a falta de costume em utilizar tecnologia de informação em aula. Dentre as facilidades, as que mais despontaram foram as relacionadas ao cálculo e conseqüente redução do tempo necessário para análise do problema. Outro item bastante considerado foi a interatividade e a praticidade na construção dos gráficos, proporcionando um melhor entendimento do seu significado. Também foi salientada a organização e distribuição dos dados, o que facilitou bastante o entendimento do problema.

Assim, pelos depoimentos dos alunos, pudemos perceber uma nítida preocupação em adaptar o trabalho acadêmico feito à realidade do mercado de trabalho, em que o uso de tecnologia de informação é corrente. Observou-se também, pelos depoimentos, uma satisfação na possibilidade da análise de dados e gráficos, sem a necessidade de efetuar extensos e cansativos cálculos.

Pôde-se ainda perceber que houve uma maior preocupação em relação à interpretação dos resultados dos problemas do que com o desenvolvimento de cálculos e obtenção de resultados numéricos, o que ficou bem caracterizado com a expressão “melhor visualização”, que apareceu em quase todos, os depoimentos, tanto para a parte de gráficos, como para a interpretação dos resultados.

8.3.2 NA DISCIPLINA DE MATEMÁTICA II

Nesta disciplina foi desenvolvido o conceito de funções e estudaram-se algumas funções clássicas como a função linear, a função quadrática e a função exponencial, usando o *software* “WINPLOT”. O trabalho desenvolvido teve como objetivo caracterizar os diversos tipos de funções e suas propriedades. Foi dada maior ênfase ao aspecto da representação gráfica das funções e à relação entre os coeficientes numéricos com os pontos notáveis do gráfico.

Visando a verificar o acréscimo que o trabalho com o WINPLOT gerou no conhecimento de funções, foi apresentada a questão – “Você acha que o uso do

computador e do WINPLOT acrescentou alguma coisa ao seu conhecimento de funções? Comente.” A essa questão apenas dois alunos responderam não, justificando que houve pouco tempo para o trabalho. Os demais afirmaram que sim, comentando que ficou mais fácil interpretar os gráficos, o que facilitou a aprendizagem. Outros alunos ainda comentaram que, por se tratar de uma maneira mais rápida de trabalho, facilitava a visualização e a interpretação, pois caso fosse preciso trocar algum coeficiente, logo se via o resultado. Outros ainda comentaram que foi possível treinar em casa também, o que facilitou muito o estudo. Alguns alunos ainda afirmaram que foi possível fazer mais simulações; pois, se tivessem que calcular vários pontos para construir os gráficos, a quantidade de gráficos seria muito menor, o que dificultaria a comparação e as conclusões sobre as diferenças entre os gráficos. Ainda apareceram algumas afirmações de que como o trabalho ficou mais ágil, foi possível detectar pequenas diferenças que nos gráficos em papel não se conseguia perceber. Pelos depoimentos, pôde-se constatar que os alunos tinham um conhecimento prévio de funções, mas que haviam encontrado uma série de dificuldades nos trabalhos anteriores.

Quanto à questão do uso continuado de recursos computacionais, foi feita a questão: “Na sua opinião, o professor deve usar os recursos computacionais: (a) Raramente, (b) Ocasionalmente e (c) Com mais freqüência, apenas dois sujeitos marcaram “*raramente*,” alguns “*ocasionalmente*”, e a maioria marcou a opção “*com mais freqüência*”.

No item que procurou verificar como o aluno se sentiu usando os recursos computacionais, foram apresentadas as alternativas “(a) Facilita o aprendizado, (b) Quebra a monotonia da aula, (c) A aula fica mais agradável, (d) Há maior interatividade”. Vários alunos marcaram mais de uma alternativa, sendo que as que foram marcadas pela quase totalidade desses foram as duas primeiras que afirmavam que o computador facilitava a aprendizagem e que quebrava a monotonia da aula. O item relativo à maior interatividade apresentou bastantes resultados, sendo que a opção menos marcada foi a de que *a aula fica mais agradável*. Nota-se que com o uso de recursos computacionais os alunos afirmaram que a aprendizagem era facilitada, quebrando a monotonia, ocorrendo uma maior interatividade, mas o fato de ser mais

agradável parece não depender desse recurso utilizado. Assim, para esse grupo estudado, a introdução de recursos tecnológicos não é o fator preponderante para que a aula fique mais agradável. Outros fatores devem influenciar mais esse item, merecendo, essa situação, um estudo mais específico.

No item seguinte, em que os alunos expressaram opiniões sobre o uso do WINPLOT: “Escreva o que você achou de interessante sobre o uso do WINPLOT.” vários sujeitos afirmaram que a visualização do gráfico e sua interpretação era um ponto forte do *software*, pois os efeitos da mudança de valores e de sinais eram rapidamente vistos no gráfico. A interpretação ficou, assim, mais facilitada. A rapidez com que se conseguiu construir os gráficos, ganhando-se tempo que antes era usado para a realização de cálculos, também chamou a atenção de alguns alunos. Outros alunos ainda afirmaram que a identificação dos diferentes gráficos, de cores distintas, facilitou bastante a comparação de funções de mesma característica. Dalcídio Moraes Cláudio e Márcia Loureiro da Cunha afirmam:

A possibilidade de apresentação de gráficos coloridos, bem traçados e facilmente manipuláveis, pode ser utilizada para visualizar situações problema propostas por alunos, ou mesmo para responder a seus questionamentos. (CLAUDIO; CUNHA, 2001, p. 169).

Outros alunos afirmaram que o *software* simplifica bastante o trabalho de cálculo para fazer os gráficos, e que por isso puderam se dedicar mais à análise do gráfico e às suas propriedades. Alguns alunos afirmaram que aprenderam com mais facilidade, e apenas um afirmou que não gostara e que preferia o “velho quadro-negro e o giz”.

Ao item que visava a verificar a validade do trabalho feito: “Você achou válido utilizar esses recursos para incrementar o ensino de funções? Comente.”, apenas dois alunos responderam que não, pois não gostavam de usar computadores. Os demais alunos afirmaram que sim, justificando que a visualização facilitou o aprendizado, pois “podendo verificar rapidamente o gráfico da função, fica mais fácil de entender o que está acontecendo e criar novas funções”. Alguns alunos ainda

afirmaram que “com a possibilidade de fazer mais simulações, fica mais seguro tirar conclusões sobre os elementos das funções”.

Ao item que procurou analisar facilidades e dificuldades encontradas na utilização do WINPLOT, a maioria dos alunos informou que não teve dificuldades. Poucos alunos apontaram a existência de alguns termos um pouco difíceis, mais precisamente a notação matemática e a forma de escrever em “linguagem de computador”. Mesmo o *software* sendo em Português, alguns comandos guardam a linguagem internacional, o que dificultou um pouco a construção algébrica da expressão da função.

Outros alunos afirmaram que o software é simples de usar e que possui um sistema de ajuda bem completo. Acrescentaram que os comandos para montar as funções estão todos na biblioteca e que isso ajuda na hora de construir a expressão da função. Outro item que contou favoravelmente ao uso do *software* foi a apresentação dos gráficos coloridos e a possibilidade de apresentar a expressão correspondente do gráfico na mesma cor, facilitando a construção de vários gráficos na mesma tela. Isso ajudou muito a comparação entre os gráficos.

Alguns alunos afirmaram que o *software* não é “autodidata”. Ou seja, não é como alguns *softwares* de tipo “tutorial” que há no mercado. Quanto a essa última afirmação, o pesquisador tinha real interesse em trabalhar com um *software* que não fosse uma seqüência de perguntas e respostas, semelhante a um jogo, pois acreditou que um software aberto, que possibilitasse a construção do problema e a solução deste, seria mais interessante para que os alunos construíssem o conceito de funções e conseguissem diferenciar os tipos de funções.

Por último, a verificação da aprendizagem dos conceitos foi sendo feita ao longo do trabalho desenvolvido e, pelas observações que os alunos apresentavam, pôde-se constatar que os conceitos foram construídos e compreendidos. Para cada nova função proposta, e as seguintes associadas, emergiam observações a respeito de parâmetros e dos formatos dos gráficos.

Nos momentos em que se propunha que os próprios alunos construíssem os exemplos de funções para montagem dos gráficos, pôde-se verificar quando essa construção acompanhava o modelo proposto. Com várias construções diferentes na

mesma tela, também foi possível verificar a utilização de diferentes valores para os parâmetros, de acordo com a necessidade e interesse de comparação que o aluno tinha naquele momento.

A significação da aprendizagem pôde, portanto, ser constatada nesses momentos ao longo do trabalho feito, possibilitando dessa forma uma avaliação cumulativa do crescimento e da aprendizagem obtidos.

Na disciplina de Matemática II, além do assunto de *funções*, também são trabalhados os assuntos de *limites*, *derivadas* e *integrais*. Nas aulas seguintes, constatou-se uma maior facilidade, por parte dos alunos, na interpretação de limites na forma gráfica. Questões que em semestres anteriores apareciam como: “Se o x vai para $+\infty$, como pode a função ir para zero?” ou “Se x é negativo, como a função pode ser positiva?”, não se repetiram. Os alunos conseguiram responder corretamente as análises de sinal das funções, quando do estudo de limites.

9 CONCLUSÕES

A presente dissertação deu subsídios para mostrar como a tecnologia de informação pode auxiliar alunos e professores na construção do conhecimento.

Muitas escolas de Ensino Médio e faculdades ainda tratam o ensino da matemática de uma maneira pragmática, enfatizando a memorização e a reprodução de conteúdos apresentados pelo professor. Felizmente, diversas pesquisas e estudos vêm ocorrendo na tentativa de se reverter esse quadro. O uso do computador como meio auxiliar na exploração de conceitos matemáticos resultou numa forma mais dinâmica, criativa e diferente para a investigação matemática e para a resolução de problemas.

A utilização do computador como uma ferramenta mediadora no processo ensino-aprendizagem da matemática, apresentou alguns aspectos que precisam ser considerados desde que se pretenda implementar esse recurso. É necessário que haja mudanças de paradigmas referentes a avaliações e uma distinção clara entre **aprendizagem e treinamento**.

Para poder investigar a utilização de tecnologia da informação como ferramenta mediadora no processo ensino-aprendizagem da matemática, foi necessário abordar questões relativas à Educação, à Educação Matemática e à Tecnologia da Informação.

Na Educação e na Educação Matemática procurou-se relacionar o saber científico, o saber escolar e o saber cotidiano, com o objetivo de verificar as necessidades de cada um dos saberes e suas contextualizações.

Também foi apresentada a idéia de transposição didática e feita uma análise das diferentes práticas educativas com o objetivo de melhor compreender a inserção da tecnologia de informação no processo ensino-aprendizagem.

Para realizar o trabalho de pesquisa, a metodologia adotada foi fundamentada na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

Nessa perspectiva, procurou-se construir o conceito de função considerando os três elementos, simbolicamente $f(S,I,R= \textit{campo conceitual})$: O **S** é um

conjunto de situações que dá significado à função; o **I**, um conjunto de invariantes que trata de propriedades das funções e o **R** um conjunto de representações simbólicas que permite relacionar o significado com as propriedades da função. Assim, o domínio progressivo do conceito de função exigiu uma variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas em estreita conexão.

O trabalho realizado com o *software* WINPLOT, na disciplina de Matemática II, do curso de graduação em Administração da FAPA, contemplou o estudo de funções básicas que os alunos utilizam nas demais disciplinas do curso. Procurou-se trabalhar a construção do conceito de função matemática, por meio desse software.

Ao longo dos anos de trabalho com essa disciplina, sempre foi uma preocupação o modo como os alunos tratavam o conceito de funções. Da maneira tradicional, em aulas expositivas, constatou-se que os alunos trabalhavam com funções matemáticas, porém não demonstravam conhecimento do conceito de funções, muitas vezes confundindo a função matemática com a equação matemática. A dificuldade de interpretação dos gráficos era uma constante. Muitas vezes, esses alunos não conseguiam explicitar os resultados da função. Perguntas como: “Por que a função é positiva, se está com x negativo?” apareciam com bastante frequência. Os alunos não demonstravam ter compreendido a relação existente entre a variável dependente e os resultados da função.

Na disciplina de Estatística Geral o professor usou o laboratório de informática mais com o objetivo de propiciar ao aluno a praticidade e velocidade de cálculo que o software permite. O professor utilizou de planilhas eletrônicas, entre elas, o *Excel* e o *Calc*.

No anexo E é reproduzido o depoimento do professor de Estatística Geral, no qual, justifica o uso de computadores no processo ensino-aprendizagem utilizado.

9.1 O PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Durante o trabalho feito usando o *software* WINPLOT, observou-se que os alunos preocuparam-se mais com a representação gráfica da função, curva e significado dos parâmetros do que com cálculos de valores x e y , para a colocação no gráfico. Alguns se expressaram diretamente afirmando que “não estavam preocupados com cálculos e sim com as formas que o gráfico poderia assumir”, mostrando um desejo de compreender e de diferenciar os tipos de funções trabalhados.

Outro aspecto a ser considerado é o fato de que hoje a computação gráfica é um recurso bastante estimulador para compreensão e análise do comportamento de gráficos de funções como as alterações que estes sofrem quando ocorrem mudanças nos parâmetros de suas equações. (BRASIL, 1998. PCN Matemática III e IV ciclo do ensino fundamental, p. 45)

No estudo da função do 1º grau, pôde-se perceber que os alunos tiveram um claro entendimento do significado dos parâmetros a e b na função $f(x) = ax + b$, pois associaram o coeficiente linear b com o corte no eixo y , mostrando, por meio de exemplos, a translação das retas no sentido vertical. Também demonstraram entendimento quanto ao coeficiente angular, ao observarem que a inclinação modificava-se conforme o valor desse parâmetro.

A idéia de função ficou bem caracterizada, pois os alunos não enfrentaram muita dificuldade para transpor o estudo matemático de funções para o estudo de funções econômicas de oferta e demanda.

Um problema bastante comum, que ocorria freqüentemente quando o conteúdo de funções era desenvolvido de forma tradicional, o de os alunos confundirem os significados da variável x e do resultado da função y , praticamente não mais ocorreu. Na seqüência dos assuntos trabalhados na disciplina de Matemática II, tais como: limites, derivadas e integrais, os alunos mostraram ter entendido bem os conceitos de

domínio da função e de imagem, pois dificuldades de entendimento sobre x ser positivo e a função ser negativa, ou vice-versa, não apareceram.

A distinção dos significados de quantidades e de preços, da relação entre eles, pareceu bastante clara quando os alunos associaram uma reta crescente ao conceito de oferta e uma reta decrescente ao conceito de demanda. Apareceu também nesse momento o entendimento da relação entre preço (P) e quantidade (q), de forma direta na oferta e inversa na demanda, associando a situação direta para uma função crescente e a situação inversa para uma função decrescente.

Os resultados obtidos no aspecto da aprendizagem foram bastante animadores, pois os alunos demonstraram conhecimento do conceito de funções ao explicitar o significado de cada gráfico e o que ele estava representando em termos quantitativos (valores) e qualitativos (forma, inclinação, taxa de variação), apresentaram facilidades na construção de novas funções, mostrando conhecer o significado dos coeficientes e as leis de formação dos diversos tipos de funções, diferenciando as funções e classificando-as, conforme as características comuns encontradas.

9.2 A VISÃO DOS ALUNOS SOBRE O TRABALHO

Durante o desenvolvimento do trabalho de pesquisa, os alunos responderam a um questionário, que foi dividido em três partes, com o objetivo de analisar a repercussão do mesmo.

Na primeira parte, em que se procurou levantar um perfil dos sujeitos, constatou-se que a maioria dos alunos já trazia de suas casas conhecimentos básicos sobre computadores. A implementação de tecnologias de informação como meios auxiliares para o processo ensino-aprendizagem não encontraria, portanto, resistência nem dificuldade de uso, pois é uma tecnologia com a qual os alunos já estão acostumados no seu dia-a-dia, seja em casa ou no trabalho.

Os tipos de *softwares* que os alunos utilizavam e a familiaridade com as interfaces gráficas facilitaram bastante o uso do *software* WINPLOT, portanto,

professores devem sentir-se bem à vontade para utilizar tecnologias de informação em suas aulas, pois encontrarão, em sua grande maioria, alunos familiarizados e acostumados com computadores.

Na segunda parte, em que se procurou associar educação com uso de tecnologia de informação, constatou-se, por grande parte dos alunos, certo entusiasmo em usar computadores para trabalhar conceitos matemáticos, considerando mais fácil e mais rápido deduzir conceitos. Uma grande ênfase foi dada ao aspecto da visualização dos resultados, favorecendo o entendimento do problema. A idéia da praticidade e a associação com o mercado de trabalho apareceu com bastante freqüência, revelando uma preocupação dos alunos em aprender no ambiente escolar para terem bom desempenho no ambiente profissional. A maioria dos alunos já utilizava computadores no desempenho de suas funções profissionais, e demonstrou satisfação com a associação dos conceitos trabalhados e com as ferramentas que estava acostumada a manejar.

Ainda associando o uso de computadores ao estudo de funções matemáticas, alguns alunos afirmaram que foi possível aprofundar mais os conceitos a elas relacionados.

Na terceira parte, em que se procurou verificar a aceitação do trabalho usando tecnologia de informação, a grande maioria afirmou que foi positivo o trabalho e que deveria ser utilizado com mais freqüência, pois facilita o aprendizado, quebra a monotonia da aula e dá uma maior interatividade ao estudo. Muitos alunos demonstraram ter gostado do trabalho, pois ficou mais fácil a visualização dos gráficos e a sua interpretação. Ainda afirmaram que a rapidez na construção dos gráficos ajudou-os a se dedicarem mais à interpretação do que ocorria nos gráficos, como eles se desenvolviam e quais afirmações poderiam deduzir.

Pelas afirmações relativas ao *software* utilizado, nota-se uma forte preocupação com a facilidade que o sistema de menus e da ajuda possa proporcionar. A interface gráfica e apresentação dos resultados foram fatores determinantes para que os alunos se sentissem à vontade na utilização desse *software*.

9.3 OS CONTEÚDOS E AS NOVAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO

A necessidade de novos conteúdos de Matemática que visem capacitar os estudantes para o próximo século não é compatível com as estruturas curriculares vigentes...Novas alternativas curriculares dependem de substancial aplicação de potentes tecnologias. Este processo deve incluir dramático crescimento nas interações entre os participantes do processo educacional e entre os recursos disponíveis. (Kaput, 1996. apud GRAVINA, 1998. p. 22)

Um aspecto que deve ser cuidado no uso de tecnologias de informação, é a proposta pedagógica utilizada pela instituição de ensino, pois a forma de avaliação feita em um ensino tradicional de repetição de conhecimentos passados pelo professor aos alunos não pode ser a mesma de quando o aluno procura construir o conceito em estudo, aplicá-lo em situações e analisá-lo mais sob o aspecto qualitativo (significados e relacionamentos) do que somente no aspecto quantitativo de valores finais, já que este privilegia o cálculo, as fórmulas em si, enquanto o primeiro privilegia a análise, a reflexão e o significado do que ocorre naquela situação.

Também é de fundamental importância que os professores sejam preparados, antes de iniciar qualquer atividade com o computador, que tenham competência para determinar as estratégias de ensino que utilizarão, que conheçam as potencialidades e as restrições do software por ele escolhido e que tenham claros seus objetivos ao adotar tal software. (CLAUDIO; CUNHA, 2001, p.175).

O uso de computadores para o desenvolvimento de conteúdos matemáticos prioriza mais a interpretação dos resultados obtidos do que propriamente a obtenção desses resultados. O aluno pode concentrar-se mais no significado de função, mais na representação gráfica, mais na repercussão que as alterações propostas ocasionavam, do que simplesmente em calcular valores numéricos que pouco ou nada estariam representando para eles.

10 RECOMENDAÇÕES

Cabe às instituições de ensino e a seus professores, questionar seus objetivos ao trabalharem os conteúdos e, a partir desse questionamento, propor mudanças, tanto na prática em sala de aula quanto no currículo, que estejam de acordo com os objetivos traçados. Não deve ser esquecida, certamente, a avaliação da prática pedagógica, que requer novos parâmetros de análise.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais PCNs de Matemática do 3º a 4º ciclos, em sua página 54, recomenda sobre avaliação:

Nesse sentido, é preciso repensar certas idéias que predominam sobre o significado da avaliação em matemática, ou seja, as que concebem como prioritário avaliar apenas se os alunos memorizam as regras e esquemas, não verificando a compreensão dos conceitos, o desenvolvimento de atitudes e procedimentos e a criatividade nas soluções, que, por sua vez, se refletem nas possibilidades de enfrentar situações-problema e resolvê-las.

Segue ainda na pagina 55:

Se os conteúdos estão dimensionados em conceitos, procedimentos e atitudes, cada uma dessas dimensões pode ser avaliada por meio de diferentes estratégias. A avaliação de conceitos acontece por meio de atividades voltadas à compreensão de definições, ao estabelecimento de relações, ao reconhecimento de hierarquias, ao estabelecimento de critérios para fazer classificações e também à resolução de situações de aplicação envolvendo conceitos. A avaliação de procedimentos implica reconhecer como eles são construídos e utilizados. A avaliação de atitudes pode ser feita por meio da observação do professor e pela realização de auto-avaliações. (BRASIL, 1998)

Assim, ao se propor a utilização de tecnologia informática no ensino da matemática, é necessário que toda a comunidade escolar (direção, professores, alunos e pais), de forma integrada, discuta a proposta pedagógica, aprecie a maneira como se dará a avaliação e verifique quais competências os alunos desenvolverão.

Acredito que para mudar-se o atual modelo de ensino em matemática, tanto nas instituições de ensino superior, quanto no Ensino Médio, é preciso não apenas disponibilizar ferramentas de tecnologia de informação, pois os profissionais não estão, em geral, capacitados a introjetar essas novas tecnologias, mas, capacitar os profissionais a utilizá-las. A revisão de currículos e de objetivos de avaliação faz-se necessária. Pouco adianta estudos pontuais, individuais, sem uma seqüência de trabalho, se não houver uma postura institucional, uma quebra de paradigma de metodologia de ensino.

É preciso que o aluno torne-se um sujeito ativo do processo de aprendizagem e não um mero repetidor de informações que lhe são repassadas. Tais informações podem ser encontradas em meios eletrônicos e tradicionais (livros), podendo o aluno ter acesso a qualquer momento. Cabe aos educadores proporcionar meios para que o aluno possa filtrar e trabalhar essas informações e utilizar-se delas para solucionar novas situações propostas.

As instituições devem promover, portanto, uma mudança em seus quadros funcionais. É necessário contratar profissionais capacitados e experientes no assunto e, ao mesmo tempo, é preciso promover discussões, proporcionar cursos de formação continuada aos professores. O investimento no potencial destes traria, certamente, muitas modificações à prática pedagógica. De fato, as instituições devem saber que aluno querem formar.

REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. São Paulo: Contraponto, 1996.
- _____. G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.
- BECKER, F. A **Epistemologia do Professor**. Petrópolis: Vozes, 1997.
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999.
- BIEMBENGUT, Maria Saleti; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2003.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto ciclos do ensino fundamental**. Brasília: Ministério da Educação, 1998. 148 p.
- CARVALHO, Maria Helena Sório de. **Uso de Software no ensino de matemática: uma investigação na rede estadual de ensino médio de Porto Alegre**. 2004. 179 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática. PUCRS, Porto Alegre.
- CLAUDIO, Dalcídio Moraes; CUNHA, Márcia Loureiro da. As novas tecnologias na formação de professores de Matemática. In: CURY, Helena Noronha (org.). **Formação de professores de Matemática: uma visão multifacetada**. 1. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001.

COSTA-PINTO, Stela Maris Dias Nasif, **O Computador e o Ensino Superior de Matemática: Uma Prática Interativa**. Belo Horizonte: FUMEC-FACE Editora c/ARTE, 2003.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**. 5. Ed. São Paulo: Ática, 1998.

_____, Ubiratan. **Da realidade à Ação: Reflexões sobre Educação e Matemática**. 4. Ed. Campinas SP: Editora da Universidade Estadual de Campinas, 2000.

_____, Ubiratan. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 10. ed. Campinas SP: Papirus, 2003.

DELEUZE, G; GUATTARI, F. **Mil platôs**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1996.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e Construção de Conhecimento**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Tempo Brasileiro, 2002.

_____, Pedro. **Complexidade e Aprendizagem A dinâmica não linear do conhecimento**. São Paulo: Atlas S.A., 2002.

_____, Pedro. **Educar pela Pesquisa**. Campinas,SP: Autores Associados, 2002.

DUBINSKY,E. Reflective Abstraction in **Advanced Mathematical Thinking**, In D.Tall (ed.), *Advanced Mathematical Thinking*, Kluwer Academic Press, 1991.

FRANCHI, A. Considerações sobre a Teoria dos Campos Conceituais. In: Alcântara Machado, S.D. et al. **Educação Matemática: uma introdução**. São Paulo. EDUC, 1999.

FERREIRA, Ana Cristina Andrejew. **O uso do Computador como recurso mediador na disciplina de matemática no ensino médio**. 2004. 126 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática. PUCRS, Porto Alegre

GLADCHEFF, Ana Paula. **Um instrumento de avaliação da qualidade para software educacional de matemática**. 2001. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências de Computação. USP, São Paulo, Disponível em <<http://www.usp.br>>. Acesso em 20 jan. 2005.

GRAVINA, Maria Alice; SANTAROSA, Lucila Maria. **A aprendizagem da Matemática em ambientes informatizados**. EDUMATEC – Educação Matemática e Tecnologia Informática, Porto Alegre, 1998. Disponível em: <http://www.edumatec.mat.ufrgs.br/artigos/artigos_index.php>. Acesso em 04 mar. 2005.

_____, Maria Alice. **Ambientes de Geometria dinâmica e o pensamento hipotético-dedutivo**. 2001. 259 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Faculdade de Educação. UFRGS, Porto Alegre.

GRINSPUN, Miriam P. S. (org.). **Educação Tecnológica: Desafios e Perspectivas**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

KOMOSINSKI, Leandro José. **Um novo significado para a educação tecnológica fundamentado na informática como artefato mediador da aprendizagem**. 2000. 146f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/>> Acesso em 15 Jan. 2005.

LISBOA, Isabel Cristina Dias Alves, **As Tecnologias de Informação como Fator de Mudança em Instituições de Ensino Superior**. Belo Horizonte: FUMEC-FACE Editora c/ARTE, 2003.

LÉVY, Pierre. **As Tecnologias da Inteligência: O Futuro do Pensamento na era da Informática**. 3. ed. São Paulo: editora 34, 1996.

_____, Pierre. **A Inteligência Coletiva: Por uma Antropologia do Ciberespaço**. 4. ed. São Paulo: Loyola, 2003.

MACHADO, Sílvia Dias Alcântara (org.). **Aprendizagem em Matemática: Registros de Representação Semiótica**. 1. ed. Campinas SP. Papirus, 2003

MACINTYRE, Ana Beatriz Lott. **Tecnologia e prazer, o ensino da matemática aplicado ao Curso de Administração**. 2002. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina. Disponível em <<http://teses.eps.ufsc.br>>. Acesso em: 15 jan. 2005.

MARTINS, Vera Lúcia de Oliveira. **Atribuindo significado ao seno e ao cosseno, utilizando o software cabri-géomètre**. 2003. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. PUCSP. São Paulo, Acesso em 30 Jan. 2005.

MAZZOTTI, Alda Judith Alves; GEWANDSNAJDER, Fernando. **O Método nas Ciências Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

MELO, José Manuel Ribeiro de. **Conceito de Integral: Uma proposta computacional para seu ensino e aprendizagem**. 2002. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. PUCSP. São Paulo. Disponível em <<http://www.pucsp.br>>. Acesso em: 30 jan. 2005.

MELO, Luiz Elpídio de. **O hipertexto na aprendizagem do cálculo diferencial e integral**. 2002. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina. Disponível em <<http://teses.eps.ufsc.br>>. Acesso em 15 jan. 2005.

MERCADO, Luís Paulo Leopoldo. (org.) **Novas Tecnologias na Educação: Reflexões sobre a Prática**. Maceió AL: Editora EDUFAL, 2002

MILANI, E. A informática e a comunicação matemática. In SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. (orgs). **Ler, escrever e resolver problemas: Habilidades básicas para aprender matemática**. Porto Alegre. Artmed, 2001.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T; BEHRENS, Marilda Aparecida, **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 1. ed. Campinas SP: Papyrus, 2000.

MOYSÉS, Ligia, **Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática**. Campinas SP: Papyrus, 1997.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática: Uma análise da Influência Francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

_____, Luiz Carlos. **Educação Escolar e as Novas Tecnologias da Informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PENTEADO, Miriam Godoy; BORBA, Marcelo de Carvalho. (org.). **A informática em Ação: Formação de Professores, Pesquisa e Extensão**. São Paulo: Olho D'água, 2000.

PEREIRA, Aécio Alves. **Um ambiente computacional para o ensino de Funções Trigonométricas**. 2002. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina. Disponível em <<http://teses.eps.ufsc.br>>. Acesso em 15 jan. 2005

PERRENOUD, Philippe. **10 Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000

PERRONI, Elaine Regina Amador. **Educação e Informática: O desenvolvimento do pensamento lógico matemático da criança com necessidades educativas especiais**. 2002. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina. Disponível em <<http://teses.eps.ufsc.br>>. Acesso em 15 jan. 2005.

PETITTO, Sonia. **Projetos de Trabalho em Informática: Desenvolvendo Competências**. Campinas SP: Papirus, 2003.

PIAGET, J. **Aprendizagem e Conhecimento**, em PIAGET, P.; GRÉCO, P., Aprendizagem e Conhecimento. Rio de Janeiro: Freitas Bastos. 1974.

PONTE, João Pedro; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Helia. **Investigações Matemáticas na Sala de Aula**. Belo Horizonte: Autêntica. 2003.

PRETTO, N. L. . **Uma Escola sem/com Futuro - educação e multimídia**. Campinas/SP: Papirus, 1996.

RODRIGUES, Gislaine Maria. **Aprendizagem de conceitos matemáticos em ambientes virtuais**. 2002. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina. Disponível em <<http://teses.eps.ufsc.br>>. Acesso em 15 jan. 2005

SACKS, Oliver. **Um Antropólogo em Marte**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

SETZER, Valdemar W. **Meios Eletrônicos e Educação: Uma Visão Alternativa**. São Paulo: Escrituras, 2001.

SKOVSMOSE, Olé. **Educação Matemática Crítica: A Questão da Democracia**. Campinas SP: Papirus, 2001.

VERGNAUD, G. Epistemology and Psychology of Mathematics Education, in **Mathematics and Cognition**. ICMI Study Series. 1990.

_____, Gerard. **Teoria dos Campos Conceituais**. In: Nasser, L. (Ed.) Anais do 1o Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro. 1993. p. 1-26.

_____, G. **A trama dos Campos Conceituais na construção dos conhecimentos**. Revista do GEMPA, Porto Alegre, n.4 p.9-19. 1996.

VOOS, Dolurdes. **Educação Matemática, software e rede de professores: Repercussões no discurso e na prática pedagógica**. 2004. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. PUCRS, Porto Alegre.

APÊNDICE A – Questionário 01 – O Perfil

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS EM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA USANDO TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Mestrando: Luís Alberto Prates Piccoli

Questionário – I parte: O perfil

Questão 01 – Você usa o computador em casa ou no serviço? Se não usa, por que?

Questão 02 – Você considera que seu domínio no uso de computadores seja:

- () Não utiliza
- () Regular
- () Bom
- () Muito Bom
- () Excelente

Questão 03 – Que tipo de softwares você usa? Marque as alternativas e comente em que situação.

- () Editor de texto
- () Planilha de Cálculo
- () Software de apresentação
- () Software de edição de imagens
- () Software de navegação na internet
- () Software de Educação.

APÊNDICE B – Questionário 02 – Tecnologia da informação e educação

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS EM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA USANDO TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Mestrando: Luís Alberto Prates Piccoli

Questionário – II parte: Informática e Educação

Questão 04 – Você acha que utilizando o computador fica mais fácil aprender?

Comente: _____

Questão 05 – Já aprendeu algum assunto utilizando o computador? Se sim, explique: _____

Questão 06 – Já aprendeu, utilizando o computador, algum assunto que não conseguiu assimilar por outros recursos educacionais? Comente: _____

Questão 07 – Você acha que o computador e a qualidade de ensino estão associados?

Explique: _____

Questão 08 – Você já havia usado software específico de matemática? Se sim, qual?

APÊNDICE C – Questionário 03 – Verificação do trabalho realizado - Estatística

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS EM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA USANDO TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Mestrando: Luís Alberto Prates Piccoli

Questionário – III parte: Verificação do trabalho realizado - Estatística

Questão 09 – Você acha que o uso do computador e do Excel acrescentou alguma coisa no seu conhecimento de estatística? Comente: _____

Questão 10 – Em sua opinião, o professor deve usar os recursos computacionais:

Raramente ()

ocasionalmente ()

com mais frequência ()

Questão 11 – Em sua opinião, utilizar os recursos computacionais:

a) facilita o aprendizado ()

b) quebra a monotonia da aula ()

c) a aula fica mais agradável ()

d) há maior interatividade ()

Questão 12 – Escreva o que você achou de interessante sobre o uso do Excel.

Questão 13 – Você achou válido utilizar esses recursos para incrementar o ensino de estatística? Comente: _____

Questão 14 – Quais foram as maiores facilidades e dificuldades encontradas na utilização do Excel?

APÊNDICE D – Questionário 04 – Verificação do trabalho realizado – Matemática II

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS EM MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA USANDO TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Mestrando: Luís Alberto Prates Piccoli

Questionário – III parte: Verificação do trabalho realizado – Matemática II

Questão 09 – Você acha que o uso do computador e do WINPLOT acrescentou alguma coisa no seu conhecimento de Funções? Comente:

Questão 10 – Em sua opinião, o professor deve usar os recursos computacionais:

Raramente ()

ocasionalmente ()

com mais freqüência ()

Questão 11 – Em sua opinião, utilizar os recursos computacionais:

a) facilita o aprendizado ()

b) quebra a monotonia da aula ()

c) a aula fica mais agradável ()

d) há maior interatividade ()

Questão 12 – Escreva o que você achou de interessante sobre o uso do WINPLOT.

Questão 13 – Você achou válido utilizar esses recursos para incrementar o ensino de funções ? Comente: _____

Questão 14 – Quais foram as maiores facilidades e dificuldades encontradas na utilização do WINPLOT?

ANEXO A – DEPOIMENTO DO PROFESSOR DE ESTATÍSTICA GERAL

Sou professor de Estatística Geral, e levo os meus alunos para o laboratório de informática durante 4 horas por semestre. A disciplina desenvolve conceitos de estatística descritiva e probabilidade.

A aula no laboratório é utilizada apenas para desenvolver “eletronicamente” os conceitos estudados em aula. É utilizada apenas a planilha eletrônica (Excel, Calc). O objetivo é propiciar ao aluno a praticidade e velocidade de cálculo que o software permite.

Por que a aula no laboratório?

O computador faz parte das atividades profissionais que os alunos irão desempenhar no mercado de trabalho (Administração de Empresas, Contabilidade). Entendo que é importante que o aprendizado da sala de aula esteja presente e se dissemine no dia-a-dia destes profissionais, contribuindo desta forma com um desempenho mais eficiente das suas funções.

Por que apenas 4 horas por semestre?

Os laboratórios de informática são muito disputados e nem sempre se consegue uma reserva. Por causa desta incerteza no uso do laboratório, faço o planejamento da disciplina com apenas estas 4 horas no laboratório.

Por que o software tipo planilha (Excel, Calc.)?

Como tenho apenas 4 horas no laboratório, prefiro utilizar a planilha eletrônica que os alunos já conhecem. Um software específico de Estatística demandaria tempo para adaptação à interface e ao uso do mesmo.

Acho que o objetivo da atividade é alcançado. Ouço diversos comentários sobre a facilidade de obter certos resultados que em aula demandavam muito mais tempo e “sacrifício”. Muitos alunos comentam que passam a utilizar o software para obter resultados estudados em aula, e que utilizam estes resultados no seu trabalho.

Em todas as turmas, sempre há alguns alunos que possuem certa rejeição à informática, e tentam resistir (não gostam) quando são solicitadas atividades no computador.

Professor Vandoir Stormowski – Faculdades Porto-Alegrenses – FAPA.