

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Ana Cristina Andrejew Ferreira

O USO DO COMPUTADOR COMO RECURSO MEDIADOR NA DISCIPLINA DE
MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação de mestrado

Porto Alegre, 2004.

Ana Cristina Andrejew Ferreira

**O USO DO COMPUTADOR COMO RECURSO MEDIADOR NA
DISCIPLINA DE MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como Requisito
Parcial à 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

Orientador: Dr. Lorí Viali

Porto Alegre, 2004.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F383u Ferreira, Ana Cristina Andrejew
O uso do computador como recurso mediador na disciplina
de matemática no ensino médio / Ana Cristina Andrejew
Ferreira. - Porto Alegre, 2004.
126f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Fac. de Química, PUCRS, 2004.

1. Informática na Educação. 2. Matemática - Ensino.
3. Ensino através do Computador. 4. Métodos e Técnicas de
Ensino. 5. Tecnologia Educacional. I. Título.

CDD 371.39445

Bibliotecária Responsável: Deisi Hauenstein CRB-10/1479

Agradecimentos

Aos meus familiares, que trouxeram inspiração, tranquilidade, desejo de superação e vontade de vencer. Aos professores com os quais aprendi, especialmente meu orientador Dr. Lorí Viali, e aos amigos que auxiliaram e contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

“Estamos saindo da civilização reta do estilo para entrar na dos teclados, planária, volumosa e descentrada. Isso nos mudará, corpos e almas, e isso transformará o tempo”. (Serres, p. 25)

Resumo

O propósito deste trabalho é abordar o uso do computador como ferramenta auxiliar da aprendizagem Matemática no Ensino Médio. Para isto foi levantado o uso de softwares, tutoriais, *sites*, *applets*, portais e planilha no ensino de Matemática. Baseando-se neste levantamento foram selecionados a Planilha do Excel e o Software Winmat para trabalhar com um grupo de alunos do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Os alunos desenvolveram as atividades com a ajuda de dois recursos (Planilha do Excel e o Software Winmat), baseados na Pedagogia Contemporânea. Após as atividades, os estudantes preencheram um questionário sobre suas impressões com respeito ao uso do computador na aprendizagem da Matemática no Ensino Médio.

Abstract

The purpose of this work is to investigate the suitability of the computer as an auxiliary tool to teach Mathematics at High School. The objective was to research softwares, tutorials, sites, applets and spreadsheets in Mathematics teaching. Basing on that research was selected the Spreadsheet of Excel and the Software Winmat to work with a group of students of the School of Application of the Federal University of Rio Grande do Sul.

The students developed the assignment helped by two resources (Spreadsheet of Excel and the Software Winmat), based on modern Pedagogy. In the end of the assignment, the students filled in a questionnaire about their impressions with regard the usefulness of computer associated to Mathematics teaching at High School.

Sumário

1. Introdução.....	11
1.1. Áreas envolvidas na dissertação.....	11
1.2. Escolha do tema.....	13
1.3. O uso do Computador na Educação.....	15
2. Fundamentação Teórica.....	19
2.1. O Ensino da Matemática.....	19
2.2. Informática na educação.....	22
2.3. As dificuldades enfrentadas na escola quanto ao uso de computadores.....	24
2.4. Educação Matemática.....	26
2.5. Conclusão.....	33
3. Metodologia da Pesquisa.....	35
3.1. A metodologia envolvida na análise dos recursos de software.....	35
3.2. A metodologia utilizada na elaboração das atividades de Matemática.....	37
3.3. Metodologia da dissertação.....	38
3.4. Conclusão.....	39
4. Tipos de Concepções Pedagógicas.....	41
4.1. Concepção Pedagógica Tradicional.....	41
4.2. Concepção Pedagógica Nova.....	43
4.3. Concepção Pedagógica Tecnicista.....	44
4.4. Concepção Pedagógica Construtivista.....	45
4.5. Concepção Pedagógica Contemporânea.....	47
4.6. Conclusão.....	49
5. Recursos de Software.....	51
5.1. Recursos <i>On-line</i>	52
5.1.1. Sites.....	53
5.1.2. Portais.....	57
5.1.3. <i>Applets</i> e CGI.....	59
5.1.4. Tutoriais.....	60
5.2. Recursos <i>Offline</i>	61
5.2.1. Tutoriais.....	62
5.2.2. SAC, APP e Planilhas.....	63
5.3. A Escolha dos Aplicativos.....	70
5.4. Conclusão.....	71
6. Utilização de Software no Ensino Médio.....	75
6.1. O Laboratório de Informática.....	75
6.2. Atividades Propostas.....	77
6.3. Atividades Desenvolvidas pelos Alunos.....	79
6.4. Conclusão.....	93
7. Análise dos Resultados.....	96
7.1. Questões referentes ao uso do software.....	97
7.2. Integração do aluno com o software.....	98
7.3. O raciocínio e a aprendizagem dos conceitos matemáticos.....	100
7.4. Questões dissertativas.....	101
7.5. Conclusão.....	103
8. Conclusão Final e Recomendações.....	105
9. Anexos.....	110
Anexo 1.....	110
Anexo 2.....	116
Anexo 3.....	118
Anexo 4.....	119
Anexo 5.....	120
Anexo 6.....	121
10. Referências.....	122

Lista de Figuras

Figura 1 – Matemática do Científico ao Vestibular.....	55
Figura 2 – Pergunte ao Prof. Consultão.....	56
Figura 3 – Página de entrada do <i>site</i> Mundo Matemático	57
Figura 4 – <i>Links</i> Educacionais.....	58
Figura 5 – <i>Links</i> para outros servidores.....	58
Figura 6 – Um exemplo de <i>Applet</i> interativo.....	60
Figura 7 – Números dos Naturais aos Complexos.....	63
Figura 8 – Planilha Excel	70
Figura 9 – Laboratório de Informática	76
Figura 10 – Propriedades de Sistema	77
Figura 11 – Matriz Quadrada 6x6.....	79
Figura 12 – Matrizes identidade 5x5 e nula 4x4.....	80
Figura 13 – Colar Especial do Excel	80
Figura 14 – Matriz Transposta	81
Figura 15 – Matriz $A = (a_{ij})_{5 \times 4}$ tal que $a_{ij} = i + 2j$	82
Figura 16 – Adição de matrizes.....	83
Figura 17 – Matriz.Mult	84
Figura 18 – Multiplicação de Matrizes.....	84
Figura 19 – Matriz A, Inversa de A e o Produto das duas.....	85
Figura 20 – Fórmula Winmat	87
Figura 21 – Matriz Quadrada, Identidade e Nula	88
Figura 22 – Matriz A e a sua Transposta.....	88
Figura 23 – Matrizes construídas a partir de uma lei.....	89
Figura 24 – Resultados das Operações com Matrizes	90
Figura 25 – Exibição do Formato	90
Figura 26 – Multiplicação de Matrizes.....	91
Figura 27 – Multiplicação da Matriz a pela sua Inversa.....	92
Figura 28 – Gráfico dos dados da tabela 1	98
Figura 29 – Gráfico dos dados da tabela 2	99
Figura 30 – Gráfico dos dados da tabela 3	101
Figura 31 – Foto de alunos no Laboratório de Informática 1	121
Figura 32 – Foto de alunos no Laboratório de Informática 2	121

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Questões referentes ao uso do software	98
Tabela 2 – Integração do aluno com o software	99
Tabela 3 – O raciocínio e a aprendizagem dos conceitos matemáticos	101

1. Introdução

O computador está sendo usado cada vez com mais frequência nas diferentes áreas de ensino. Primeiramente, ele começou a ser utilizado nas universidades. Depois ele começou a ser inserido em escolas privadas e públicas de Ensino Fundamental e Médio. A inserção de computadores nas escolas acarretou mudanças no hábito escolar. Os professores interessados em aproveitar a Informática na Educação tiveram que participar de cursos de aperfeiçoamento. Além desses cursos, é necessário criar espaços na escola para discutir os problemas e as soluções referentes ao uso da Informática. A busca de uma metodologia adequada para o uso de computadores na educação é fundamental para que ocorra a aprendizagem.

A presente dissertação aborda o uso do computador como ferramenta mediadora no Ensino Médio. A introdução desse trabalho está dividida em três tópicos: áreas envolvidas na dissertação, escolha do tema e o uso do computador na educação.

1.1. Áreas envolvidas na dissertação

Os materiais consultados para fundamentar esta dissertação provêm das áreas de Educação (Pedagogia), de Informática e de Matemática. A leitura de artigos, livros e *sites* tornou-se uma tarefa árdua devido à vasta quantidade de materiais existentes. Para escrever a dissertação foi necessário ler, selecionar, analisar, organizar, escrever e estudar informações relevantes. As fontes consultadas para a pesquisa estavam disponíveis em textos escritos em inglês, espanhol e português.

Na área educacional foram consultados materiais para escrever os tipos de concepções pedagógicas. Cada uma dessas concepções define uma metodologia própria para o processo de ensino-aprendizagem. As principais características de cada uma são explanadas ao longo dessa dissertação. Os diferentes conceitos pedagógicos são estendidos também ao uso do computador no processo de aprendizagem da Matemática. A forma de utilizá-lo depende do método que é adotado. Esse método deve contemplar o tipo de aluno que pretendemos formar.

Na área de Informática foram pesquisados recursos computacionais. Esses recursos são os tutoriais, os *sites*, os *applets*, as planilhas e os softwares que estão abordados no capítulo 5 deste trabalho. Cada um desses meios é apresentado seguido de sugestões no capítulo recursos de software. Dentro das sugestões são tratados os tipos de conteúdos de Matemática que podem ser explorados com cada recurso.

O tema Informática na Educação tem sido discutido em congressos como: SBIE (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação), em *workshops* dentro do SBC (Simpósio Brasileiro de Computação), ENEM (Encontro Nacional de Educação Matemática) e em encontros regionais. Os professores que defendem o uso do computador na sala de aula acreditam que o ensino da Matemática pode tornar mais agradável e atraente. Em Congressos Científicos os minicursos que abordam o tema são os mais procurados, geralmente esgotando as vagas oferecidas rapidamente.

A outra área envolvida é a Matemática. No andamento da dissertação são levantados alguns problemas do ensino-aprendizagem dessa disciplina, além de serem apresentadas algumas sugestões de atividades utilizando os recursos de software. Na fundamentação teórica é exibido um texto sobre a Educação Matemática. Nesse texto é feito

um pequeno retrospecto a respeito das diferentes tendências de ensino e aprendizagem da Matemática.

Na parte final do trabalho as três áreas aparecem relacionadas. Esse capítulo relata as atividades desenvolvidas pelos alunos do Ensino Médio.

1.2. Escolha do tema

A Matemática é uma disciplina em que os alunos apresentam dificuldades de compreensão e formalização dos conceitos. Tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio, o objetivo é fazer com que os estudantes utilizem a Linguagem Matemática de forma adequada e precisa. No ensino tradicional, num primeiro momento, o conteúdo é repassado para o quadro e do quadro para os alunos. A fixação é feita com a utilização de exemplos resolvidos e exercícios propostos. Os alunos apresentam, geralmente, um tipo de rendimento limitado, pois apenas reproduzem o que foi apresentado. Uma boa parte dos alunos consegue resolver os exercícios sem maiores problemas e sem questionamentos. Entretanto, as dificuldades surgem quando são propostas atividades diferenciadas que exigem mais criatividade e raciocínio do educando. Por exemplo, a introdução de novos conceitos através de problemas permitem ao aluno desenvolver melhor seu senso lógico dedutivo. Esse tipo de atividade possibilita ao aluno a construção do conhecimento por meio da interpretação e manipulação de situações problemas. A maioria dos educandos têm uma certa resistência para resolver esse tipo de exercício.

O uso do computador pode auxiliar a aprendizagem da Matemática nesse tipo de questão. O computador é uma ferramenta que permite o aluno fazer atividades por meio de testes, simulações, tutoriais, auxílio na resolução de problemas e pesquisas objetivando uma melhor qualidade no processo de aprendizagem.

No presente trabalho são abordados, analisados e selecionados alguns programas, tutoriais, planilha (Excel), *sites* e *applets* matemáticos que podem ser aproveitados com alunos do Ensino Médio. Cada recurso é abordado enfatizando alguns aspectos como:

- conteúdo disponível para ser trabalhado;
- autoria;
- se é livre ou comercial;
- a língua utilizada;
- se é adequado ao Ensino Médio.

Após essa investigação, é feita uma análise verificando a adequação de tais recursos para o ensino da Matemática. Nessa análise definem-se dois recursos usados com os alunos do Ensino Médio.

No primeiro momento, os recursos tecnológicos escolhidos foram explorados pelos alunos livremente. Logo depois, os educandos receberam orientações para realizar as atividades propostas. Essas atividades desenvolvidas podem ser utilizadas para introduzir conteúdos da disciplina de Matemática ou sanar as dificuldades da mesma. A forma que os conteúdos são abordados com o auxílio do computador depende da metodologia escolhida. No entanto, faz-se necessário que a metodologia adotada na pesquisa vise o desenvolvimento crítico e criativo do aluno.

1.3. O uso do Computador na Educação

O computador está presente na maioria das atividades. Podemos encontrá-lo em bancos, escolas, empresas, repartições públicas e em outros lugares. Ele pode ser empregado para armazenar, analisar e processar dados com rapidez e precisão.

O avanço tecnológico, juntamente com o desenvolvimento das redes de telefonia e de dados, possibilitou-nos o acesso à Internet. A Internet é um meio de comunicação que permite seu usuário entrar em contato com o mundo virtual. Nesse mundo estão presentes informações, entretenimentos, fórum, entre outras coisas.

No Brasil, a maioria das pessoas não possui computadores em suas casas. Segundo os dados do IBGE (2001)¹, apenas 13 dos 169 milhões de brasileiros têm acesso à Internet em seus lares. Esta estatística mostra que a grande maioria das pessoas estão excluídas do mundo digital. O que é necessário fazer para incluir essas pessoas nesse mundo? A resposta para a pergunta envolve questões econômicas, políticas e sociais.

Vivemos num país onde existem pessoas marginalizadas economicamente. É grande o número de indivíduos que recebem baixos salários, enquanto que poucos ganham altos salários. Essa situação torna inviável para a maioria da população adquirir computadores. Por outro lado, sabemos que a tecnologia está presente em nossas vidas.

O sistema bancário brasileiro é todo informatizado. Por intermédio de um caixa eletrônico é possível sacar dinheiro, tirar saldos e extratos, pagar contas, fazer transferências, realizar depósitos em dinheiro ou em cheque, imprimir talão de cheques, entre outras coisas.

¹ Fonte - Site: O que é inclusão digital? – disponível em: <http://www.inclusaodigital.hpg.ig.com.br/inclusao.htm> – acesso em 04/05/2003.

Grande parte das transações acima podem ser realizadas, também, por meio da Internet. Os avanços no sistema bancário obrigaram as pessoas a se envolverem com a informática para a utilização de caixas eletrônicos com habilidade. No entanto o manuseio deste recurso com facilidade é insuficiente para quem deseja entrar no mundo digital. Para isso seria necessário que a maioria da população tivesse acesso a computadores.

A inclusão digital implica em investir na aquisição de computadores para escolas e centros comunitários. Nesses locais, os usuários teriam a possibilidade de acessar a Internet e a utilizar computadores de acordo com os próprios interesses. Segundo SILVEIRA (2003), a política de inclusão e alfabetização tecnológica abrange os seguintes pontos:

- “- A aprendizagem é um processo permanente e personalizado.
- Navegar na rede é uma forma de obtenção de informações que pode gerar conhecimento;
- É direito das comunidades obter a orientação presencial de seus jovens e adultos para refletir criticamente em um espaço de saber fluante, contínuo e permanentemente renovável.
- A aprendizagem em rede é cooperativa.
- Interagir, obtendo e gerando hipertextos, se está praticando e desenvolvendo uma inteligência coletiva.
- É fundamental reconhecer, enaltecer e disseminar pela rede os saberes desenvolvidos pela comunidade.
- Cada cidadã e cidadão deve buscar desenvolver na rede múltiplas competências.
- É preciso assegurar à população o conhecimento básico da Informática e incentivar o processo permanente de auto-aprendizagem” (p. 29).

A inclusão digital não abrange somente o acesso à Internet. Nela estão incluídos a utilização de editores de textos, planilhas, softwares, jogos didáticos etc, orientados por professores capacitados. Nesses centros de aprendizagem o usuário poderia desenvolver várias atividades com o intuito de se familiarizar com um recurso.

É crescente a necessidade de utilização do computador no trabalho e a escola não pode ficar alheia a realidade. Ela deve refletir este fato utilizando computadores no preparo de profissionais competentes para atuarem com estes recursos. De acordo com a Secretaria

Nacional de Educação Média e Tecnológica (SNEM) do Ministério da Educação e do Desporto “o computador e a Internet devem ser trazidos para dentro da escola para serem utilizados de forma crítica e criativa, aproximando o processo educativo da realidade dos alunos, tornando-o mais dinâmico, rico e contextualizado” (p. 1).

O computador é uma ferramenta que pode auxiliar os alunos na aprendizagem. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, o uso do computador no “ensino aprendido escolar deve constituir-se também em instrumento da cidadania, para a vida social e para o trabalho” (p. 50). Para tanto, é necessário encontrar uma pedagogia adequada ao uso dessa ferramenta. O objetivo geral é investigar o uso do computador como recurso mediador da aprendizagem Matemática no Ensino Médio. A investigação abrange a escolha de quais recursos tecnológicos (programas, tutoriais, planilhas, *sites* ou *applets* matemáticos) são mais adequados para os educandos esta escolha deve levar em conta os seguintes objetivos específicos: possibilitar aos alunos o conhecimento de novos recursos para a aprendizagem da Matemática salientando também a importância da instrumentalização do professor, a oportunidade de realizar atividades variadas com o auxílio do computador, o contato com o conhecimento de diferentes softwares e a oportunidade de executar atividades variadas relacionadas à Matemática com o auxílio de computador. Dentro deste contexto, deve existir uma interação entre professores e alunos para que a aprendizagem ocorra. O professor deverá desempenhar o papel de incentivador neste processo de ensino, estimulando o aluno a estabelecer uma relação mais efetiva com a máquina.

A dissertação é de cunho investigativo. Os alunos do 2º ano do Ensino Médio da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) - Colégio de Aplicação trabalharam com dois programas diferentes o mesmo conteúdo de Matemática. As informações observadas no decorrer do trabalho dos alunos foram agrupadas e analisadas.

O trabalho está dividido em dez capítulos: uma introdução, uma fundamentação teórica, uma metodologia, tipos de concepções pedagógicas, recursos de software, utilização de programas no Ensino Médio, análise de resultados, conclusão final, anexos e referências. O próximo capítulo apresenta a fundamentação teórica.

2. Fundamentação Teórica

Na fundamentação teórica estão expostos os pressupostos teóricos da dissertação, sendo o texto dividido em quatro partes. Inicialmente é abordado o ensino da Matemática. Nesse item são destacados pontos importantes envolvendo o formalismo matemático e a forma como a disciplina é ensinada. O tema Informática na Educação é discutido na segunda parte desse capítulo. Os projetos de implantação da Informática no Brasil são relatados resumidamente. O terceiro assunto expõe as dificuldades enfrentadas na escola quanto ao uso de computadores. E no último item, a Educação Matemática é abordada destacando as diferentes concepções do ensino da disciplina no Brasil.

2.1. O Ensino da Matemática

A Matemática é considerada por grande parte dos alunos como uma matéria difícil. Por que a Matemática é difícil? Segundo a opinião de alguns alunos, ela é uma disciplina abstrata, que exige muito raciocínio, além de muitas fórmulas, letras e cálculos. Não se consegue associar a disciplina apresentada na escola ao cotidiano.

A sua linguagem específica (jargão) contribui, além da falta de atividades concretas, para esta percepção. O formalismo presente na Matemática apropria-se de leis e regras próprias para explicar e justificar suas diversas áreas: Aritmética, Álgebra, Geometria...

A linguagem simbólica específica compartilhada, utilizada em cada uma dessas áreas, torna a Matemática abstrata e difícil. Por esse motivo muitos alunos têm aversão a essa disciplina. É importante entender e dominar bem os conceitos matemáticos antes da linguagem simbólica. A Linguagem Matemática precisa ser praticada para que o aluno vá

assimilando aos poucos. A apropriação dos conceitos matemáticos por parte dos alunos vai depender do estilo adotado pelo professor para ministrar suas aulas.

A matéria é apresentada na maioria das escolas de forma expositiva e sem muita criatividade. O professor expõe a matéria no quadro por meio de exemplos resolvidos. O aluno, mero espectador, copia o exemplo resolvido para reproduzir mais tarde quando for tentar fazer os exercícios propostos pelo professor, tornando o ensino mecânico e repetitivo.

De acordo com DEMO (2000):

“É equívoco fantástico imaginar que o ‘contato pedagógico’ se estabeleça em ambiente de repasse e cópia, ou na relação aviltada de um sujeito copiado (professor, no fundo também objeto, se apenas ensina a copiar) diante de um objeto apenas receptivo (aluno), condenado a escutar aulas, tomar notas, decorar, e fazer prova. A aula copiada não constrói nada de distintivo, e por isso não educa mais do que a fofoca, a conversa fiada dos vizinhos, o bate-papo numa festa animada” (p. 7).

Por outro lado, o ensino mecânico pode ser indicado para realizar atividades envolvendo Linguagem Matemática com o objetivo de exercitá-la. Ao realizar alguns exercícios, o educando estará praticando o uso correto de símbolos e notações. Essa atividade deve ser feita sem exageros, levando em conta a qualidade e não a quantidade de exercícios. Cabe ao professor propor aos alunos que encontrem meios diferentes de resolver um mesmo exercício.

O ensino de Matemática deve proporcionar condições para que o aluno desenvolva o espírito crítico e a criatividade. O educando necessita de atividades variadas que estimulem a sua curiosidade e o seu interesse. Para tanto, o professor deve criar condições para que a aprendizagem ocorra, promovendo jogos, gincanas e tarefas diferenciadas, a fim de desenvolver as potencialidades do educando.

Hoje o educando não adquire conhecimento apenas na escola. Vivemos num mundo onde a informação está presente em livros, revistas, rádios, televisões, computadores,

entre tantos outros meios. A informação é transformada em conhecimento quando se relaciona o que é relevante para o sujeito ao seu cotidiano. O conhecimento é construído a partir da interação com o objeto de estudo, integrando-o ao pensamento e transformando-o em ação presente e/ou futura. O aluno leva essas experiências adquiridas para dentro do contexto escolar. O professor pode aproveitar essas idéias para elaborar suas aulas. Assim o ensino da Matemática pode se tornar mais rico e interessante para o educando. Na citação de BORBA e PENTEADO (2003a) essa preocupação é evidente:

“(...) a escola, sobretudo a sala de aula, não é fonte exclusiva de informações para os alunos. Atualmente as informações podem ser obtidas nos mais variados lugares. Porém, sabemos que informação não é tudo, é preciso um espaço em que elas sejam organizadas e discutidas. A escola pode ser esse tal espaço. Um espaço pensado como se fosse uma ‘mesa’ onde alunos e professores se sentam para compartilhar as diferentes informações e experiências vividas, gerar e disseminar novos conhecimentos. O professor pode vir a perceber que cabe a ele compartilhar com seus alunos a responsabilidade pela organização dessa mesa de modo a constituir-la num ambiente de aprendizagem e geração de novos conhecimentos”(p. 65).

O educador deve integrar sua prática pedagógica com os novos recursos fornecidos pela tecnologia. A forma como o computador pode ser aproveitado na aprendizagem Matemática deve ser levada em conta pelo professor. Para tanto é necessário escolher aplicativos matemáticos que auxiliem o professor a elaborar atividades que promovam o desenvolvimento crítico e criativo do aluno. BORBA (2003a) ressalta a necessidade “da escolha de propostas pedagógicas que enfatizem a experimentação, visualização, simulação, comunicação eletrônica e problemas abertos.”(p. 88) Dessa forma, o educando poderá construir seu conhecimento interagindo com o computador. O professor deverá atuar como um instigador nesse processo ensino-aprendizagem, dando condições ao aluno de buscar novos conhecimentos matemáticos utilizando o computador como recurso. Em CURY (2001) é mencionada a relação educando/educador com o computador:

“o encontro de aluno e professor na frente do computador, conversando sobre as dificuldades de aprendizagem e as limitações dos software, pode ser uma fonte de novas descobertas e oportunidades para uma maior aproximação entre eles, o que, sem dúvida, tem conseqüências benéficas para a relação professor-aluno” (p. 20).

2.2. Informática na educação

A política de implantação da Informática na Educação no Brasil surgiu em 1981, após a realização do I Seminário Nacional de Informática Educativa, onde foram criados os primeiros projetos para implantar computadores nas escolas brasileiras. A partir desse encontro de educadores surgiram os seguintes projetos: Educom (Computadores na Educação), Formar e Proninfe (Programa Nacional de Informática na Educação).

O Educom foi lançado em 1983 pelo MEC (Ministério da Educação e Cultura) e pela Secretaria Especial de Informática. O objetivo desse projeto era criar laboratórios de informática em algumas universidades brasileiras. Nesses locais foram realizadas pesquisas sobre o uso do computador na educação. Participaram desse projeto as universidades: UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), UNICAMP (Universidade de Campinas), UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais) e UFPE (Universidade Federal de Pernambuco). Os projetos desenvolvidos por essas universidades abordavam o uso do computador nos níveis de Ensino Fundamental e Médio.

O projeto Formar foi desenvolvido dentro do Educom nos anos de 1987 e 1989. Tinha como objetivo qualificar profissionais para trabalhar com informática educativa. Esses profissionais tornaram-se multiplicadores em várias localidades.

O Proninfe foi desenvolvido em 1989 pelo MEC. O projeto incentivava a criação de novos laboratórios e centros para formação de profissionais em informática educativa.

Os projetos anteriores deram origem ao atual programa de governo o PROINFO (Programa Nacional de Informática na Educação). O PROINFO foi lançado pela Secretaria de Educação a Distância (Seed/MEC). O objetivo desse programa é dar assistência e incentivo

para implantar a tecnologia de informática nas escolas de Ensino Fundamental e Médio em todo o Brasil. De acordo com BORBA (2003a),

“o programa equipou mais de 2000 escolas e investiu na formação de mais de vinte mil professores através dos 244 Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE) instalados em diversas partes do país. No Estado de São Paulo temos 44 deles. A meta era, então, implantar mais 200 desses núcleos em todo o Brasil até o ano de 2001” (p. 20).

Atualmente, estão surgindo outros programas para equipar escolas com recursos de informática. Esses programas são parcerias do MEC com o Ministério das Telecomunicações. Segundo BORBA (2003a), o Programa Telecomunidade “visa a equipar, com um computador para cada 25 alunos, as escolas brasileiras do Ensino Médio” (p.21).

Para esses programas serem desenvolvidos é necessário realizar um acordo entre o MEC e as Secretarias Estaduais de Educação. O Estado interessado em participar do PROINFO deve elaborar um Projeto Estadual de Informática na Educação.

Durante anos o Governo Federal vem desenvolvendo alguns programas para equipar escolas com equipamentos como televisores, vídeos cassetes, antenas parabólicas, computadores, impressoras etc. Ainda existem muitas escolas para serem equipadas no Brasil com esses recursos. O computador, pelo fato de ser um recurso caro, talvez leve mais tempo para chegar na maioria das escolas.

Um ponto importante que não pode ser deixado de lado é a maneira de abordar as tecnologias educacionais. Elas podem ser aproveitadas para auxiliar a aprendizagem de uma determinada matéria ou não terem essa serventia. O computador pode ser utilizado com dois propósitos: educacional ou não educacional. A distinção entre utilizar o computador como uma tecnologia educacional ou não educacional aparece em CYSNEIROS (2002):

“É uma tecnologia educacional quando for parte de um conjunto de ações (práxis) na escola, no lar ou noutro local com o objetivo de ensinar ou aprender (digitar um texto de aula, usar um software educacional ou acessar um *site* na Internet), envolvendo uma relação com alguém que ensina ou com um aprendente. No entanto, o computador não é uma tecnologia educacional quando empregado

para atividades sem qualquer relação com o ensino ou aprendizagem, como controle de estoque de uma empresa” (p. 3).

O tema Informática na Educação abrange o uso do computador como uma ferramenta para auxiliar o processo ensino-aprendizagem de qualquer disciplina. Diante disso é fundamental que o professor esteja preparado para lidar com essa tecnologia de forma segura e criativa.

2.3.As dificuldades enfrentadas na escola quanto ao uso de computadores

Alguns professores que possuem computadores em suas escolas têm receio de utilizá-los em sua prática pedagógica. Um dos fatores que causa a insegurança é o despreparo do mestre. A maioria sabe apenas o básico: ligar o computador para usar o editor de texto no momento de escrever e planejar as atividades de aula. Conforme BORBA e PENTEADO (2000b) apud SILVA, (1997) é importante “quebrar o mito” em relação à máquina:

“Para muitos professores, o computador é um mito, ou seja, existe a idéia de que ele é um instrumento muito poderoso e que exige pessoas altamente qualificadas para manuseá-lo, o que provoca medo, insegurança e calafrios no primeiro contato. Há o medo do desconhecido, medo de mostrar incompetência perante os colegas, medo de danificar a máquina e causar prejuízos, medo de não conseguir desenvolver as competências em informáticas” (PENTEADO, p. 29).

Cabe a esses professores superar seus medos e receios participando de cursos de aperfeiçoamento, utilizando os novos recursos tecnológicos. Nesses cursos, o educador poderá aprender noções básicas para usar o editor de texto e fazer planilhas. Além de aprender a acessar a Internet e, quem sabe, experimentar alguns softwares diferentes. O educador atualizado poderá entender melhor as ferramentas disponíveis para incorporá-las em sua prática pedagógica.

O despreparo do professor não é o único fator que dificulta o uso da tecnologia digital na escola. No livro de BORBA e PENTEADO (2003a) são citados argumentos desfavoráveis ao uso do computador na educação, tais como:

- o uso da máquina para executar atividades prejudica a aprendizagem do aluno, pois causa dependência (a aprendizagem não ocorre);
- antes de adquirir computadores é importante melhorar os salários dos professores e obter mais recursos para compra de materiais escolares.

As argumentações acima não são suficientes para ignorar o uso da informática na educação. Pelo contrário o computador é um dos recursos tecnológicos mais usados no mundo. Portanto, ele não pode ficar de fora na educação.

O computador é uma ferramenta que possibilita ao seu usuário entrar em contato com o mundo da informação virtual. De acordo com MARQUES (1999):

“A escola virtual envolve contatos múltiplos e freqüentes de alunos com alunos, de alunos com professores, de alunos e professores com interlocutores externos, com grupos e listas de discussão sobre assuntos diversos. E envolve escolas interligadas, participantes de projetos comuns. Tudo isso, se cria imensas possibilidades também, e por isso mesmo, passa a exigir aquelas virtudes da persistência, vigilância e continuidade que cumpre à disciplina escolar imprimir no trato diário e continuado e que dão forma outra à comunidade educativa, a forma de comunidade da pesquisa” (p. 146).

Além de servir como meio de comunicação, o computador pode realizar atividades longas e exaustivas com rapidez e precisão. A principal virtude do computador é eliminar o trabalho braçal (mecânico), liberando o tempo do professor e do aluno para explorarem melhor os conceitos. O tempo poderá ser melhor aproveitado pelo usuário para realizar outras atividades de seu interesse. Exemplificando, em um determinado exercício o computador executa todo o trabalho mecânico (cálculos), enquanto que o aluno pode aproveitar mais seu tempo fazendo reflexões em cima do problema estudado. Cabe ao

professor elaborar questões que enfatizem mais a modelagem, o método de resolução e a aplicação dos conteúdos.

2.4. Educação Matemática

O ensino da Matemática propagou-se no Brasil associando ao contexto histórico-social-político de cada época. Esse fato ocasionou o surgimento de diferentes concepções de ensino e de aprendizagem da disciplina. A interação entre aluno, professor e saber matemático permitiu o desenvolvimento de diferentes modos de se entender e ver o ensino da Matemática. Os variados estilos deram origem às seguintes tendências de ensino: formalista clássica, empírico-ativista, formalista moderna, tecnicista, construtivista, sócio-etno-cultural e emergentes (histórico-crítica e a sócio-interacionista-semântica)¹.

Na tendência formalista clássica o ensino era livresco e centrado no professor. O educador transmitia o conteúdo para o educando. O aluno aprendia reproduzindo e repetindo o conteúdo por intermédio do professor e/ou dos livros. Nessa tendência existia uma preocupação em demonstrar logicamente os exercícios por meio de justificativas e argumentações. Essas idéias eram baseadas no Modelo de Euclides. De acordo com FIORENTINI (1995), a finalidade da Matemática era o “desenvolvimento do ‘espírito’, da ‘disciplina mental’ e do pensamento lógico dedutivo” (p. 6).

A tendência formalista clássica foi adotada nas escolas brasileiras até o final da década de cinquenta. Nesse período, conforme FIORENTINI (1995), a Matemática era separada em quatro disciplinas: aritmética, álgebra, geometria e trigonometria.

¹ Termos adotado por Fiorentini (1995).

Na tendência empírico-ativista, o professor é visto como um orientador ou facilitador da aprendizagem. Os conteúdos são organizados a partir dos interesses dos alunos atendendo ao desenvolvimento biológico e psicológico. O educando trabalha em pequenos grupos utilizando material didático (jogos, livros, experimentos,...). Ele aprende explorando esses recursos durante as atividades. Nessa tendência o conhecimento é adquirido através da observação e exploração de materiais concretos por meio dos sentidos. Nela estão impressas idéias empiristas.

A tendência empírico-ativista surgiu no Brasil a partir da década de vinte. É fundamentada nas idéias de John Dewey², um dos fundadores da nova escola nos Estados Unidos.

Essa tendência foi adotada por algumas escolas e centros de Ciências na década de 70 e início dos anos 80. Por intermédio dessa corrente surgiram livros-didáticos com figuras ou desenhos sob uma abordagem mais pragmática.

Nesse sentido a finalidade da Matemática, segundo constatou FIORENTINI (1995), visava “o desenvolvimento da criatividade e das potencialidades e interesses individuais de modo a contribuir para a constituição de uma sociedade cujos membros se aceitem mutuamente e se respeitem na sua individualidade” (p.11).

Na tendência empírico-ativista houve a unificação das quatro disciplinas (aritmética, álgebra, geometria e trigonometria). Essas disciplinas começavam a serem trabalhadas dentro da Matemática.

A tendência formalista moderna iniciou no Brasil após a realização de cinco congressos. Esses congressos foram realizados em 1955, 1957, 1959, 1961 e 1966. O objetivo

² John Dewey (1859-1952): Filósofo americano.

desses encontros era reformular e modernizar o currículo escolar da matemática. De acordo com FIORENTINI (1995), os propósitos do Movimento da Matemática Moderna (MMM) eram:

- “- unificação dos três campos fundamentais da Matemática com os seguintes conteúdos: Teoria dos conjuntos, Estruturas Algébricas e Relações e Funções;
- mais ênfase aos aspectos estruturais e lógicos da Matemática;
- processo de algebrização (1º e 2º graus);
- enfatizar o uso preciso da Linguagem matemática, o rigor e as justificativas das transformações algébricas através das propriedades” (p.13).

Na tendência formalista moderna, o ensino é autoritário e centrado no professor. O educador expõe e demonstra o conteúdo no quadro. O educando, por sua vez, anota as informações recebidas pelo professor para reproduzi-las em testes e provas. O conteúdo desenvolvido envolve linguagem e raciocínios lógicos estruturais baseados nos propósitos do MMM. Sob essa concepção, os objetivos do ensino da Matemática, segundo FIORENTINI (1995), são os seguintes:

- “- a Matemática deixa de ser uma ‘disciplina mental’, enfatizando resolução de problemas;
- capacitar o aluno a aplicar formas estruturais de pensamento inteligente;
- não visava à formação do cidadão em si, mas sim à formação do especialista matemático;
- procurava os desdobramentos lógicos-estruturais das idéias matemáticas, tomando por base não a construção histórica e cultural desse conteúdo, mas unidade e estruturação algébrica mais atuais” (p. 14).

Na tendência tecnicista o ensino e a aprendizagem da Matemática são abordados por meios de técnicas especiais de ensino e de administração escolar. O tecnicismo é de origem norte-americana. O objetivo dessa corrente é qualificar os alunos para ingressar no mercado de trabalho. Essas idéias capitalistas aparecem no seguinte trecho de FIORENTINI(1995): “a educação escolar teria a finalidade de preparar e ‘integrar’ o indivíduo à sociedade, tornando-o capaz e útil ao sistema”(p. 15).

A tendência tecnicista é baseada no Behaviorismo³. De acordo com ARANHA (1996), essa corrente busca no Behaviorismo “procedimentos experimentais necessários para a aplicação do condicionamento e o controle do comportamento”(p. 176). No tecnicismo, o método de ensino utilizado é a instrução programada. Todos os exercícios são resolvidos passo a passo.

Na tendência tecnicista o ensino é centrado nos objetivos instrucionais, técnicas e recursos. Educando e educador ficam em segundo plano. Não existe preocupação em formar cidadãos críticos e criativos e sim eficientes para o sistema. Os conteúdos são tratados como informações, regras e macetes. Eles são elaborados por especialistas.

Na tendência construtivista o conhecimento é construído com o auxílio de materiais concretos. Por intermédio da interação com o objeto e da reflexão, o aluno desenvolve suas estruturas do pensamento lógico-matemático.

A tendência construtivista surgiu no Brasil a partir da década de 60 e 70. FIORENTINI (1995) define o modo como a Matemática é vista nesta corrente: “uma construção humana constituída por estruturas e relações abstratas entre formas e grandezas reais ou possíveis” (p.20). O autor ainda destaca a finalidade do ensino da Matemática que é a “natureza formativa” (p.21). Todos os conteúdos são úteis para que ocorra a construção do conhecimento.

Nessa tendência o professor é um orientador. Ele organiza, instiga e orienta os alunos durante as atividades de aprendizagem. O educador deve analisar as respostas erradas de cada aluno a fim de descobrir como e porque eles chegaram ao erro. O erro não é visto como algo negativo e sim positivo. O educando é o centro do processo de ensino-

³ [Do inglês behaviour, “comportamento”.] Psicologia objetiva que, iniciada por Watson (1873-1958) e desenvolvida por Skinner (1904-1990), baseia-se exclusivamente nos dados observáveis do comportamento exterior, com exclusão dos dados da consciência. O comportamento é explicado pelas relações entre estímulo e resposta, a partir do fenômeno do reflexo condicionado (ARANHA,1996, p. 235).

aprendizagem. O professor deve fornecer condições para que o aluno seja curioso, criativo e crítico.

A tendência sócio-etno-cultural emergiu a partir da década de 60. Essa corrente iniciou-se devido ao fracasso do Movimento da Matemática Moderna frente às classes mais simples da sociedade. As dificuldades de aprendizagem envolviam o uso exagerado de símbolos e notações que contribuíram para o fracasso escolar de alunos oriundos dessas classes.

Nessa tendência o ensino-aprendizagem prioriza o saber popular trazido pelo aluno. A maneira como esses saberes são desenvolvidos pelos educandos no seu meio cultural é também objeto de estudo de educadores da corrente sócio-etno-cultural.

Na tendência sócio-etno-cultural professores e alunos estabelecem uma relação de diálogo, na qual a experiência entre ambos são compartilhadas. Segundo FREIRE (1987), “o diálogo, que é sempre comunicação, funda a colaboração” (p. 166). Os conteúdos desenvolvidos são problemas trazidos da realidade do aluno. Na sala de aula, ocorre a problematização desses assuntos, utilizando-se o saber popular e a forma como os matemáticos resolveriam a questão. Nessa tendência, estão presentes idéias pedagógicas de Paulo Freire e concepções de Matemática de Ubiratan D’Ambrosio, que compõem a Etnomatemática. De acordo com FIORENTINI (1995) apud D’AMBROSIO (2001), a Etnomatemática é “a arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender nos diversos contextos culturais”(p.25). Ainda segundo FIORENTINI (1995), a finalidade do ensino da Matemática é “desmistificação e a compreensão da realidade (tanto próxima quanto remota)” (p. 26).

Em cada uma dessas seis tendências estão impressas múltiplas concepções e pensamentos da práxis do ensino da Matemática. A maneira como cada professor conduz sua

aula pode ter traços predominantes de uma dessas tendências, mas poderá apresentar aspectos de outras. A maioria dos educadores apresenta em sua prática pedagógica uma mescla de várias tendências, inclusive de outras que estão emergindo.

Atualmente surgem novas tendências para o ensino aprendizagem da Matemática, denominadas por FIORENTINI (1995) como emergentes: a histórico-crítica e a sócio-interacionista-semântica.

A tendência histórico-crítica aborda as questões sociais, políticas e históricas, utilizando no contexto escolar uma postura crítica e reflexiva. A Matemática está sempre em construção, buscando uma teoria que atenda às necessidades sociais. Dentro deste contexto, a disciplina exerce um papel importante como forma de pensamento e leitura do mundo.

A tendência sócio-interacionista-semântica é baseada na teoria de Vygotsky. Essa teoria defende que a linguagem forma o pensamento. Nessa tendência, são atribuídos signos para representar fatos e idéias matemáticas. No processo de ensino, aprender tem a acepção de “significar”. O aluno aprende aquilo que é significativo para ele. Enquanto que o conteúdo de Matemática é tratado como um texto com significados.

As tendências histórico-crítica e sócio-interacionista-semântica estão emergindo dentro do contexto educacional. Alguns autores como Fiorentini, Zúñiga, Geraldi, Saviani, Pino e Lins defendem o surgimento dessas novas tendências.

Atualmente, o ensino da Matemática está sofrendo alterações com a implantação dos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais), tendo como órgão responsável o Ministério da Educação. Os PCN foram instituídos a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (Lei Federal n. 9.394), aprovada em 20 de dezembro de 1996. De acordo com os PCN (V.1),

“a LDB consolida a organização curricular de modo a conferir uma maior flexibilidade no trato dos componentes curriculares, reafirmando desse modo o princípio da base nacional comum (PCN), a ser complementada por uma parte diversificada em cada sistema de ensino e escola na prática, repetindo o art. 210 da Constituição Federal” (p.15 e 16).

Baseado nos PCN, a escola organiza seu currículo escolar elaborando seu projeto político pedagógico. Nesse projeto serão relatadas propostas para o ensino-aprendizagem. Essas propostas, segundo os PCN (V.1), devem priorizar “a formação de cidadãos autônomos, críticos e participativos, capazes de atuar com competência, dignidade e responsabilidade na sociedade em que vivem” (p.33).

Em 1998, foram instituídas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) pelo Conselho Nacional de Educação. Em 1999, a secretaria de educação Média e tecnológica do Ministério da Educação divulgou os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).

Nas DCNEM e nos PCNEM são destacadas as seguintes medidas para o Ensino médio:

- é considerada a etapa final na formação básica do educando;
- não deve ter como objetivo principal o preparo para o vestibular, mas estimular a criatividade e a curiosidade;
- favorecer a autonomia do educando;
- buscar a solidariedade e igualdade;
- estimular a construção do coletivo e de competências em torno do conhecimento;
- o conteúdo deve ser significativo para o educando, contextualizado e tratado de forma interdisciplinar.

Dentro das DCNEM e dos PCNEM, o ensino da Matemática prioriza o caráter formativo, o aspecto instrumental e o status como Ciência. Destaca-se também a importância em utilizar a tecnologia juntamente com a Matemática.

O ensino da Matemática deve proporcionar condições para que o aluno estude a realidade. Os conteúdos ensinados devem ser relacionados com o dia-a-dia dos educandos. Segundo IMENES (2001), os alunos deveriam aprender matemática financeira, probabilidade, estatística, análise combinatória, funções, geometria, geometria analítica, seqüências (progressões geométricas para relacionar com juros compostos) e excursões matemáticas (tópicos avançados de Matemática).

O currículo da Matemática pode tornar-se mais suscetível à realidade do educando. Para que isso ocorra, é necessário que o professor integre as modificações que estão ocorrendo na educação e incorpore o uso das tecnologias na sua prática pedagógica. De acordo com D'AMBRÓSIO (2001), “o grande desafio que nós, educadores matemáticos, encontramos é tornar a Matemática interessante, isto é, atrativa; relevante, isto é, útil; e atual, isto é, integrada no mundo de hoje”(p.15).

2.5. Conclusão

O aprendizado da Matemática deve oportunizar subsídios para que o educando consiga resolver atividades variadas da disciplina com desenvoltura e criatividade. Nessas atividades podem ser incluídas resolução de problemas, jogos, simulações e atividades variadas utilizando o uso da tecnologia. Cada exercício pode ser trabalhado alternando aulas expositivas com aulas práticas. Por exemplo, o conteúdo de funções pode ser introduzido utilizando quadro e giz. Por intermédio desse recurso, o aluno pode construir à mão livre gráficos de algumas funções. Em seguida, o professor pode realizar a mesma atividade com o

auxílio de um software específico. O aluno tem oportunidade de fazer o mesmo exercício de duas maneiras diferentes e verificar em qual delas se obtém mais vantagens.

O uso do computador no ensino da Matemática possibilita o acesso a informações, a realização de atividades por meio de programas, *sites*, tutoriais, planilhas, *applets* e CGI. Esses recursos juntamente com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, devem visar um processo de ensino e aprendizagem que estimule o raciocínio e a criticidade do educando. No artigo de IMENES (2001), são enfatizadas como finalidades do ensino: “a compreensão da Matemática, a confiança no seu uso e certa satisfação pessoal com ela, o que reflete, entre outras idéias, a ética da identidade e a promoção da autonomia” (p.42).

A maneira adequada para desenvolver a aprendizagem da Matemática com o auxílio de novas tecnologias passa pelo uso de concepções de ensino. Ao longo dos anos, estiveram presentes no Brasil várias tendências de ensino. Cada uma delas foi associada ao contexto sócio-cultural do país. Por intermédio dessas tendências estão implícitas a relação professor/aluno, a forma como os conteúdos são trabalhados, a finalidade do ensino da Matemática, entre outras coisas. É provável que nenhuma dessas concepções aborde a prática de ensino de maneira isolada e sim como uma combinação de várias tendências. As tendências construtivista, sócio-etno-cultural, histórico-crítica e a sócio-interacionista-semântica são mais atuais. Elas enfatizam a construção do conhecimento, a troca de experiências, adotando uma postura crítica e reflexiva, permeada de significados e significantes.

3. Metodologia da Pesquisa

O computador pode ser aproveitado dentro da escola para auxiliar tanto professores como alunos no processo ensino-aprendizagem da Matemática. Para que isso ocorra é necessário selecionar programas, tutoriais, *sites* etc,¹ que estimulem a construção do conhecimento por parte do aluno.

Dentro da metodologia, são discutidas a forma de investigação, e também a seleção e avaliação dos recursos de software. Após esse estudo, são relatados os métodos envolvidos na elaboração das atividades para sanar as dificuldades do ensino-aprendizagem da Matemática.

Nesse capítulo também são expostas as metodologias empregada na dissertação quanto à utilização de recursos de software no Ensino Médio.

3.1. A metodologia envolvida na análise dos recursos de software

A análise dos recursos de software é feita observando-se as seguintes características:

- oportunizar ao aluno a (re)construção do conhecimento de forma interativa;
- possibilitar ao aluno desenvolver mais sua criatividade;
- apresentar mais vantagens que desvantagens.

¹ Na dissertação, os softwares, tutoriais, *sites*, *applets*, etc, são denominados de Recursos de Software.

Os recursos de software estão disponíveis no mercado e na rede (WWW - *World Wide Web*). Mas quais podem ser utilizados como auxílio no ensino e aprendizagem de Matemática? Como analisar os recursos disponíveis de acordo com os conteúdos de Matemática? Devido à grande quantidade, é complicado selecionar tais recursos de forma que satisfaçam as características já apresentadas.

A investigação, seleção e avaliação dos recursos de software existentes deve abranger os critérios de instalação, custo, manejo, idioma, interface, entre outros. Antes de instalar um programa, por exemplo, é necessário obtê-lo. Existem softwares comerciais e livres. Para utilizar um programa comercial é preciso pagar uma licença de uso, o mesmo não ocorre com o livre. O custo é talvez o principal fator a dificultar a aquisição de softwares nas escolas públicas.

O programa a ser utilizado necessita ser de fácil entendimento pelos alunos. Não deve exigir grandes conhecimentos em computação e apresentar facilidade de manuseio. O idioma precisa ser o do público alvo a que se destina. A interface deve ser agradável de modo a motivar os educandos.

Além dos critérios já mencionados, devemos contemplar, na análise, a maneira como os conteúdos são explorados com os recursos de software, se é por intermédio de problemas ou de exercícios que instigam o desenvolvimento do raciocínio matemático. Outro critério importante, que não pode ser esquecido, é se o recurso é adequado ao currículo escolar.

Retomando as perguntas anteriores, os recursos de software que podem ser utilizados como auxílio no Ensino Médio devem ser de baixo custo, com idioma em português ou inglês, de fácil compreensão e manejo. A escolha do recurso deve ser associada ao conteúdo que está sendo desenvolvido em sala e aula. Caso a matéria abordada seja

Geometria é necessário encontrar um programa que trabalhe com esse conteúdo e que satisfaça os critérios mencionados. O mesmo assunto poderá ser trabalhado através da consulta de *sites* com material sobre a História da Geometria, por exemplo.

3.2. A metodologia utilizada na elaboração das atividades de Matemática

A metodologia de ensino adotada na dissertação deve buscar uma integração entre Informática e Matemática. Os conteúdos matemáticos desenvolvidos no Ensino Médio são abordados por intermédio dos recursos de software. Os tutoriais, os programas, os *sites*, os *applets*, entre outros, são ferramentas que podem auxiliar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

A questão pertinente que deve ser levada em conta é: como alguns recursos computacionais podem servir como mediadores da aprendizagem em Matemática no Ensino Médio? A resposta dessa pergunta passa necessariamente pela seleção da ferramenta adequadas para esse propósito, ou seja, os recursos que podem ser aproveitados para ensinar Matemática. A escolha dos recursos tecnológicos deve abranger os seguintes conteúdos de Matemática do Ensino Médio: funções (1º grau, 2º grau, exponencial, logarítmica e trigonométrica), números complexos, lógica, probabilidade, estatística, matrizes, determinantes, sistemas lineares, geometria plana, espacial e analítica. Além dessa questão, surge outra importante: como utilizar os recursos de software para sanar as dificuldades enfrentadas pelos alunos? A forma de utilização desses recursos depende da concepção pedagógica utilizada. Essa por sua vez pode ser classificada em: tradicional², nova³,

² Termo utilizado por ARANHA (1996) e MORAES (2002).

³ Termo utilizado por ARANHA (1996).

tecnicista², construtivista² e contemporânea⁴. As características de cada Pedagogia são apresentadas no próximo capítulo da dissertação.

Os recursos de software selecionados para realizar atividades de Matemática são trabalhados de acordo com uma metodologia que prioriza a construção do conhecimento por parte do aluno. O educando, ao executar as atividades com auxílio do computador, deve testar, analisar e modificar as soluções, caso necessário, a fim de torná-las plausíveis. Ao experimentar, investigar e alterar os resultados, o aluno está gradativamente reconstruindo seu aprendizado. Dentro desse contexto o professor deve atuar como orientador, realizando questionamentos pertinentes ao estudante.

3.3. Metodologia da dissertação

A metodologia envolvida na dissertação concerne no uso do computador como uma ferramenta auxiliar no ensino e na aprendizagem da Matemática. O referido trabalho tem o propósito de servir de consulta para professores do Ensino Médio interessados em utilizar o computador como recurso.

Os estudos da dissertação são baseados numa metodologia qualitativa. Nela são levados em conta o contexto onde o trabalho é desenvolvido e o processo para a seleção dos participantes. A coleta de informações é fundamental para validar esse trabalho. Por intermédio dela é que os dados são analisados. Para que isso ocorra, é necessário elaborar atividades e instrumentos de avaliação que busquem a confiabilidade dos resultados.

O trabalho foi desenvolvido com alunos do segundo ano do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizado no bairro Agronomia, em Porto

⁴ Termo utilizado por GADOTTI (2000).

Alegre. A escola foi escolhida porque possui Laboratório de Informática. Além disso, permite que professores de fora do colégio realizem pesquisas nas suas dependências com seus estudantes.

A seleção dos participantes foi feita pelo professor Luiz Davi Mazzei que leciona para as turmas de segundo ano. Os alunos escolhidos foram os que apresentam problemas de aprendizagem em Matemática. O conteúdo que foi trabalhado utilizando-se o computador são as matrizes. No capítulo Utilização de software no Ensino Médio, são relatados os procedimentos referentes aos trabalhos desenvolvidos no Laboratório de Informática.

O paradigma que permeia a dissertação, baseada em métodos qualitativos, é o modelo de investigação interpretativo ou hermenêutico. Segundo MORAES (2002) apud LOZANO (1994),

“ a corrente filosófica qualitativa está baseada no paradigma de investigação interpretativo ou hermenêutico. Busca compreensão da natureza humana, mediante observação naturalista e sem controle estrito. É subjetivo, com valores explícitos, fundamentado no real, orientado ao descobrimento e à exploração. É descritivo e indutivo, orientado ao processo. Quando possível, aceita a quantificação. É holista, histórico e considera o contexto” (MORAES, p. 81).

3.4. Conclusão

O computador é um recurso tecnológico que, bem explorado, pode auxiliar os alunos no Ensino Médio. Para isso é imprescindível escolher programas, tutoriais, *sites* educativos adequados ao processo ensino-aprendizagem de Matemática.

Cabe ao professor associar o recurso escolhido ao conteúdo que está sendo trabalhado em sala de aula. Por exemplo, o conteúdo de Estatística pode ser abordado usando-se a planilha. Por outro lado, ficaria difícil tratar o mesmo assunto com o Winplot. Neste caso é aconselhável testar alguns softwares antes de utilizá-los com os alunos.

Durante a testagem o educador pode elaborar e explorar atividades que achar relevante. A maneira como os conteúdos de Matemática são desenvolvidos depende da Pedagogia escolhida. A proposta, no decorrer no trabalho, é tentar seguir em parte uma determinada linha Pedagógica, que mais se adaptem ao modo que trabalho e aos propósitos desta dissertação.

A metodologia a ser seguida nessa dissertação deve propiciar ao aluno condições favoráveis para aprendizagem. O educando interagindo com o computador pode construir ou aprimorar parte de seu conhecimento matemático.

4. Tipos de Concepções Pedagógicas

A Pedagogia exerce um importante papel dentro do processo de ensino-aprendizagem. Ela define o método que foi adotado pelo professor para ensinar seu aluno. A técnica depende da metodologia escolhida pelo educador. Cada metodologia é baseada em pressupostos teóricos próprios, onde está implícita a técnica de ensino a ser seguida e o tipo de avaliação que é levado em conta.

A escolha da concepção pedagógica depende do objetivo a ser almejado pelo professor. Por intermédio dela fica definido o tipo de aluno que queremos formar: passivo, crítico, acritico, criativo, autônomo, etc.

As características das seguintes concepções pedagógicas são abordadas: Tradicional, Nova, Construtivista e Contemporânea. Em cada uma delas são enfocados os pontos mais importantes do processo de ensino-aprendizagem.

4.1. Concepção Pedagógica Tradicional

Na concepção pedagógica tradicional o processo ensino-aprendizagem é centrado no professor e na transmissão de conhecimento. O professor é o detentor do saber, um modelo a ser seguido. Ele transmite o saber, enquanto que o aluno é um mero receptor. Segundo MORAES (2002), “o ensino é organizado por especialidades, funções, em que cada disciplina é pensada separadamente” (p. 137). O conhecimento é apresentado de forma fragmentada, não existindo a relação das partes com o todo. A fragmentação ocorre quando o professor trabalha os conteúdos de maneira isolada, não relacionando-o com outros assuntos da sua matéria, de outra disciplina ou com o cotidiano.

Na abordagem tradicional o aluno é um ser passivo, que escuta atentamente e toma nota das explicações do professor. A participação do educando é modesta e acrítica. Esse modelo pedagógico considera um grupo de alunos como único e homogêneo, não levando em conta as diferenças individuais de cada aluno.

A metodologia adotada por essa concepção pedagógica enfatiza a aula expositiva. Nesse sistema, são apresentados conteúdos, exemplos resolvidos seguidos de vários exercícios de fixação. Os conteúdos são assimilados por intermédio da memorização e da cópia para mais tarde serem reproduzidos em testes e/ou provas.

BECKER (1994) refere-se a concepção pedagógica tradicional chamando-a de diretiva. Para ele a metodologia utilizada nessa prática de ensino enfatiza a transferência do conhecimento. De acordo com o autor,

“ (...) o aluno aprende se, e somente se, o professor ensina. O professor acredita no mito da transferência do conhecimento: o que ele sabe, não importa o nível de abstração ou de formalização, pode ser transferido ou transmitido para o aluno. Tudo o que tem a fazer é submeter-se à fala do professor: ficar em silêncio, prestar atenção, ficar quieto e repetir tantas vezes quantas forem necessárias, escrevendo, lendo, etc, até aderir em sua mente, o que o professor deu” (p. 90).

Nessa abordagem pedagógica a avaliação prioriza a memorização dos conteúdos por parte dos alunos. Obtém êxito os educandos que se esforçam intelectualmente na assimilação dos conteúdos.

Para MORAES (2002) e BECKER (1994), a epistemologia implícita na metodologia tradicional é a empirista. De acordo com a visão empirista, o indivíduo nasce sem nenhum tipo de conhecimento. O conhecimento é adquirido no meio físico e/ou social por intermédio dos órgãos dos sentidos. A prática pedagógica que enfatiza a assimilação do conhecimento por meio da transmissão de conteúdos está baseada na visão empirista.

Na concepção pedagógica tradicional o computador pode ser utilizado para auxiliar o professor na transmissão do conhecimento. Para isso são escolhidos recursos computacionais que abordam o método de ensino por instrução. As atividades são executadas passo a passo pelo aluno por meio de rotinas estabelecidas. Esse método de ensino pode ser adotado para auxiliar o educando na fixação de conteúdos. Nesse caso, os recursos selecionados apresentam exercícios objetivos ou de escolha múltipla acompanhados de respostas.

4.2. Concepção Pedagógica Nova

A concepção pedagógica nova é baseada nas técnicas desenvolvidas pelo psicólogo clínico Carl Rogers. O processo de ensino aprendizagem é centrado apenas no educando. O professor não transmite o conteúdo. Ele é um facilitador (termo difundido pelo autor), seu objetivo é auxiliar o aluno, interferindo o mínimo possível na aprendizagem do mesmo. Cabe ao educador criar condições para desenvolver no educando sua autonomia.

Na abordagem nova o conteúdo desenvolvido advém das experiências dos alunos resultantes da interação com o meio físico e social. O papel do professor é despertar o conhecimento existente no aluno. De acordo com ARANHA (1996), “a escola nova tem por princípio o ‘aprender fazendo’” (p.168). Os adeptos dessa concepção pedagógica acreditam que o educando aprende sozinho sem a ajuda do professor.

A avaliação prioriza as atitudes e habilidades dos alunos. Nela são levadas em conta a cooperação e a solidariedade. Também são valorizados aspectos pedagógicos como empatia e confiança, enfatizando às relações interpessoais e ao crescimento que delas resulta.

BECKER (1994) denomina a concepção pedagógica nova de não-diretiva. Segundo o autor a epistemologia envolvida nessa abordagem é a apriorista. Essa epistemologia afirma que o conhecimento de cada educando está ligado a sua herança genética. Para desenvolver esse conhecimento é necessário exercitá-lo por meio de atividades individualizadas e em grupos.

Na concepção pedagógica nova, a seleção dos recursos tecnológicos deve oportunizar o desenvolvimento do aluno. O crescimento do educando é proporcionado pela escolha de conteúdos baseados em suas experiências. Logo, os recursos tecnológicos podem ser aproveitados para auxiliar nessas experiências.

4.3. Concepção Pedagógica Tecnícista

A concepção pedagógica tecnicista é baseada em técnicas de ensino-aprendizagem que priorizam a transmissão do conhecimento. O professor e o aluno são considerados dentro dessa abordagem como secundários. O educando é um ouvinte. Ele apenas realiza as atividades propostas pelo professor. O educador apenas transmite o conteúdo utilizando os métodos de ensino elaborado por especialistas. Segundo ARANHA (1996),

“ (...) o método usado para a transmissão dos conhecimentos é o Taylorista, que supõe a divisão de tarefas entre os diversos técnicos de ensino que estão incumbidos do planejamento racional do trabalho educacional, cabendo ao professor a execução em sala de aula daquilo que foi projetado fora dela” (p. 175).

Esse tipo de metodologia de ensino visa a preparação do educando para o mercado de trabalho. Isso ocorre, porque a concepção pedagógica tecnicista é baseada em um modelo empresarial capitalista.

Na abordagem tecnicista são utilizados recursos didáticos como filmes, slides, computadores etc. Eles funcionam como meio alternativo para apresentar um determinado

conteúdo pelo professor. Cada recurso é aproveitado mediante uma técnica já formulada pelos especialistas de ensino. Nesse caso, professores e alunos não podem explorar nenhum tipo de recurso de forma livre e criativa.

A metodologia tecnicista não incentiva a criatividade e a criticidade do aluno. O educando nesse processo é visto como um ser passivo e acrítico. Ele aprende técnicas e estratégias visando apenas o preparo para o trabalho.

A epistemologia implícita na concepção pedagógica tecnicista é a empirista. De acordo com MORAES (2002), essa concepção “considera a experiência, ou a experimentação planejada, como base do conhecimento, o que denota sua origem também empirista de que o conhecimento é o resultado direto da experiência” (p. 52).

Na concepção tecnicista o computador é um recurso tecnológico usado para transmitir o conhecimento. Nessa concepção são utilizados softwares pelo método da instrução programada. Esse método consiste em apresentar os conteúdos em módulos seqüenciais. Cada módulo apresenta questões objetivas ou de múltiplas escolhas para o educando responder. Se o aluno acertar a resposta ele passa para a próxima questão e assim sucessivamente. Quando o módulo for concluído o educando avança para o próximo módulo.

4.4. Concepção Pedagógica Construtivista

A concepção pedagógica construtivista é baseada numa abordagem interacionista entre aluno, professor e conhecimento. O conhecimento não é inato. Ele também não é transmitido apenas pelo professor e sim pela interação aluno/professor/objeto de conhecimento.

Na metodologia construtivista o aluno não é um sujeito passivo e sim atuante no processo ensino-aprendizagem. Ele constrói o conhecimento por meio de atividades que possibilitam a invenção e a descoberta. Essa construção é produzida a partir do desenvolvimento de etapas ou estágios sucessivos da inteligência, em que o ser humano organiza o pensamento e a afetividade.

Para MORAES (2002), o papel do professor no processo de ensino-aprendizagem construtivista é “criar perturbações, provocar desequilíbrios e, ao mesmo tempo, colocar um certo limite nesse desequilíbrio, propondo situações-problema, desafios a serem vencidos pelos alunos, para que possam construir conhecimento e, portanto, aprender” (p.144).

O professor atua como um instigador nesse processo e não como um simples transmissor de conhecimento.

Na abordagem construtivista é levado em conta o contexto cultural e social de cada aluno. Cabe ao professor estabelecer conexões entre a aprendizagem e o meio que o aluno está inserido. Para que isso ocorra é necessário criar situações-problemas e desafios que oportunizem a construção do conhecimento e, portanto, o aprendizado. Embora se note preocupação com relações sociais, a ênfase está na capacidade do aluno integrar informações e processá-las.

BECKER (1994) refere-se à concepção pedagógica construtivista chamando-a de pedagogia relacional. Para o autor a epistemologia envolvida nessa perspectiva é o construtivismo. Os adeptos do construtivismo acreditam que o conhecimento está constantemente em processo de construção e reconstrução. Neste processo, o professor e o aluno compartilham, por meio do diálogo, as mesmas responsabilidades em que ambos são agentes da transformação.

Na concepção pedagógica construtivista o computador é utilizado para auxiliar o aluno na construção do conhecimento. A interação aluno/professor/conhecimento pode ser estendida ao uso do computador, desde que a escolha de softwares e outros recursos possibilitem ao aluno construir o conhecimento por meio de atividades que priorizem a criação e a descoberta e não somente a transmissão do conhecimento.

4.5. Concepção Pedagógica Contemporânea

A concepção pedagógica contemporânea é uma proposta mais recente de ensino-aprendizagem. Ela é defendida por educadores e pensadores como Moacir Gadotti, Miguel Arroyo, Maria Cândida Moraes, Edgar Morin, Philippe Perrenoud, entre outros. Cada autor denomina a nova proposta de ensino por um nome diferente. Para Morin ela é chamada de “Pedagogia Reflexiva”, enquanto que Gadotti a chama de “Concepção Pedagógica Contemporânea”.

A metodologia contemporânea é baseada na perspectiva pedagógica da práxis. A pedagogia da práxis assevera que prática e teoria devem estar em sincronia no processo de ensino-aprendizagem. A teoria orienta a prática pedagógica. E a prática serve para questionar a teoria.

Para entender as perspectivas atuais de educação que permeiam a abordagem contemporânea é importante destacar, segundo GADOTTI (2000), as seguintes categorias: planetaridade, sustentabilidade, virtualidade, globalização e transdisciplinaridade.

A planetaridade e a sustentabilidade enfocam a preocupação com a preservação do meio ambiente. O homem é visto numa perspectiva planetária. Ele faz parte do planeta Terra, a ele cabe a tarefa de preservá-lo, tornando-o sustentável.

A categoria virtualidade aborda o uso de computadores na educação. Nessa categoria é mencionada a Internet, um recurso disponível para obter os mais variados tipos de informação.

Na categoria globalização são discutidas as questões políticas, econômicas e culturais e as comunicações num contexto global. Na categoria é enfatizada a importância de se ter no mundo uma globalização solidária.

A palavra transdisciplinaridade é nova. Alguns autores têm dificuldades para defini-la. Segundo GADOTTI (2000) apud GOLDMANN (1979), a palavra:

“Transdisciplinaridade engloba e transcende as disciplinas, sem anulá-las, mantendo a complexidade do real, em que: a) nunca há pontos de partida absolutamente certos, nem problemas definitivamente resolvidos; b) o pensamento nunca avança em linha reta, pois toda a verdade parcial só assume sua verdadeira significação por seu lugar no conjunto, da mesma forma que o conjunto só pode ser conhecido pelo progresso no conhecimento das verdades parciais; e c) a marcha do conhecimento aparece como perpétua oscilação entre as partes e o todo, que se devem esclarecer mutuamente” (GADOTTI, p. 38).

A concepção pedagógica contemporânea no processo de ensino-aprendizagem engloba questões ambientais, econômicas, políticas, sociais e culturais. Além disso, o avanço tecnológico possibilitou o desenvolvimento da Informática, que por sua vez permitiu que entrássemos na era da informação virtual por meio da Internet. Todas as questões abordadas acima não podem ficar fora do contexto escolar.

A escola deve ser um espaço que possibilita o diálogo e a troca de idéias. Nela o aluno necessita de autonomia para buscar informações de seu interesse. O papel do professor nessa concepção pedagógica é o de orientador e instigador do conhecimento. O processo de ensino-aprendizagem é baseado na troca de informações entre o professor e o aluno. Nesse processo, o professor não é o único a transmitir o conhecimento.

A epistemologia implícita na concepção pedagógica contemporânea não está bem definida. Alguns acreditam que ela está apoiada no paradigma da complexidade defendido por

Morin. Outros acham que ela é baseada no paradigma holonômico defendido por Gadotti. O paradigma holonômico tem sua origem baseada no holismo¹. Segundo GADOTTI (2000), “os holistas sustentam que a utopia, o imaginário, são instituintes da nova sociedade e da nova educação. Recusam uma ordem fundada na racionalidade instrumental, que menospreza o desejo, a paixão, o olhar, a escuta”(p.41).

Na concepção pedagógica contemporânea o computador é usado na construção do conhecimento, visando objetivos e habilidades que levem à competência e à autonomia do aluno. A escolha de software e demais recursos devem proporcionar ao aluno oportunidades para realizar atividades envolvendo simulações, invenções, testagens, correções etc.

4.6. Conclusão

As concepções pedagógicas apresentadas revelam metodologias diferentes de ensino-aprendizagem. Cabe ao professor adotar a concepção que melhor se adapte as suas convicções e formação. Essa escolha deve estar associada ao tipo de aluno que pretendemos educar. Um aluno que seja competente, autônomo, crítico e criativo. Alguém que consiga desenvolver suas habilidades para buscar um emprego e melhorar sua qualidade de vida, e contribuir para a melhora da sociedade e do meio-ambiente.

Hoje para ingressar no mercado de trabalho é exigido conhecimento mínimo em computação. O desenvolvimento da tecnologia possibilitou ao homem conectar-se ao mundo virtual, através da *World Wide Web* (WWW)². Por intermédio da Internet é possível buscar informações com mais facilidade e rapidez.

¹ Tendência, que se supõe seja própria do universo, a sintetizar unidades em totalidades organizadas (p. 902).

² A WWW é uma função da Internet que junta, em um único e imenso hipertexto ou hiperdocumento (compreendendo imagens e sons), todos os documentos e hipertextos que a alimentam (LÉVY, 2001, p. 27).

A concepção pedagógica que aborda o uso da tecnologia na educação é a contemporânea. Além disso, ela destaca a importância de temas relacionados ao meio ambiente e à globalização. Os defensores dessa metodologia de ensino apostam numa educação que utiliza os recursos tecnológicos para ensinar. Nessa prática são levados em conta o papel do educador e do educando na construção do conhecimento. A aprendizagem é feita pela troca de informações entre professor e aluno provenientes dos recursos tecnológicos, em especial da Internet.

A escola não deve ficar omissa quanto ao desenvolvimento da tecnologia. Ela precisa investir em computadores e no aperfeiçoamento de profissionais competentes. Dessa forma, a educação contribuirá para o desenvolvimento de um cidadão competente e confiante.

Dentro do processo de ensino-aprendizagem a teoria e a prática podem ocorrer simultaneamente. Esse fato possibilita associar o uso de software (prática) ao método (teoria). A interação entre ambos permite que o aluno reconstrua sua aprendizagem através de exercícios propostos que são realizados com o auxílio do computador. Uma das abordagens que valoriza o uso do computador é a Contemporânea. Porém, esta dissertação não privilegia nenhum método pedagógico específico, mas sim uma mescla das concepções existentes.

A próxima parte da dissertação refere-se aos recursos de software. Nesse capítulo, são descritos alguns recursos, associando-os ao ensino da Matemática.

5. Recursos de Software

Os recursos de software podem auxiliar professores e alunos no processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Os programas, tutoriais, *sites*, *applets*, entre outros, são exemplos de recursos de software. Geralmente, esses ambientes apresentam um visual atraente e diversificado que podem ajudar alunos e professores a compreender conceitos e a resolver problemas matemáticos, motivando-os. O avanço da Informática trouxe para pessoas mais vantagens que desvantagens. Para CANO (2001), “a Informática pode nos ajudar a reduzir as tarefas rotineiras, a acessar a grandes volumes de informação, a aumentar a precisão de nossos trabalhos ou a aumentar o nosso tempo livre. A velocidade da luz parece ser a sua única limitação”(p.157).

O recurso computacional mais utilizado é o *site*³. Por intermédio dele é possível obter informações que se encontram armazenadas nos servidores da WWW, localizados em diferentes partes do mundo.

Os softwares e tutoriais permitem realizar e analisar atividades específicas. Ambos são ferramentas interativas que proporcionam ao usuário a aquisição de determinados conceitos por meio de testagens, modelagens e simulações.

Os recursos de software podem estar disponíveis no computador nas formas *on-line* e *offline*. O modo *on-line* exige que o usuário esteja conectado a Internet. No *offline*, o computador não necessita estar conectado à Internet. No sistema *on-line* podemos acessar a rede para utilizar páginas educativas, tutoriais e programas. LÉVY (2001), distingue esses recursos da seguinte maneira:

³ *Site* – “Um endereço dentro da Internet que permite acessar arquivos e documentos mantidos no computador de uma determinada empresa ou pessoa” (RAMALHO, 2000, p. 163).

“- aqueles que são limitados e editados, como os CD-ROMs ou as instalações ‘fechadas’ (*offline*) de artistas,

- aqueles que são acessíveis por meio de uma rede e infinitamente abertos à interação, à transformação e à conexão com outros mundos virtuais (*on-line*)” (p. 145).

Cada recurso é dedicado a um propósito. A planilha pode ser usada para estruturar dados coletados de uma pesquisa, por exemplo. A rede pode ser aproveitada para buscar informações sobre um determinado assunto, enquanto que tutoriais e programas podem ajudar a desenvolver atividades que envolvem cálculos numéricos. Ambos permitem ao usuário digitar dados (números, equações...) para obter resultados no formato (de equações, de gráficos ...).

5.1. Recursos *On-line*

Os recursos *on-line*: *sites*, portais, *applets*, CGI e tutoriais, são obtidos através de páginas disponíveis na Internet. A WWW é uma biblioteca mundial, multidisciplinar e multicultural e caótica. Tim Berners Lee foi seu criador e é atualmente coordenador do projeto W3.

Muitas vezes a WWW é confundida com a Internet. Uma distinção se faz necessária, conforme LÉVY (2001):

“a *Web* (WWW) é apenas um dos diversos serviços disponíveis através da Internet, e as duas palavras não significam a mesma coisa. (...) a Internet seria o equivalente à rede telefônica, com seus cabos, sistemas de discagem e encaminhamento de chamadas. A *Web* seria similar a usar um telefone para comunicação de voz, embora o mesmo sistema também possa ser usado para transmissões de fax ou dados” (p. 255).

A WWW oferece ao educando uma quantidade de informações. O grande número de páginas existentes na rede dificulta a localização da informação desejada. Além disso, existe o problema da confiabilidade, isto é, da correção e da atualização da informação. Nela, qualquer um pode postar o que bem entender. Não existe controle sobre o que é postado.

5.1.1. Sites

Na rede é possível encontrar *sites* educativos de Matemática que podem auxiliar a aprendizagem dessa disciplina. Algumas dessas páginas apresentam conteúdos, exemplos e exercícios de Matemática. Outras mostram listas de endereços de *sites* educativos servindo como guias. Existem também páginas que servem para dar dicas e tirar dúvidas de alunos sobre o conteúdo de Matemática. De acordo com LOONG (2003), as páginas de Matemática encontradas na *Web* estão sendo categorizadas. Essa categorização consiste em associar características próprias de cada página com a prática de ensino. Segundo a autora, o ensino e a aprendizagem da Matemática na WWW é dividido em dois grupos: recursos e comunicação. Os recursos, por sua vez, são classificados em interativos e não-interativos. Os *sites* interativos permitem ao usuário investigar e explorar atividades por meio de exercícios, jogos, calculadoras e *applets*. Já os não-interativos possibilitam a leitura de textos (artigos para pesquisa, exposição, documentos de ensino, etc) e gráficos (desenhos, diagramas e imagem real). Já a comunicação, proporcionada pela WWW, possibilita aos professores e alunos a participação em fóruns de discussão nacionais e internacionais.

Nesse trabalho, as páginas da rede podem ser classificadas em não-interativas e interativas.

Nos ***sites* não-interativos** podemos encontrar páginas onde são abordados conteúdos de Matemática apresentados por meio de textos e exemplos resolvidos. Em seguida são oferecidas sugestões de exercícios. Outras páginas do mesmo modelo mostram o conteúdo através de testes e desafios. Existem, ainda, os *sites* de consultas. O objetivo é esclarecer dúvidas e a ampliar conhecimentos do usuário. Geralmente as perguntas são respondidas pelo responsável da página.

Algumas páginas de ensino disponíveis na WWW são parecidas com livros didáticos de Matemática. Elas apresentam a teoria e a atividade proposta. Nas páginas, as atividades propostas podem vir acompanhadas por recursos audiovisuais (som, imagem,...), enquanto que o mesmo não é possível nos livros didáticos.

O *site Matemática do Científico ao Vestibular* é um exemplo de não-interativo. Ele é de responsabilidade do professor Paulo Marques de Feira de Santana, Bahia, e pode ser localizado no seguinte endereço: <http://www.terra.com.br/matemática/>.

O recurso apresenta 270 páginas de conteúdo de Matemática. Na primeira página tem-se uma lista dos conteúdos abordados que incluem: tópicos preliminares, números reais, conjuntos, noções de lógica, funções, progressões, análise combinatória, binômio de Newton, noções de probabilidade, trigonometria, números complexos, matrizes, determinantes, sistemas lineares, noções de geometria analítica, polinômios, equações algébricas, matemática financeira, geometria euclidiana, noções de cálculo infinitesimal, noções de cálculo vetorial, logaritmos e exercícios resolvidos.

Os conteúdos são agrupados de acordo com a seqüência acima e apresentados por ligações de assuntos. Por exemplo, o conteúdo de funções é abordado em sete páginas: funções I, funções II, funções III, funções IV, uma certa função, uma certa classe de funções e o cálculo do valor desta função. Nas três primeiras páginas são apresentadas a teoria acompanhada de textos explicativos, diagramas, gráficos e exemplos resolvidos. Nas demais são abordados exemplos resolvidos e exercícios de fixação.



Figura 1 – Matemática do Científico ao Vestibular

Um outro exemplo de *site* não-interativo é denominado de **Dúvidas em Matemática? Pergunte ao Professor Consultão**. Ele é escrito pelo professor aposentado José Francisco da Silveira Porto da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Ele está disponível no seguinte endereço: <http://athena.mat.ufrgs.br/~portosil/consupre.html>. O Prof. Consultão responde perguntas para alunos do curso de licenciatura em Matemática e para alunos do Ensino Médio e Fundamental. Essas perguntas podem ser sobre pontos controversos, história, ensino, referências bibliográficas, orientação vocacional ou qualquer outro assunto relacionado com a matemática do primário e do secundário.

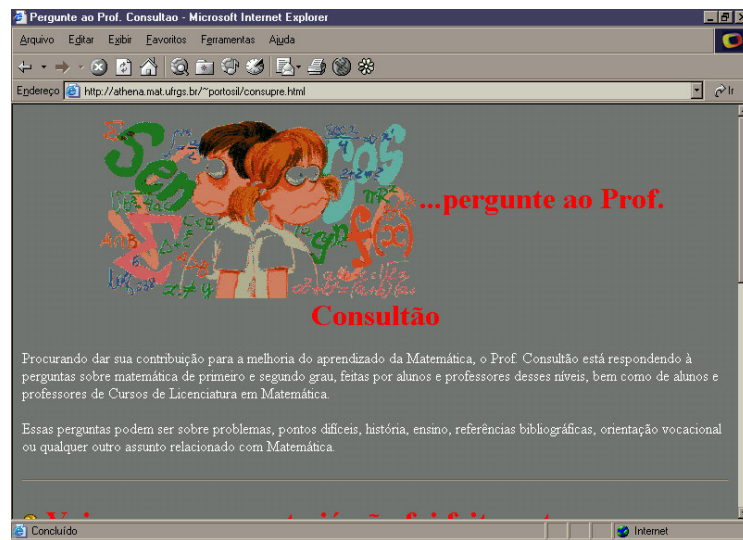


Figura 2 – Pergunte ao Prof. Consultão

Nos **sites interativos** podemos acessar páginas com atividades variadas de ensino. Essas atividades são apresentadas através de ilustrações que podem ser manipuladas. O usuário movimenta figura por meios de comandos oferecidos para executar a atividade. O exercício é resolvido movimentando a figura que aparece na tela do computador. O **site Mundo Matemático** é um exemplo de interativo. Ele é de responsabilidade de Maria Alice Gravina e de Débora Maçada e está disponível no seguinte endereço: http://penta2.ufrgs.br/edu/telelab/mundo_mat/mud_mat.htm. O *site* é dividido em cinco *links*: atividades Matemáticas, falando de Matemática, eventos em Matemática, endereços interessantes e instituições de rede. As autoras abordam o ensino de Matemática propondo atividades lúdicas e desafiadoras. O *site* abre espaço para perguntas e troca de idéias. No *link* Atividades Matemáticas são propostas atividades de geometria: uma demonstração do teorema de Pitágoras através de movimento, polígonos equidecomponíveis, construção de figuras congruentes usando mecanismos (translator, rotor e refletor), construção de figuras semelhantes usando o pantógrafo e como Erastótenes calculou o raio da Terra. As atividades propostas no site são apresentadas passo a passo. Por exemplo, a demonstração do teorema de

Pitágoras é feita geometricamente utilizando transformações que são representadas em cores. Essa atividade foi desenvolvida por Maria Alice Gravina. Esse *site* pode ser utilizado por professores e alunos do Ensino Médio e da graduação em Matemática.

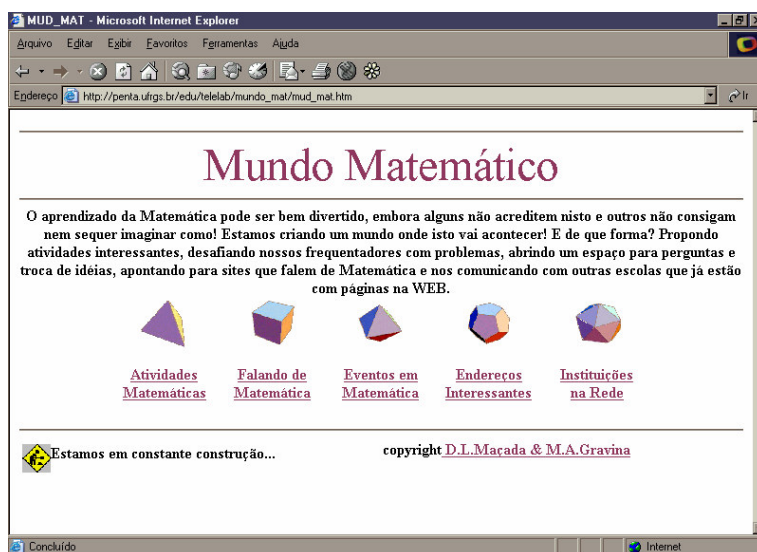


Figura 3 – Página de entrada do *site* Mundo Matemático

5.1.2. Portais

O portal geralmente não apresenta conteúdo e sim uma lista de recursos, isto é, conexões para outros *sites*. Por exemplo, no portal do **Curso Anglo** é possível acessar o endereço: <http://www.cursoanglo.com.br/materias/edu/paginas/matematica.htm> para acessar a página denominada de **Links Educacionais – Matemática**. Nesse *site* são encontrados endereços de vinte páginas educativas. As páginas são encontradas em português e inglês. Nele são oferecidas sugestões de atividades envolvendo geometria, álgebra, trigonometria, cálculo, etc.

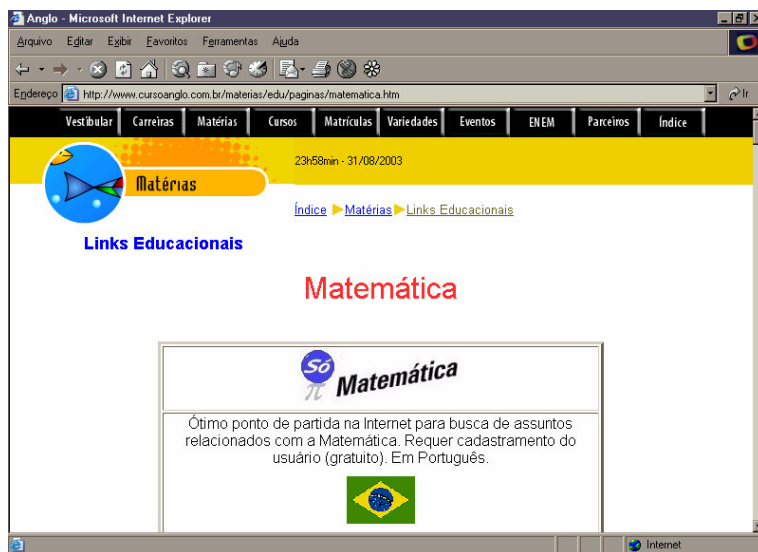


Figura 4 – *Links Educacionais*

Outro exemplo de portal é chamado de *Links para Outros Servidores*. Esse *site* está disponível no endereço: <http://www.dmm.im.ufrj.br/links.html>. Nele são encontradas sugestões de portais, periódicos, softwares e servidores para Matemática. Os *links* estão em português e inglês.

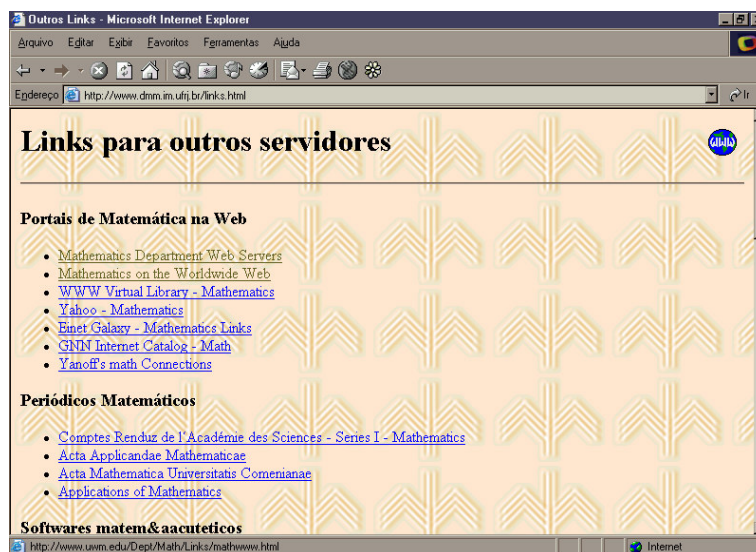


Figura 5 – *Links para outros servidores*

5.1.3. *Applets* e CGI

Os *applets* são pequenos programas escritos na linguagem Java que se instalam no computador do usuário quando são acessados. O programa é executado no computador do usuário através máquina virtual Java. RAMALHO (2000) define a Linguagem Java como sendo uma “linguagem de programação desenvolvida pela Sun Microsystems para a criação de pequenos programas (*applets*) para serem distribuídos na Internet” (p.156). Já uma CGI (*Common Gateway Interface*) é executada através da conexão entre o servidor e o usuário. Os comandos são enviados ao servidor onde são processados. Posteriormente, retornam com os resultados ao usuário. Eles podem ser utilizados no Ensino Fundamental, Médio e Superior. Eles são encontrados em várias línguas (português, inglês, japonês, etc).

Os *applets* são programas muito simples que normalmente ilustram um único conceito. Alguns destes *applets* são interativos, enquanto que outros não. É um recurso animado que pode auxiliar o usuário a compreender conceitos que de outra maneira seriam difíceis de entender. Podemos encontrar alguns exemplos de ***Applets Matemáticos*** no seguinte endereço: <http://www.geocities.yahoo.com.br/depmatematica/applets/solido2.htm>. O *site* é do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Roraima. A Universidade possui um *site* próprio, enquanto que o Departamento de Matemática apresenta um *site* particular dentro do *Yahoo*, que é comercial. Com os *applets* podemos abordar cálculo, álgebra linear, trigonometria, números complexos, geometria plana e espacial.

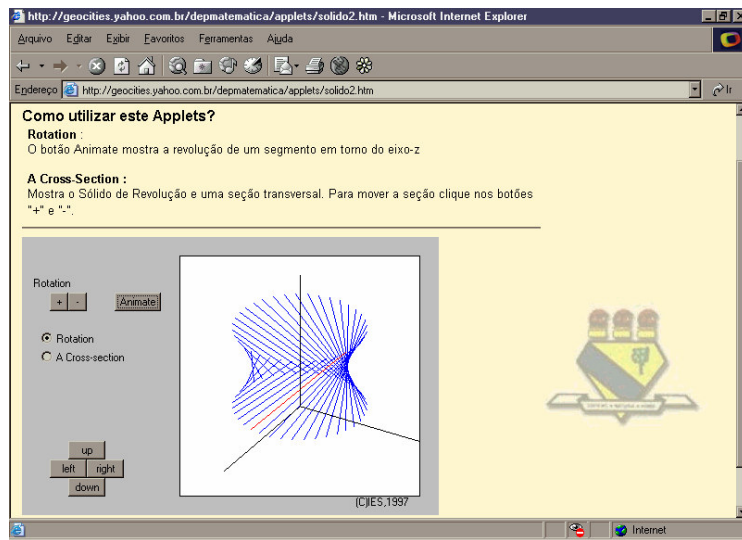


Figura 6 – Um exemplo de *Applet* interativo

5.1.4. Tutoriais

O tutorial é um aplicativo que auxilia o aluno em uma determinada área de conhecimento, pretendendo atuar da mesma forma que o professor na situação um-para-um. Para VALENTE (1999), “um tutorial é um software no qual a informação é organizada de acordo com uma seqüência pedagógica particular e esta informação é apresentada ao estudante seguindo essa seqüência, ou o aprendiz pode escolher a informação que desejar” (p.93). Podem ser exemplos de tutoriais:

- texto com recursos multimídia, que tem o objetivo de introduzir conceitos;
- exercício e prática, que têm como objetivo a recuperação, generalização e transferência de conhecimentos previamente aprendidos;
- questionamentos: estes sistemas respondem a perguntas segundo um banco de respostas, previamente armazenado;

- texto com recurso de hipermídia: neste sistema as informações podem ser examinadas de uma forma não linear, permitindo que o estudante siga seu próprio caminho de aprendizagem, ligando uma idéia a outra. O conteúdo e a organização se tornam ferramentas suplementares que agem uma sobre a outra.

O tutorial *on-line* aborda os modelos apresentados acima por intermédio da rede. A WWW possibilita ao usuário o acesso aos tutoriais possibilitando a interação, a manipulação e a alteração desses recursos. LÉVY (2001) apresenta no livro *Cibercultura* um exemplo de tutorial *on-line*:

“Alguns dispositivos de ensino em grupo são especialmente projetados para o compartilhamento de diversos recursos computacionais e o uso dos meios de comunicação próprios do hiperespaço. Falamos, então, de aprendizagem cooperativa assistida por computador (em inglês, *Computer Supported Cooperative Learning*, CSCL). Estes dispositivos permitem a discussão coletiva, a divisão de conhecimentos, as trocas de saberes entre indivíduos, o acesso a **tutores *on-line*** aptos a guiar as pessoas em sua aprendizagem e o acesso a base de dados, hiperdocumentos e simulações” (p. 101) (Grifo meu).

5.2. Recursos *Offline*

Os recursos de software *offline* são ferramentas instaladas no computador e não estão conectados a algum tipo de rede (Internet ou Intranet⁴). Podem ser obtidos através de *downloads* (‘baixar’ um arquivo na Internet) e de CD-ROMs (*Compact-Disc Read Only Memory*), que são instalados no computador do usuário. Conforme LÉVY (2001), “quem consulta um CD-ROM ‘navega’ pelas informações, passa de uma página-tela ou de uma seqüência animada para outra indicando com um simples gesto os temas de interesse ou as linhas de leitura que deseja seguir” (p.55).

⁴ “Intranet: são redes corporativas que utilizam a tecnologia e infra-estrutura de comunicação de dados da Internet. Utilizados na comunicação interna da própria empresa e/ou comunicação com outras corporações” (RAMALHO, 2000, p. 156).

5.2.1. Tutoriais

A maioria dos tutoriais disponíveis mostra o conteúdo matemático da mesma maneira que um livro. Nele são apresentados teorias e exemplos seguidos de exercícios. Esse tipo de recurso não permite que o aluno crie outras atividades. O educando não interage com o tutorial. Cabe a ele apenas realizar as atividades propostas pelo recurso.

Uma suposta vantagem do tutorial é que o conteúdo é normalmente apresentado com som e animação. Esses recursos apresentam os conteúdos por meio de exercícios. As atividades são desenvolvidas pelo aluno passo a passo mediante orientações pré-estabelecidas.

O tutorial difere do software tradicional pelo fato de apresentar ao usuário poucas possibilidades para criação. Eles são considerados procedimentos fechados e de caminho único. Abaixo é apresentado um exemplo deste tipo de recurso.

Um exemplo de **tutorial** é o CD-ROM denominado **Coleção Matemática para Gregos & Troianos (V.1- Números dos Naturais aos Complexo)**. Ele é produzido por Carlos César de Araújo. Nesse recurso o autor aborda o conjunto dos números naturais, inteiros, racionais, reais e complexos em vinte e um capítulos e cinco apêndices. Ele é indicado para o ensino Fundamental e Médio. O tutorial apresenta exercícios com animações do Crivo de Eratóstenes, a divisão de um segmento de reta em partes iguais, a curva logarítmica como inversa da exponencial, famílias de potências, a localização de racionais entre irracionais, a incomensurabilidade entre a diagonal e o lado de um quadrado, a trissecção do ângulo com a espiral de Arquimedes, operações com números complexos, gráficos da função resto e do máximo divisor comum, entre outras coisas. Os capítulos apresentam os seguintes títulos: passeio pelo reino dos números, a linguagem da Matemática, a lógica da Matemática, divisibilidade em naturais, divisão inexata em naturais, divisibilidade em inteiros, o sistema de numeração posicional, os critérios de divisibilidade e o cálculo de

restos, máximo divisor comum, mínimo múltiplo comum, números primos, dízimas, marcando números na reta, radiciação, exponenciais e logaritmos, os números irracionais, números algébricos, fatores racionalizantes, aproximações inteiras de um número real, divisão inexata de reais e os números complexos. Os apêndices apresentam os seguintes títulos: trigonometria básica, a função arco-cosseno, a inclinação de uma reta, funções periódicas e binômio de Newton. A língua utilizada no tutorial é a portuguesa.



Figura 7 – Números dos Naturais aos Complexos

5.2.2. SAC, APP e Planilhas

O software é responsável pela execução de tarefas básicas para o bom funcionamento do computador. LÉVY (2001) define software como sendo:

“uma lista bastante organizada de instruções codificadas, destinadas a fazer com que um ou mais processadores executem uma tarefa. Através dos circuitos que comandam, os programas interpretam dados, agem sobre informações, transformam outros programas, fazem funcionar computadores e redes, acionam máquinas físicas, viajam reproduzem-se, etc” (p.41).

Segundo CANO (2001), software educativo pode ser definido como: “um conjunto de recursos informáticos projetados com a intenção de serem usados em contextos de ensino e de aprendizagem. Tais programas abrangem finalidades muito diversas que podem ir da aquisição de conceitos até o desenvolvimento de habilidades básicas ou a resolução de problemas” (p. 169).

No contexto deste trabalho, os softwares foram classificados como: programas de grande porte (Sistema Algébrico Computacional – SAC), aplicativos de pequeno porte e planilhas.

A seguir, apresentamos alguns programas de grande porte.

O **Sistema Algébrico Computacional (SAC)** é um software usado para manipular expressões algébricas. Por intermédio dele é possível resolver equações, construir gráficos, simplificar funções racionais, fatorar polinômios, resolver sistemas de equações lineares, encontrar limites de funções, diferenciar e integrar funções, e também problemas de cálculo avançado.

O SAC utiliza uma linguagem de programação própria ou aceita outras gerais para realizar as tarefas. O campo de abrangências de um SAC é muito amplo. Nele é possível resolver equações numericamente e simbolicamente, além de construir gráficos de qualquer equação. Pelo fato de trabalhar com uma linguagem própria, o SAC não é um recurso simples. Com ele, o usuário pode programar as fórmulas que precisar, desde que domine a linguagem de programação específica. É importante também que o usuário conheça as principais funções matemáticas (polinomiais, trigonométricas, logarítmicas...) bem como tenha idéia do seu domínio e imagem. Assim como ter um certo conhecimento matemático para manipular e interpretar um resultado obtido através do SAC. O uso do SAC é mais indicado para alunos do Ensino Superior devido a sua complexidade. É um recurso para resolver problemas, não

exatamente um recurso didático, mas pode ser utilizado com proveito no ensino se bem manipulado.

O SAC surgiu com o desenvolvimento do software **Maxima** que foi desenvolvido no período de 1967 a 1982. Ele foi financiado por alguns órgãos do governo americano entre eles a ARPA (*Advanced Research Project Agency*) e a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Atualmente a Empresa *SourceForce.net* é responsável pela sua manutenção e aprimoramento. Baseado no Maxima surgiram os softwares: Derive, Maple, Mathcad, Mathematica, Matlab e O-Matrix. A seguir são abordados alguns pontos importantes de cada um desses softwares.

O **Derive** pode ser aproveitado no Ensino Médio para trabalhar o conteúdo de funções. O software permite construir gráficos em duas e três dimensões. Esse recurso auxilia o aluno a visualizar no gráfico interseções de funções, raízes, pontos de máximo e mínimo, entre outras características das funções. O programa é comercial, produzido pela empresa *Texas Instruments* e apresenta versão apenas em inglês.

O **Maple** pode ser utilizado para desenvolver os conteúdos de funções em geral e álgebra. Por meio dele é possível plotar gráficos e realizar operações matemáticas numéricas e algébricas, assim como usar conceitos de programação para resolver problemas. Esse software pode ser utilizado no Ensino Médio e Superior. A empresa responsável por esse programa é a *Waterloo Maple Inc.* O Maple não possui versão em português e é comercial.

O **Mathcad** é um recurso semelhante ao Maple. Com ele podemos desenvolver também os conteúdos de funções em geral e álgebra. Além desses conteúdos, podemos trabalhar estatística e análise de dados por meio de números aleatórios ou histogramas, ajuste de dados para construir funções, interpolar dados e construir modelos de distribuição de probabilidade. O software pode ser aproveitado no Ensino Médio. A empresa *MathSoft*

Engineering & Education In é responsável pelo software Mathcad. O programa é comercial e sua versão é em inglês.

Com o **Mathematica** podemos apresentar os conteúdos de funções em geral, fazer operações numéricas com matrizes e fatorar polinômios. Ele é indicado para o Ensino Superior. A empresa responsável pelo software é a *Wolfram Research*. O Mathematica é comercial e sua versão é em inglês.

O **Matlab** é um produto da *The MathWorks*. O software é comercial, com versão em inglês. Com o Matlab é possível resolver atividades matemáticas e computacionais por meio de modelos baseados em técnicas de problemas. Todas as soluções para as questões são expressas em notação familiar de Matemática. O software pode ser utilizado no Ensino Superior (cálculos e programação) e Médio para abordar os seguintes conteúdos: funções, polinômios e geometria.

O **O-Matrix** é um software que pode ser trabalhado no Ensino Médio. Com ele podemos desenvolver os conteúdos de Estatística, Funções e Polinômios. Em Estatística o software apresenta aproximadamente cem funções de simulação para resolver problemas. O O-Matrix é comercial e apresenta apenas versão em inglês. Por intermédio dele é possível passar arquivos para o software Matlab.

Por **Aplicativo de Pequeno Porte (APP)** entende-se aquele recurso que é mais restrito que um SAC e geralmente projetado para resolver ou ser aplicado a situações específicas. Alguns aplicativos servem para resolver equações e construir gráficos. Outros apenas trabalham geometria, por exemplo. É um sistema mais simples, mais restrito que o anterior, mais barato e menor que um SAC. Eles geralmente não apresentam recursos de programação.

Um APP permite ao usuário realizar atividades de Matemática com mais facilidade. A maioria desses sistemas resolve equações numericamente. O uso deste tipo de aplicativo é mais recomendado para alunos do Ensino Médio e Fundamental.

A seguir são apresentados os utilitários: Advanced Grapher, Algebrator, DPGraph, GrafEq, Poly, Tess, Winmatrix e Winplot, todos de pequeno porte.

O **Advanced Grapher** é um software comercial produzido pela empresa *SerpikSoft*. Ele possui versões em oito idiomas: alemão, espanhol, francês, holandês, italiano, inglês, português e russo. Com esse programa é possível desenvolver os conteúdos de estatística e funções em geral. O Advanced Grapher é recomendado para o Ensino Médio. O software permite plotar gráficos em duas dimensões por meio de equações, inequações e tabelas.

O **Algebrator** é um programa destinado a resolver equações, inequações e sistemas lineares. Com ele também é possível construir gráficos de equações de 1º e 2º graus. Ele pode ser aproveitado para ensinar álgebra no Ensino Fundamental e Médio.

O **DPGraph (Dynamic Photorealistic Graphing)** é de autoria de David Parker. É um programa todo em inglês e comercial. O software é apropriado para o Ensino Médio. Com ele podemos trabalhar os conteúdos de geometria, álgebra e funções em geral. O DPGraph utiliza recursos de movimentação (via teclado) semelhantes aos de um *applet* Java. Esse recurso permite movimentar superfícies, planos, entre outras coisas.

O **GrafEq** é de autoria do canadense Jeff Tupper. O software é comercial e sua versão é em inglês. Ele pode ser utilizado no Ensino Médio. Com o programa é possível trabalhar funções lineares, polinomiais, exponenciais e trigonométricas, equações, inequações e equações de cônicas. Pode-se, ainda, construir gráficos em duas e três dimensões.

O **Poly** é um programa que permite explorar e construir modelos de poliedros. Eles são classificados em: sólidos platônicos, sólidos de Arquimedes, prismas e não-prismas. O software é comercial e possui versões nas seguintes línguas: espanhol, chinês, coreano, francês, holandês, italiano, inglês e polonês. O Poly pode ser usado no Ensino Médio para desenvolver conteúdos de geometria.

O **Tess** é um programa para ilustrações de planos simétricos. Ele desenha e mantém a simetria de um grupo escolhido. Por exemplo, onze rosetas, todas com sete frisos podem compor um mosaico. A versão do Tess 1.5 permite fazer mosaicos com figuras tridimensionais. As superfícies são conectadas por meio de simetria, formando um mosaico tridimensional. O software é comercial e sua versão é em inglês. Com ele é possível abordar o conteúdo de geometria no Ensino Médio.

O **Winmat** é um software livre, escrito por Richard Parris, da *Philips Exeter Academy* em *Exeter, New Hampshire*. O programa trabalha com matrizes, determinantes e sistemas lineares. Por intermédio dele é possível fazer operações entre matrizes, calcular determinantes e resolver sistemas. O Winmat apresenta uma única versão em inglês.

O **Winplot** é um programa gráfico também escrito por Richard Parris. O software é livre. A versão original está em inglês, mas apresenta uma versão em português, que foi feita pelo professor Adelmo Ribeiro de Jesus, do Programa Pró-Ciências, patrocinado pela CAPES, Bahia. O software é indicado para o Ensino Médio com a finalidade de desenvolver os conteúdos de funções em geral, álgebra, geometria analítica, plana e espacial. O software possui várias ferramentas que possibilitam a construção e análise de gráficos.

Finalmente, temos as planilhas.

A **Planilha** é um programa que pode ser utilizado para introduzir e trabalhar conteúdos de Matemática, Estatística e Probabilidade. Ela ajuda a organizar dados e informações por intermédio de tabelas e gráficos. Nela também é possível fazer cálculos, ilustrar funções prontas e criar novas fórmulas. De acordo com VIALI (2001),

“As planilhas vão se firmando cada vez mais como um recurso instrucional em laboratórios de Estatística. Além dos recursos típicos, elas oferecem um grande número de funções estatísticas e probabilísticas, se bem que bastante limitados. As principais vantagens da planilha são sua grande base instalada, a possibilidade de programação de novas funções e seu custo relativamente baixo” (p. 3).

Todos os dados escritos na planilha são associados a um par de coordenadas que corresponde a uma coluna e a uma linha, denominada célula. Para realizar operações na planilha é necessário marcar as células a serem calculadas. O retorno das funções do Excel são de dois tipos: numérica e matricial. A numérica consiste em apresentar o resultado como um número. Já a matricial, mostra o resultado em forma de matriz. Para se obter o resultado matricial é necessário clicar na barra de fórmulas da planilha e digitar *ctrl + shift + enter*. Geralmente, o grupo de células envolvidas em operações da planilha está disposto em forma de matriz (coluna x linha).

A planilha oferece um recurso gráfico flexível e dinâmico com uma biblioteca de modelos prontos bastante diversificada que inclui: barras, linha, pizza e colunas, entre outros. Após construído o gráfico é possível com o auxílio de menus de contexto acrescentar título, fonte ou alterar qualquer elemento do mesmo.

O Excel é um dos programas do pacote de escritório (*Office*) da empresa *Microsoft* e que está disponível na maioria dos computadores, tornando-o adequado seu uso. O Excel é um recurso de compreensão relativamente fácil. Sua versão é em português.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Biologia	História	Matemática	Literatura	Português	Química	Inglês	Espanhol	Física
2	0	3	3	23	3	2	2	2	0	3
3	1	11	18	154	12	7	6	18	0	35
4	2	77	64	537	54	21	36	94	11	146
5	3	277	230	1351	132	47	104	262	24	442
6	4	743	546	2563	342	139	320	552	58	1131
7	5	1492	1067	3834	639	301	728	909	119	2134
8	6	2332	1860	4679	1082	508	1424	1248	142	3264
9	7	3480	2679	4444	1640	756	2264	1333	235	4051
10	8	4235	3427	3923	1963	1099	2986	1408	305	4171
11	9	4494	3676	3326	2416	1410	3443	1309	429	3941
12	10	4334	3976	2762	2743	1725	3610	1163	554	3494
13	11	3870	3870	2195	2975	2007	3405	1096	619	2861
14	12	3295	3514	1844	2933	2256	3170	967	751	2221
15	13	2515	3211	1473	3041	2586	2771	926	888	1724
16	14	1961	2833	1208	2760	2653	2260	887	1035	1434
17	15	1557	2277	992	2659	2792	1900	888	1128	1181
18	16	1189	1901	881	2367	2760	1559	857	1285	956
19	17	969	1353	609	2148	2752	1308	765	1270	769

Figura 8 – Planilha Excel

5.3. A Escolha dos Aplicativos

Depois de analisar os principais recursos de software explanados nessa dissertação, foram escolhidas duas ferramentas para trabalhar com os estudantes do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da UFRGS: o Winmat e a Planilha do Excel

O Winmat foi escolhido porque os alunos do segundo ano estavam trabalhando com o conteúdo de matrizes. Com esse programa é possível realizar operações envolvendo matrizes, sistemas lineares e determinantes. Existem outros softwares que abordam o conteúdo de matrizes: Derive, Maple, Mathematica e Matlab. A escola não tinha nenhum destes recursos, pois eles são muito caros.

O Excel foi selecionado para ser analisado junto com o Winmat, pois a planilha estava disponível nos computadores da escola. Com o Excel é possível trabalhar o conteúdo de matrizes, embora ele não seja específico para isso.

Um outro fator levado em conta na seleção dos recursos é o custo. A planilha faz parte de um pacote e está, portanto pronta para ser utilizada. Já o Winmat é um software livre. Basta baixá-lo, acessando os seguintes endereços: <http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec> ou <http://math.exeter.edu/parris>.

O Excel e o Winmat apresentam fácil entendimento e manuseio. Para explorar esses recursos não é necessário ter um bom preparo antes de utilizá-los. Esse fator possibilita um processo de aprendizagem Matemática satisfatória. Outras ferramentas, tais como Maple e Matlab requerem um domínio maior de usabilidade antes de realizar qualquer atividade.

As justificativas apresentadas acima mostram por que o Excel e o Winmat foram escolhidos para auxiliar a aprendizagem de Matemática dos alunos do Ensino Médio.

5.4. Conclusão

A WWW é uma grande biblioteca que apresenta muitos locais que objetivam auxiliar o ensino da Matemática. Infelizmente, nem todo material postado na rede pode ser aproveitado em sala de aula. Cabe ao professor selecionar e mostrar endereços de *sites* úteis e confiáveis que podem ser utilizados com seus alunos, evitando os que nada acrescentam. Na dissertação aparecem algumas sugestões de *sites* interativos e não-interativos considerados oportunos no momento. Ao escolher um *site*, devemos definir um propósito para seu uso.

Ainda na WWW podemos utilizar os portais. Eles são ótimos recursos para a busca de endereços de páginas da rede. Na maioria das vezes, os portais apresentam uma lista de *sites* separada por conteúdo, facilitando o trabalho do professor. Na dissertação são apresentados exemplos de dois portais de Matemática.

Outro recurso que pode ser utilizado são os *applets*. Esta ferramenta possibilita estudar, normalmente, apenas um conceito. O conteúdo de trigonometria pode ser abordado através de vários *applets*. Por exemplo, um *applet* é usado para ilustrar a função seno, outro para o cosseno etc. Os *applets* abordam o conteúdo de Matemática de forma isolada, oportunizando ao aluno poucas possibilidades de interação com o recurso. O estudante apenas visualiza a imagem que aparece na tela do computador sem, geralmente, interferir. Existem também *applets* interativos.

A rede pode ser utilizada ainda para pesquisar tutoriais. Esses recursos foram classificados em *on-line* e *offline*. Tanto tutoriais *on-line* como *offline* podem auxiliar na aprendizagem de Matemática. Uma grande parte dos tutoriais desperta o interesse dos alunos. A maioria deles possui cores, animações e sons, possibilitando a apresentação de uma aula mais atraente do que a tradicional.

A aquisição de um tutorial depende da situação financeira de cada escola. Uma alternativa para diminuir o custo seria adquirir um tutorial que permitisse o trabalho em rede. Por outro lado, os tutoriais são recursos limitados. O uso deles no ensino da Matemática apresenta algumas desvantagens como:

- abordar apenas um ou dois conteúdos da disciplina;
- possuir atividades prontas para o aluno executar;
- não permitir ao aluno criar atividades diferentes.

Além dos tutoriais, foram investigados alguns softwares na dissertação. Cada um deles foi analisado levando-se em conta o tipo de conteúdo que aborda no Ensino Médio.

O conteúdo de funções pode ser abordado com os softwares: Advanded Grapher, Derive, DPGraph, GrafEq, Maple, Mathcad, Mathematica, Matlab, O-Matrix e Winplot. Cada um desses recursos de software permite ao usuário entrar com a equação desejada para que o gráfico seja ilustrado na tela do computador.

Alguns softwares são apropriados para trabalhar o conteúdo de geometria espacial e plana. Entre eles estão: DPGraph, Maple, Matlab, Poly, Tess e Winplot. Todos permitem que o aluno construa sólidos geométricos, além de realizar operações de translação, rotação e simetria. Os programas que abordam o conteúdo de funções também podem ser aproveitados para construir gráficos (de retas e parábolas, por exemplo) trabalhados na geometria analítica.

A álgebra pode ser trabalhada com os softwares: Algebrator, Derive, DPGraph, Maple, Mathcad, Mathematica e Winplot. Por intermédio deles é possível resolver expressões algébricas, simplificá-las, racionalizá-las, fatorá-las, etc.

A análise de dados (Estatística) e alguns conteúdos de Probabilidade podem ser abordados com o Advanded Grapher, Excel, Maple e O-Matrix.

As matrizes podem ser apresentadas com os softwares Derive, Maple, Mathematica, Matlab e Winmat, enquanto que os sistemas lineares podem ser estudados com os softwares Algebrator, Derive e Winmat.

Acredito que o uso rotineiro de um software educativo, nas aulas de Matemática, melhora o desempenho do aluno. O educando, interagindo com o computador, pode realizar as atividades propostas pelo professor e se aprofundar mais, pois o software permite abordagens de conjuntos de dados de visualizações em três dimensões que dificilmente são feitos sem o seu auxílio. Dessa forma, são respeitados o ritmo próprio de cada aluno e a sua criatividade. O mesmo dificilmente ocorre nas aulas tradicionais, em que o conteúdo é

apresentado por meio de exemplos resolvidos. O aluno realiza as atividades propostas de forma mecânica e repetitiva, seguindo o modelo do professor.

Depois de apresentar algumas sugestões referentes à aplicação dos softwares estudados, foram feitas, no capítulo a seguir, algumas considerações sobre o último recurso apresentado na dissertação: a planilha.

A planilha é um recurso apropriado para ser explorado em sala de aula. Por meio dela, podemos trabalhar conteúdos principalmente de Matemática, Estatística e Probabilidade. Ela permite que o usuário construa gráficos, analise dados, faça estimativas, entre outras coisas. A planilha é um recurso que está disponível em qualquer computador e portanto acessível a qualquer aluno.

Diante de todos os recursos apresentados, o Excel e o Winmat foram selecionados para abordar o conteúdo de matrizes e sanar as dificuldades encontradas. Com o auxílio da planilha e do software, os alunos fizeram exercícios envolvendo operações com matrizes. As atividades propostas e desenvolvidas pelos estudantes são abordadas no próximo capítulo, juntamente com seus resultados.

6.Utilização de Software no Ensino Médio

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Informática do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), realizado em 21, 25 e 26 de novembro e 2, 3, 9 e 10 de dezembro de 2003. O tempo destinado para a realização das atividades no laboratório era de uma hora e meia (13:30 até 15:00), perfazendo um total de dez horas e trinta minutos de aula.

Os alunos envolvidos no projeto realizaram as atividades fora do horário de aula. Pela manhã, eles assistiam aula junto com suas turmas. E, à tarde, eles vinham para o laboratório. Participaram desse trabalho doze alunos do segundo ano do Ensino Médio, oriundos das turmas 101 e 102. A quantidade de estudantes selecionados para a pesquisa era equivalente à quantidade de máquinas disponíveis na escola: doze computadores. Os doze alunos escolhidos apresentavam dificuldades de aprendizagem quanto ao conteúdo de Matrizes. Cada aluno utilizou um computador no desenvolvimento de cada tarefa. O professor de Matemática responsável pela turma era Luiz Davi Mazzei.

6.1. O Laboratório de Informática

Os doze computadores do laboratório estão distribuídos ao longo de três paredes em formato de U. As máquinas estão em cima de mesas adequadas para informática. As cadeiras usadas no laboratório são estofadas na cor preta. Elas não são giratórias. A sala possui um quadro branco à disposição do usuário, para anotações. O quadro se encontra na frente de todas as máquinas. Atrás do quadro branco existe uma sala pequena de paredes de

fórmula branca. Dentro da salinha está localizado o computador central com uma impressora a laser. A foto abaixo mostra o Laboratório de Informática da escola.



Figura 9 – Laboratório de Informática

Os computadores estão ligados em rede a um computador central. Cada máquina possui um nome de pássaro. A configuração dos computadores utilizados inclui: um Hd (*Hard disk*) com 4 Gb (*Giga byte*), uma CPU (*Central Process Unit*) AMD Duron de 300 Mz (*Mega Hertz*), 64 mega bytes de memória e monitores de 14 polegadas. Todos os computadores permitem o acesso à Internet.

A sala ainda possui três aparelhos de ar condicionado para manter a temperatura da sala adequada para os computadores.

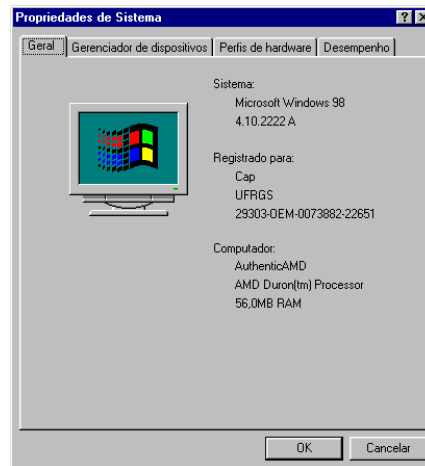


Figura 10 – Propriedades de Sistema

O Laboratório de Informática está sob a responsabilidade de dois professores. Cada professor permanece um período no laboratório tomando conta e agendando horários para o uso do mesmo.

6.2. Atividades Propostas

O projeto desenvolvido no Laboratório de Informática consistia em utilizar o Excel e o software Winmat para trabalhar o conteúdo de matrizes. Na primeira aula os alunos receberam um texto com o conteúdo de matrizes (anexo 1). Esse texto contém a definição, a representação, os tipos e as operações com matrizes. Nele, também, estão presentes as definições de matrizes transposta e inversa. Nessa mesma aula, os estudantes exploraram os comandos do programa Excel. A exploração do Excel foi necessária porque alguns alunos não conheciam os principais comandos. Eles tinham uma certa dificuldade para copiar ou recortar células, além de marcá-las e arrastá-las e em utilizar o menu fx (colar função).

Nas três aulas seguintes os alunos trabalharam o conteúdo de matrizes no Excel. Eles receberam duas folhas com atividades (anexo 2). Estas atividades foram trabalhadas

também com o software Winmat. Nessas aulas os alunos construíram, como primeira atividade, uma matriz quadrada 6x6, uma identidade 5x5 e uma nula 4x4. Na segunda atividade, os alunos construíram uma matriz e a sua transposta. O terceiro exercício, eles não conseguiram realizar no Excel. O exercício consistia em construir uma matriz do tipo $A = (a_{ij})_{5 \times 4}$ tal que $a_{ij} = i + 2j$, no qual um elemento genérico é definido por uma expressão analítica. No quarto exercício, os estudantes realizaram as seguintes operações com as matrizes: soma, subtração e multiplicação por escalar. Na quinta e na sexta atividade, foram realizadas operações de multiplicação com matrizes. Na última atividade foi feita uma pergunta sobre a inversibilidade de matrizes.

O Winmat foi trabalhado com os alunos nas três últimas aulas. No primeiro momento foram apresentados os comandos necessários para utilização do software. Os educandos aprenderam a forma como o software escreve qualquer tipo de matriz. Em seguida, eles realizaram as mesmas atividades que foram feitas com o Excel. Na atividade um, os alunos inventaram uma matriz quadrada 6x6, uma identidade 5x5 e uma nula 4x4. Na atividade seguinte, eles fizeram uma matriz do tipo 5x4 e a sua transposta. Na terceira atividade, os alunos montaram uma matriz a partir da equação: $A = (a_{ij})_{5 \times 4}$ tal que $a_{ij} = i + 2j$. Na atividade quatro, os educandos realizaram operações de adição e subtração de matrizes e multiplicação de um número por uma matriz. Nos exercícios cinco e seis, eles realizaram operações de multiplicação com matrizes. No último item, os alunos responderam uma pergunta sobre inversibilidade de matrizes.

No encerramento das atividades com o Excel, os educandos preencheram uma ficha de avaliação (anexo 3). A mesma ficha foi preenchida, após o término das atividades com o Winmat (anexo 4). Por último, os alunos responderam três questões (anexo 5) envolvendo o uso dos dois recursos.

A maneira como as atividades foram desenvolvidas pelos alunos e alguns comentários a respeito são tratados a seguir.

6.3. Atividades Desenvolvidas pelos Alunos

O programa Excel foi utilizado com o intuito de aproveitar o recurso que se encontra disponível em praticamente em todos os computadores. Na primeira atividade, cada aluno construiu livremente uma matriz quadrada, identidade e nula sem maiores problemas. A figura abaixo mostra a matriz quadrada 6x6 feita pelo aluno Guilherme.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	2	4	6	8	10	15						
2	33	58	54	36	25	1						
3	18	146	456	122	123	444						
4	16	36	598	654	147	654						
5	37	168	125	175	369	24						
6	27	98	66	48	64	29						
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												

Figura 11 – Matriz Quadrada 6x6

A próxima figura mostra as matrizes identidade 5x5 e nula 4x4 feita pelo aluno Rodrigo. Ele escreveu as duas matrizes na mesma planilha. Na figura, a primeira matriz representa a identidade, e a segunda, a nula.

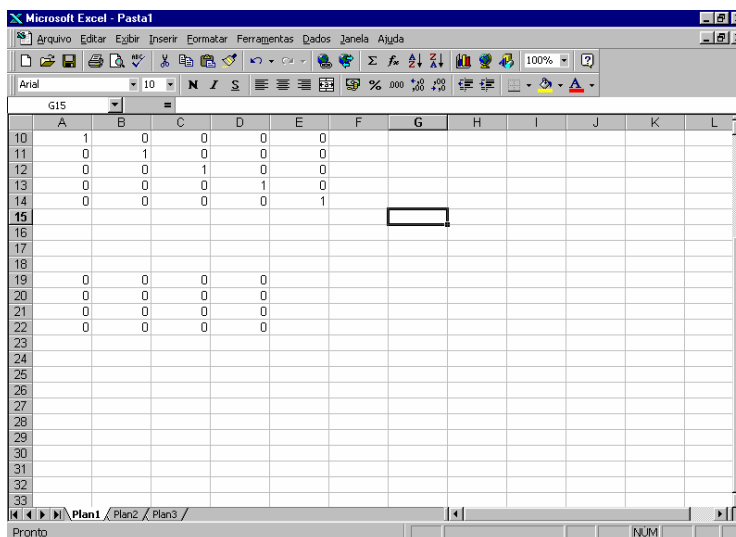


Figura 12 – Matrizes identidade 5x5 e nula 4x4

Na atividade dois, os educandos escreveram na tela do Excel uma matriz qualquer 5x4. A partir do comando colar especial do Excel, eles fizeram a matriz transposta da matriz inicial. Para construir a matriz transposta basta selecionar a opção transpor e clicar em ok. Para aparecer a resposta é importante selecionar o número de células correspondentes ao tamanho da matriz transposta, ou seja, 4 linhas e 5 colunas.

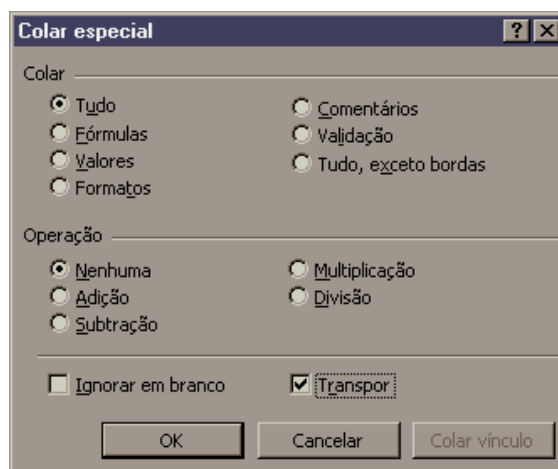


Figura 13 – Colar Especial do Excel

Durante o desenvolvimento do segundo exercício, os educandos esqueceram de contar a quantidade de linhas e colunas para a obtenção do resultado da matriz transposta.

Eles esqueceram que nessa matriz ocorre a inversão de linhas por colunas. A matriz do tipo 5x4 requer uma transposta do tipo 4x5. No entanto, os alunos marcaram o mesmo espaço que a matriz original. O Excel emitia na tela uma mensagem de erro dizendo que a área selecionada era incompatível com a área que seria transposta. Depois de algumas tentativas, todos os alunos conseguiram realizar o exercício. A figura a seguir ilustra a atividade da matriz transposta feita pelo aluno Alan.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	A											
2		3	-4	1	8	4		3	0	5	3	
3		0	5	-3	1	3		-4	5	1	10	
4		5	1	0	9	8		1	-3	0	4	
5		3	10	4	13	11		8	1	9	13	
6								4	3	8	11	
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												

Figura 14 – Matriz Transposta

A atividade três não foi realizada no Excel, pois não foi visto no momento. Os alunos realizaram o exercício fazendo os cálculos mentalmente e escreviam o resultado na célula correspondente a posição considerada. Por exemplo, na posição equivalente ao termo a_{11} foi colocado o resultado 3. Na conclusão do capítulo foi incluída uma observação a respeito desse exercício. A ilustração abaixo mostra a atividade feita pelo aluno Endrigo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	a11	a12	a13	a14		3	5	7	9			
2	a21	a22	a23	a24		4	6	8	10			
3	a31	a32	a33	a34		5	7	9	11			
4	a41	a42	a43	a44		6	8	10	12			
5	a51	a52	a53	a54		7	9	11	13			
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												

Figura 15 – Matriz $A = (a_{ij})_{5 \times 4}$ tal que $a_{ij} = i + 2j$

A atividade quatro requeria um pouco de paciência no momento de digitar as três matrizes: A, B e C. Depois da digitação, os alunos realizaram operações de adição, subtração e multiplicação de um número por uma matriz. As dificuldades encontradas foram as seguintes:

- era comum esquecer de colocar o sinal de igual antes de selecionar as células que seriam somadas, diminuídas ou multiplicadas;
- marcar apenas uma célula (1 linha e 1 coluna) onde deveria ser selecionado um espaço maior para colocar a resposta (por exemplo, 6 linhas e 6 colunas);
- na adição e subtração quando surgia um resultado na primeira célula, basta marcar a resposta e arrastar o cursor para direita e para baixo, selecionando o número de casas que corresponde o tamanho da matriz. A dificuldade dos alunos residiu na operação de arrastar. O cursor deve ser arrastado quando surgir na extremidade da célula uma cruz preta. Alguns alunos não prestavam atenção nessa cruz preta e arrastavam o cursor quando surgia outro símbolo. O Excel possui duas operações básicas: marcar (cursor \dagger) e arrastar (cursor \blackcross).

A operação “marcar” apenas delimita uma região da planilha enquanto que a “arrastar” cria novos valores a partir de alguma expressão inicial;

- na multiplicação de um número por uma matriz é necessário selecionar o local onde vai aparecer a resposta e digitar a fórmula. A dificuldade aparecia depois que os alunos digitavam a fórmula (por exemplo, = A1*(B1:D3)). Eles esqueciam de colocar os parênteses que representavam a matriz.

- ainda na multiplicação, para o Excel escrever toda a matriz que é multiplicada é necessário apertar *ctrl + shift + enter*. Antes de digitar as teclas mencionadas acima, o aluno deve clicar na barra de fórmulas. Alguns alunos esqueciam de clicar na barra de fórmulas. A próxima ilustração mostra a resolução do exercício quatro feito pelo aluno Guilherme.

	A	B	C	D	E	F
1	A					
2	1	3	5	7	9	11
3	0	2	4	6	8	10
4	-1	1	3	5	7	9
5	-2	0	2	4	6	8
6	-3	-1	1	3	5	7
7	-4	-2	0	2	4	6
8						
9	B					
10	1	0	-1	-2	-3	-4
11	3	2	1	0	-1	-2
12	5	4	3	2	1	0
13	7	6	5	4	3	2
14	9	8	7	6	5	4
15	11	10	9	8	7	6
16						
17	A+B					
18	2	3	4	5	6	7
19	3	4	5	6	7	8
20	4	5	6	7	8	9
21	5	6	7	8	9	10
22	6	7	8	9	10	11
23	7	8	9	10	11	12
24						

Figura 16 – Adição de matrizes

Na atividade cinco, os alunos apresentaram uma pequena dificuldade em trabalhar com a biblioteca de funções prontas do Excel do menu fx. Ao selecionar a opção matriz.mult e clicar em ok aparecia outra janela. Nessa janela era preciso identificar quais as matrizes que seriam multiplicadas. Alguns alunos identificavam qual era a matriz um corretamente, esqueciam de colocar o cursor ao lado da opção matriz dois antes de selecionar a matriz

escolhida e davam ok. Em seguida, surgia na tela uma mensagem de erro informando: você inseriu número insuficiente de argumentos para esta função. Para eles, não foi difícil de perceber o erro cometido.

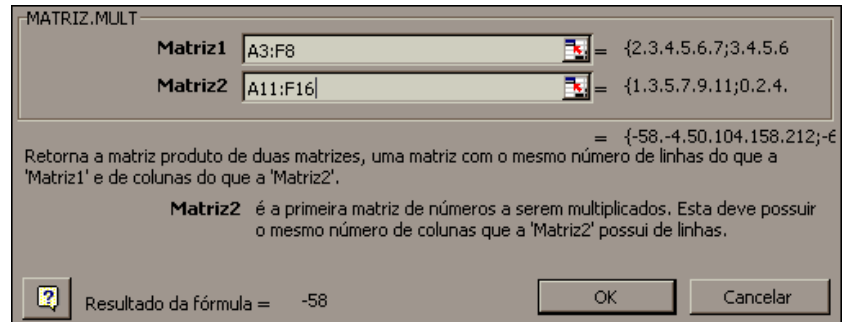


Figura 17 – Matriz.Mult

A ilustração abaixo, feita por Endrigo, mostra alguns dos resultados da multiplicação de matrizes encontrados por ele. As matrizes A, B, C e a transposta de A não aparecem na tela onde estão os resultados. Elas se encontram ao lado, nas colunas de A até L e nas linhas entre 1 até 24. O aluno fez questão de acrescentar em seu trabalho uma figura decorativa.

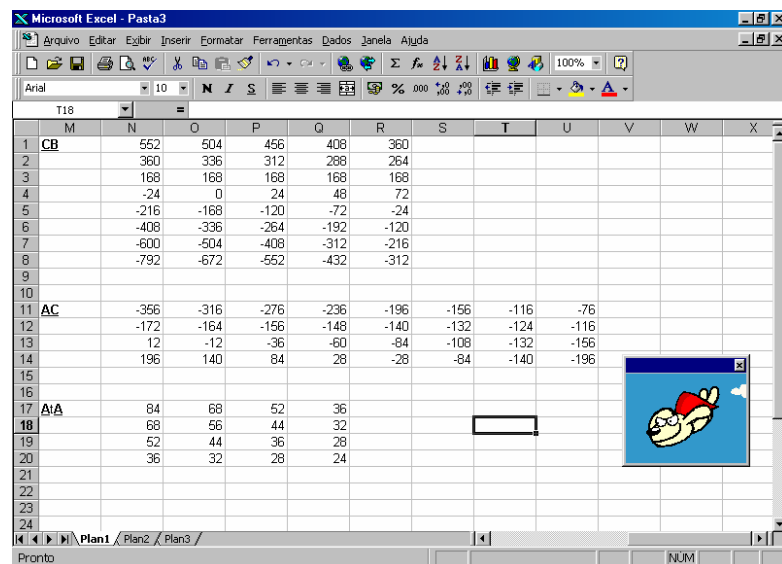


Figura 18 – Multiplicação de Matrizes

A atividade seis consiste em construir uma matriz 6x6 qualquer e a sua inversa. Após a construção das duas matrizes, os alunos fizeram a multiplicação entre elas. O resultado encontrado é a matriz identidade. A única dificuldade encontrada foi no procedimento que construía a matriz inversa. Os alunos esqueceram de clicar na barra de fórmulas da planilha antes de digitar *ctrl + shift + enter*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	A						A (-1)						
2	3	2	5	6	1	0	1,12906	-0,07842	0,71436	0,52664	-0,32719	-0,40993	
3	2	-4	-1	-6	8	2	-2,18631	0,16584	-1,4072	-1,1362	0,84827	0,62562	
4	1	-1	-2	2	5	7	0,66849	0,01006	0,25935	0,37791	-0,25388	-0,07004	
5	0	3	-1	-9	-4	2	0,01853	-0,0591	0,05469	-0,06316	0,00088	-0,01817	
6	9	8	4	2	1	8	-1,46815	0,20792	-0,9536	-0,8181	0,54914	0,43781	
7	0	2	6	8	4	8	0,76076	-0,09386	0,57939	0,47283	-0,29711	-0,1796	
8													
9	A * A (-1)												
10	1	0	0	0	0	0							
11	0	1	0	0	0	0							
12	0	0	1	0	0	0							
13	0	0	0	1	0	0							
14	0	0	0	0	1	0							
15	0	0	0	0	0	1							
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

Figura 19 – Matriz A, Inversa de A e o Produto das duas

Durante o exercício, dois alunos precisaram arredondar o resultado encontrado da multiplicação da matriz com a sua inversa, devido aos resultados decimais que surgiram na tela. Na figura acima a matriz que contém o resultado da multiplicação de A pela sua inversa foi arredondado pelo aluno Afonso. O mesmo aluno respondeu a questão sete. Segundo ele, para que uma matriz seja inversível o determinante não pode ser zero. As matrizes A, B e C são quadradas, logo é possível calcular o determinante delas. Para cada uma das matrizes, Afonso calculou o determinante com a opção matriz.determ disponível na barra de funções do menu fx do Excel. O resultado encontrado para todas matrizes foi zero. Logo ele concluiu que as matrizes não eram inversíveis. O aluno Luís resolveu calcular o determinante da matriz C

do exercício 5, por conta própria. Calculando o determinante, ele encontrou o seguinte valor: $-7,73182E-90$. Ao ver o resultado, o aluno constatou que aquele valor estranho era o determinante da matriz. Logo ele concluiu que a matriz era inversível. Solicitei a ele que resolvesse no próximo encontro o determinante da mesma matriz no Winmat.

Com o software Winmat é possível construir matrizes do tipo real, complexa e inteira. Na barra de ferramentas basta selecionar na opção modo numérico (*numerical mode*) qualquer uma desses tipos de matrizes.

O modo numérico real permite construir matrizes reais. Os números são escritos na forma decimal com três casas após a vírgula. Já o modo numérico complexo possibilita a construção de matrizes complexas na forma: $a + bi$, sendo a e $b \in \mathbb{R}$. Enquanto que com o modo numérico inteiro as matrizes são feitas utilizando-se os números inteiros.

Todas as matrizes construídas no Winmat são feitas em cores diferentes. O usuário pode optar em fazer todas as matrizes na cor branca. Para isso é necessário deixar marcado o menu *white backgrounds*. Na barra de ferramenta do Winmat é possível selecionar as seguintes opções para construir matrizes:

- *Zeros*: constrói uma matriz nula. Antes é necessário que o usuário escolha o número de linhas e de colunas que deseja para o software escrever a matriz.

- *Random*: constrói uma matriz aleatória (qualquer). Nessa opção o usuário também faz a escolha do número de linhas e colunas.

- *Diagonal*: constrói uma matriz identidade. Basta escolher o número de linhas e de colunas.

- Fórmula: esta opção permite que o usuário escolha o número de linhas (*rows*) e de colunas (*cols*) e digite uma fórmula em termos de *i* e *j*, por exemplo $-2i-j$.

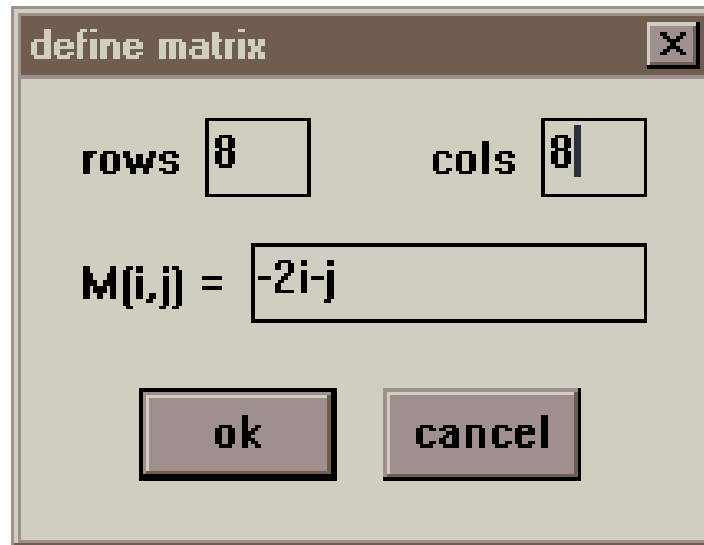


Figura 20 – Fórmula Winmat

As atividades desenvolvidas no Winmat são as mesmas do Excel. Antes de começar a utilizar o software, alguns comandos que seriam utilizados foram explicados. Os alunos exploraram o Winmat livremente.

A primeira atividade consistia em desenhar uma matriz retangular 6x6, uma identidade 5x5 e uma nula 4x4. A matriz retangular foi feita com a opção aleatório (*random*), os educandos selecionaram a mesma quantidade de linhas e de colunas. Para fazer a matriz identidade, eles selecionaram a opção diagonal. A matriz nula foi construída clicando em zeros. A ilustração abaixo mostra a atividade feita pelo aluno Alan.



Figura 21 – Matriz Quadrada, Identidade e Nula

A atividade seguinte consistia em construir uma matriz 5x4 e a sua transposta. Os alunos construíram suas matrizes selecionando a opção “aleatório” (*random*). Na barra de ferramentas aparece uma opção denominada “outros” (*others*). Para escrever a transposta basta selecionar clicar em “outros” e depois em “transposta” (*transpose*). Aparece na tela a matriz transposta da matriz original. Todos os alunos realizaram a atividade sem maiores problemas. A figura a seguir ilustra o exercício feito pelo aluno Lucas.

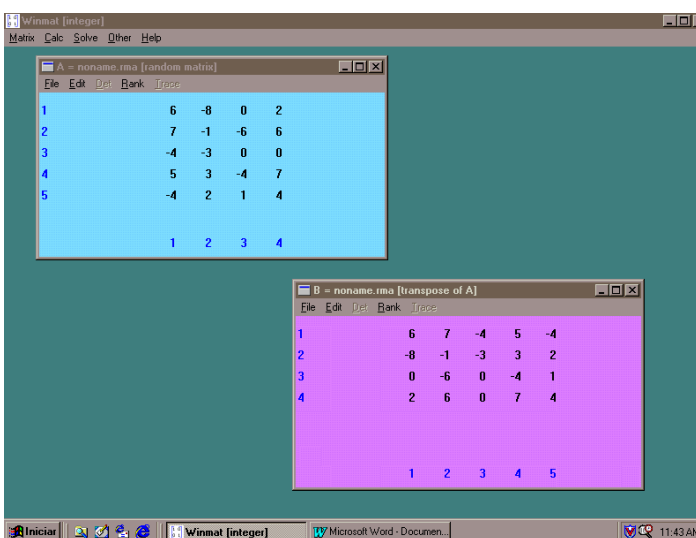


Figura 22 – Matriz A e a sua Transposta

No exercício três bastava digitar a equação dada no menu fórmula. A maioria dos alunos utilizou o modo numérico real para realizar a atividade. A matriz que surgia na tela do computador possuía seus números com três casas decimais. Para retirar os algarismos após a vírgula, era necessário recorrer ao menu que aparecia na janela na própria matriz: *edit*. No *edit*, no menu “exibição do formato” (*format display*) os educandos colocavam o número zero no campo “lugar decimal” (*decimal places*). Para toda matriz construída o procedimento se repetia. Seis alunos não gostaram de precisar eliminar os números decimais. Segundo eles o procedimento era chato. A figura abaixo mostra como o aluno Endrigo resolveu a atividade dele.

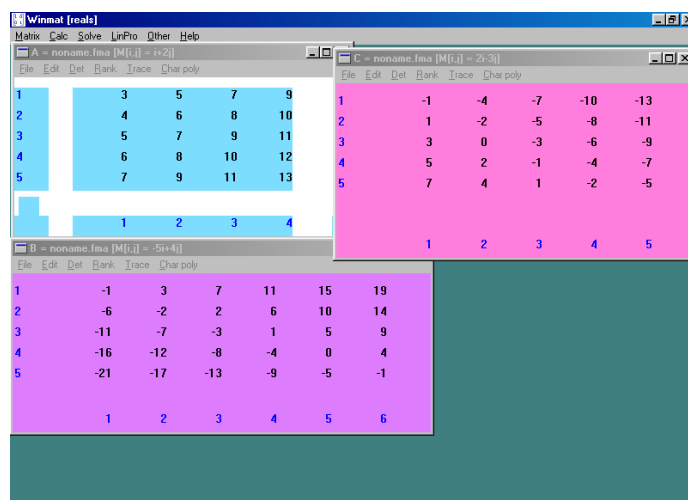


Figura 23 – Matrizes construídas a partir de uma lei

No exercício seguinte, os meninos escreveram as matrizes A, B e C, digitando as respectivas fórmulas: $-i + 2j$, $2i - j$ e $-3i + 2j$. Rapidamente, surgiam na tela as referidas matrizes. A dificuldade consistia em nomear as matrizes que eram resultados das operações realizadas. Por exemplo, a soma de A por B poderia ser nomeada de D, ou seja, $D = A + B$. Essas operações eram realizadas com auxílio da opção *Calc*. Basta selecionar o menu *Calc* e digitar uma expressão qualquer: $E = 5*A$, $F = 1/2*B$, etc. O programa realiza as operações em instantes. Caso a matriz selecionada não seja compatível, o software exibe na tela uma mensagem de erro. A tela abaixo exibe a atividade realizada pelo aluno Rodrigo.

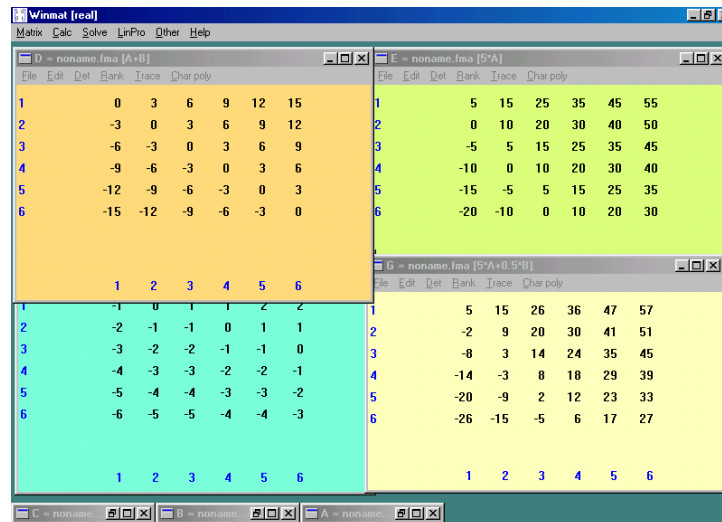


Figura 24 – Resultados das Operações com Matrizes

As atividades 5 e 6 consistiam na multiplicação de matrizes. Os alunos digitaram as equações de cada matriz na opção fórmula. Eles realizaram com facilidade a multiplicação de matrizes do exercício 5, apesar de reclamarem do excesso de casas decimais que surgiam depois da vírgula. Para suprimir as casas decimais era necessário utilizar o recurso “formatar” (*format*) ilustrado a seguir.

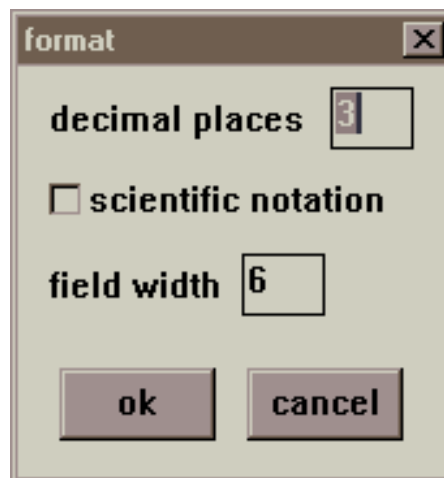


Figura 25 – Exibição do Formato

Já no outro exercício, a maioria dos alunos escolheram a opção aleatório (*random*) para digitar uma matriz 6x6 para encontrar a transposta. Três alunos resolveram aproveitar

uma das matrizes 6x6 da questão 4, que não tinha sido apagada. Os educandos que optaram em construir a matriz 6x6 de forma aleatória se depararam com uma dificuldade. A matriz escolhida ao acaso, muitas vezes, aparecia constituída de valores decimais. Como procedimento, era feito um arredondamento em todas as matrizes desprezando as casas decimais, antes de construir a matriz inversa. A matriz inversa é construída selecionando-se na opção “outros” (*others*) o menu “inversa” (*inverse*). Ao realizar a multiplicação entre as duas matrizes, um aluno notou que um dos resultados estava errado. Segundo ele, deveria aparecer o número 56, e o resultado era 54,875. O software, ao multiplicar as duas matrizes, considerou as originais e não a matriz que foi arredondada. Já os alunos que aproveitaram as matrizes no exercício anterior, não conseguiram encontrar a inversa. Todas as matrizes do exercício 4 possuíam o determinante nulo. O software exibia na tela a seguinte mensagem: matriz singular (*singular matrix*). Ao se deparar com o problema, um dos alunos calculou o determinante de cada uma das matrizes e observou que eles eram nulos. A saída foi construir uma nova matriz que possuía determinante diferente de zero. Os três meninos escreveram uma nova matriz e checaram o determinante da mesma antes de construir sua inversa. As próximas ilustrações foram realizadas pelo aluno Guilherme.

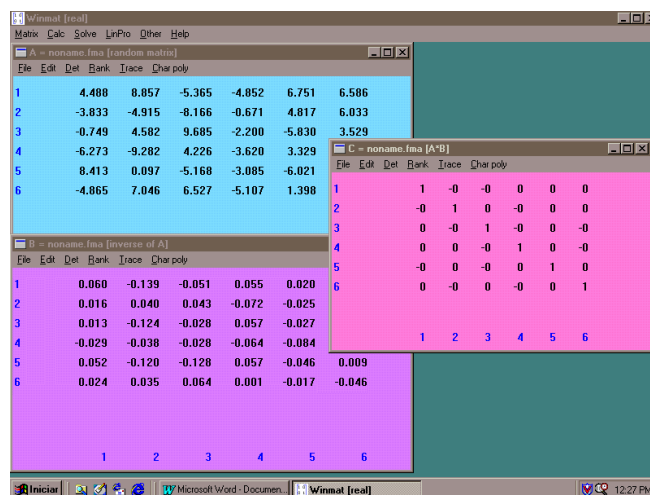


Figura 26 – Multiplicação de Matrizes

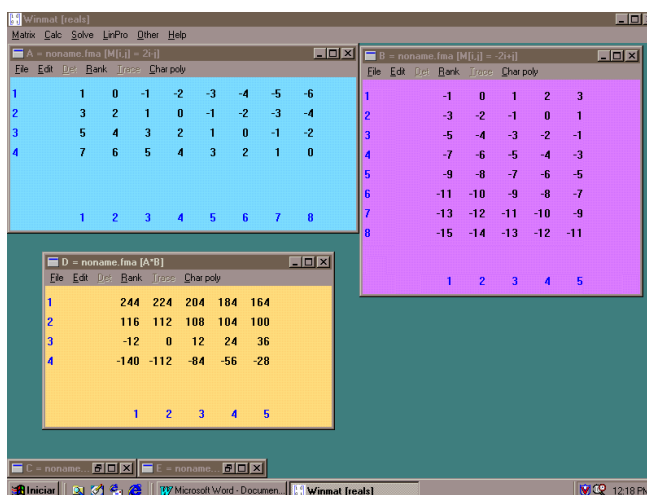


Figura 27 – Multiplicação da Matriz a pela sua Inversa

Na última atividade, os educandos deveriam checar se as matrizes do exercício 4 eram inversíveis. A maioria dos alunos não realizou o exercício, uma vez que os três alunos da atividade anterior haviam divulgado em voz alta que o determinante daquelas matrizes eram nulos. O grupo de meninos respondeu à atividade oralmente, afirmando que aquelas matrizes não eram inversíveis.

O aluno Luís, que resolveu calcular o determinante da matriz C do exercício 5 com o Excel e encontrou como resultado o número $-7,73182E-90$, fez o mesmo cálculo no Winmat. Para surpresa dele o resultado encontrado foi zero. Isso ocorreu porque se tratava de um valor muito pequeno próximo de zero e que o Excel não havia arredondado. E já que no Winmat o mesmo não ocorreu.

A seguir são relatados os dados referentes às avaliações que os educandos fizeram do Excel e do Winmat. As perguntas que eles responderam fazem parte dos anexos 3 e 4.

6.4. Conclusão

De acordo com os alunos, o Excel e o Winmat apresentaram facilidade no entendimento e no manuseio. Todos os educandos conheciam o Excel. Eles utilizam o programa para organizar dados e informações na planilha. A novidade é que eles não sabiam que com o Excel é possível calcular matrizes e determinantes. Já no Winmat os alunos não tiveram dificuldade. Nem o idioma prejudicou os andamentos do trabalho, todos os alunos sabiam inglês.

Uma das questões era referente à linguagem. A maioria dos alunos acha que o *Excel* possui uma linguagem adequada, com exceção de quatro deles que concordam em parte com essa idéia. Esses meninos apresentaram dificuldades em utilizar os comandos *ctrl + shift + enter* para construir algumas matrizes. Já no Winmat, seis estudantes acharam a linguagem adequada, enquanto que cinco concordaram parcialmente com isso. Um dos problemas consistia em selecionar a opção modo numérico para escolher o tipo de matriz antes de entrar com a fórmula. O outro problema era precisar a todo momento que toda hora eliminar as três casas decimais após a vírgula.

A respeito da interface, no Excel dez alunos concordam que a interface é agradável, enquanto que dois acham em parte. No Winmat apenas um aluno acha a interface em parte agradável.

Todos os alunos acharam que o Winmat responde em tempo hábil. Já no Excel, dois alunos concordaram em parte com essa afirmativa. O restante concordou plenamente.

Todos os alunos votaram favoravelmente para a inclusão dos dois recursos no currículo escolar. Apenas um educando achou que o Excel integra-se parcialmente com outros recursos didáticos.

Três alunos acham que a opção “ajuda” do Excel, em português, não é de fácil entendimento, nove concordam em parte. No Winmat quatro estudantes discordaram do “ajuda”, em inglês, enquanto que oito concordam parcialmente.

Pelo Excel, seis alunos acham que o programa desenvolve em parte o raciocínio matemático, enquanto que seis acreditam que desenvolve plenamente. No Winmat, nove estudantes acham que o software estimula parcialmente o desenvolvimento matemático. Três educandos afirmam que estimula plenamente.

Apenas um aluno achou que o Excel e o Winmat não ajudaram na aprendizagem dos conceitos matemáticos.

A pergunta abaixo foi respondida pelos doze alunos que participaram do projeto para os dois recursos: você achou válido utilizar o Excel (Winmat) para abordar o conteúdo de matrizes? Por quê? Em seguida, são relatados alguns dos depoimentos escritos.

As respostas a seguir se referem ao Excel. Todos os alunos concordam que é válido utilizar o programa. O aluno Lucas acha que “no computador ficou muito mais divertido de trabalhar com matrizes, substituindo só papel, papel e papel”. Endrigo afirma que utilizar o Excel “foi de fácil compreensão e válido para a aprendizagem da matéria”. As próximas respostas se referem ao Winmat. O aluno Rodrigo afirma que “é de muita criatividade usar a Matemática em conjunto com o computador”. E o aluno Lucas menciona que o Winmat “é bom e fácil de manusear”.

Em seguida, foram feitas algumas considerações a respeito de três perguntas respondidas pelos alunos envolvidos no projeto. Trabalhar o conteúdo de matrizes com o Excel e com o Winmat foi positivo. Em nenhum momento houve resistência por parte de algum aluno. Os estudantes que participaram das investigações estiveram no laboratório por

livre e espontânea vontade. Todos, sem exceção, acharam válido o uso do Excel e do Winmat. Segundo eles, os dois recursos executaram rapidamente as operações feitas com as matrizes, ninguém precisou fazer contas.

Apesar da escola possuir Laboratório de Informática, o espaço não era muito freqüentado pelos estudantes para a realização de atividades extra-curriculares de Matemática. Nos depoimentos, a afirmação de um menino é bastante ilustrativa: “Achei interessante porque não sabia que existiam esses programas que facilitam nossas vidas em relação à Matemática”. Antes, os estudantes aproveitavam mais o laboratório para receber e enviar *e-mails*.

A maioria dos alunos considerou importante utilizar os recursos. Em nenhum momento foi preciso usar papel ou copiar uma tarefa do quadro. Houve apenas a interação do aluno com a máquina. Houve o mínimo possível de interferência durante o trabalho deles. Um aluno opinou que, no uso de qualquer software, sempre existirão dificuldades e para resolver esses problemas seria necessária a presença de um instrutor acompanhando os usuários do laboratório. Esse instrutor sugerido pelo aluno deveria ser uma pessoa que soubesse usar softwares. Infelizmente, muitas escolas não possuem pessoal qualificado ou interessado em trabalhar com Informática.

No anexo da dissertação estão as fotos dos alunos trabalhando no Laboratório de Informática do Colégio de Aplicação da UFRGS. No capítulo sete são apresentados os resultados comparativos entre os softwares utilizados.

7. Análise dos Resultados

Os resultados que são analisados nesse capítulo foram coletados a partir das respostas obtidas na ficha de avaliação (anexos 3 e 4). Participaram dessa avaliação doze alunos do Ensino Médio que utilizaram o Excel e o Winmat para realizar atividades envolvendo o conteúdo de matrizes.

A ficha de avaliação contém dez questões objetivas com três opções para assinalar a resposta. O aluno pode escolher entre “sim”, “em parte” ou “não”. Ainda existe na avaliação a seguinte questão para ser respondida: você achou válido utilizar o Excel (Winmat) para abordar o conteúdo de matrizes? Por quê?

As dez questões objetivas foram divididas em três grupos para facilitar a análise dos dados. O primeiro grupo contém as questões referentes ao uso do software. Nessa parte foram discutidas as questões sobre a facilidade de entendimento e manuseio, o idioma, a interface e se o software responde em tempo hábil. O segundo grupo trata da integração do aluno com o software. O assunto envolvido nesse item faz alusão às seguintes questões: o software é adequado ao currículo escolar, integra-se com outros recursos didáticos e se o “ajuda” é de fácil entendimento. Já o terceiro grupo refere-se ao raciocínio e à aprendizagem dos conceitos matemáticos utilizando os recursos computacionais mencionados.

Em cada tópico analisado é mostrado um gráfico comparando os resultados obtidos quanto ao uso do Excel e Winmat. Esses gráficos têm como objetivo facilitar o entendimento dos resultados encontrados.

Na parte final desta análise são comentadas as três questões do anexo 5:

- escreva o que você achou de interessante sobre o uso do Excel e do Winmat.

- você achou válido utilizar esses recursos para incrementar o ensino de Matemática? Por quê?

- quais foram as facilidades e dificuldades encontradas na utilização desses recursos?

7.1. Questões referentes ao uso do software

Quanto ao manuseio dos recursos, o Excel exigiu dos alunos mais trabalho que o Winmat. Para operar matrizes no Excel era necessário pensar na maneira como as fórmulas seriam inseridas na barra de ferramentas. Além disso, o aluno precisou utilizar o menu fx para realizar parte das atividades. Já o Winmat permitiu que o usuário apenas entrasse com as matrizes para depois realizar as operações com as mesmas, não exigindo muito o raciocínio. Durante a realização dos exercícios, foi necessário explicar mais vezes como utilizar o Excel do que o Winmat. Apesar disso, os dois recursos apresentaram facilidade quanto ao entendimento.

Quanto ao idioma, o Excel e o Winmat não apresentaram maiores problemas, apesar do Winmat ser em inglês. Os alunos do Colégio de Aplicação dominam bem a língua inglesa.

A interface dos dois recursos foi considerada pela maioria dos alunos como agradável. As telas do Excel são mais discretas que as do Winmat. O software Winmat apresenta a resolução de cada matriz numa tela de cor diferente, tornando o visual mais colorido.

Quanto à resposta em tempo hábil, ambos recursos realizaram as questões solicitadas rapidamente. A rapidez que o Excel e o Winmat responderam às questões deixou alguns alunos perplexos.

A tabela e o gráfico abaixo mostram uma comparação entre o Excel e o Winmat. As questões referentes ao uso do software englobam os seguintes itens: apresenta facilidade no manuseio e entendimento, a linguagem é adequada, a interface é agradável e atrativa e se responde em tempo hábil.

Questões referentes ao uso do software		
Respostas	Excel	Winmat
Sim	10	11
Em parte	2	1
Não	0	0

Tabela 1 – Questões referentes ao uso do software

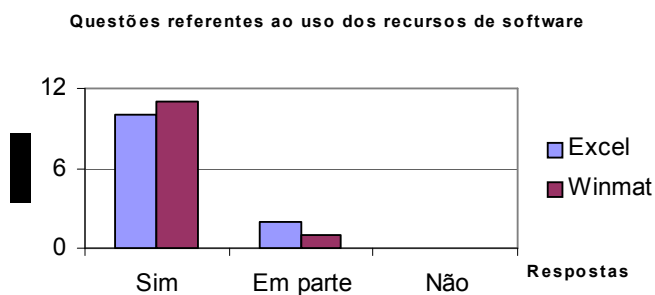


Figura 28 – Gráfico dos dados da tabela 1

7.2. Integração do aluno com o software

Todos os alunos concordaram que o Excel e o Winmat são adequados ao currículo escolar. Ambos recursos possibilitaram a realização de atividades de forma clara e concisa. Ao manipular o Excel, os alunos precisaram refletir mais para realizar os exercícios a fim de elaborar fórmulas para a construção de matrizes.

Quanto à questão de integração com outros recursos didáticos, os dois recursos tecnológicos obtiveram êxito. Os educandos utilizaram material de apoio para realizar as tarefas propostas (anexo 1 e 2). Um outro recurso que serviu de auxílio foi o quadro branco. Nele foram escritas as orientações necessárias durante as atividades. No final dos encontros foram realizados pequenos debates com os alunos com o intuito de trocar idéias sobre a aprendizagem dos conceitos matemáticos.

Em relação a “ajuda” do Excel, em português, vinte e cinco por cento dos alunos acharam que ela não é de fácil entendimento. Já o restante concorda em parte. No Winmat trinta e três por cento das pessoas discordaram do ajuda, em inglês, enquanto que o restante concordam em parte.

A tabela e o gráfico a seguir ilustram uma comparação entre os dois recursos de software. O título “a integração do aluno com o software” reúnem as seguintes questões: é adequado ao currículo escolar, integra-se com outros recursos didáticos e se o ajuda é de fácil entendimento.

Integração do aluno com o software		
Respostas	Excel	Winmat
Sim	11	11
Em parte	0	0
Não	1	1

Tabela 2 – Integração do aluno com o software

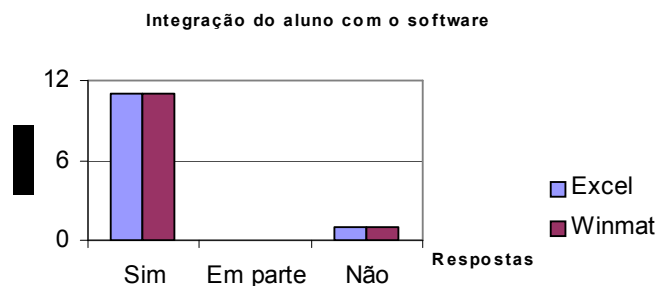


Figura 29 – Gráfico dos dados da tabela 2

7.3. O raciocínio e a aprendizagem dos conceitos matemáticos

O desenvolvimento do raciocínio matemático através da utilização do Excel e do Winmat possibilitou aos alunos um crescimento satisfatório na aprendizagem dos conceitos matemáticos. Os estudantes selecionados apresentavam problemas de aprendizagem no conteúdo de matrizes. Após a realização das atividades no Laboratório de Informática, os alunos se mostraram satisfeitos. Três estudantes, com mais dificuldade, aprenderam a fazer operações com matrizes usando os recursos computacionais. O restante da turma associava o conteúdo aprendido na aula do professor Luiz com as atividades feitas no Laboratório. Por exemplo, depois de construir duas matrizes no Excel era necessário lembrar como multiplicá-las. O aluno precisava saber primeiro a definição de multiplicação de matrizes para depois utilizar o Excel. Nesse momento, era exigido um certo conhecimento em Excel para fazer as atividades, descobrindo como o recurso faz multiplicação de matrizes. O mesmo não ocorria utilizando o Winmat, pois o software oferece um comando para fazer operações com matrizes. Para multiplicar uma matriz A por uma matriz B era necessário fazer a seguinte operação: $C = A*B$, o software então faz o resto.

As atividades realizadas com os dois recursos ajudou na aprendizagem dos conceitos Matemáticos. O Excel contribuiu mais que o Winmat no ensino e aprendizagem da Matemática. O software Winmat não permite que os alunos desenvolvam sua criatividade. Ele é um recurso mais limitado, destinado apenas à realização de operações com matrizes, funciona como calculadora. Apenas oito por cento da turma achou que o Excel e o Winmat não contribuem para a aprendizagem dos conceitos matemáticos.

A tabela e o gráfico abaixo mostram uma comparação entre o Excel e o Winmat. A questão discutida, “o raciocínio e a aprendizagem dos conceitos matemáticos”, trata dos seguintes assuntos referente aos recursos de software: “estimulam o desenvolvimento do

raciocínio matemático” e “os recursos ajudaram na aprendizagem dos conceitos matemáticos”.

O raciocínio e a aprendizagem dos conceitos matemáticos		
Respostas	Excel	Winmat
Sim	8	7
Em parte	4	5
Não	0	0

Tabela 3 – O raciocínio e a aprendizagem dos conceitos matemáticos

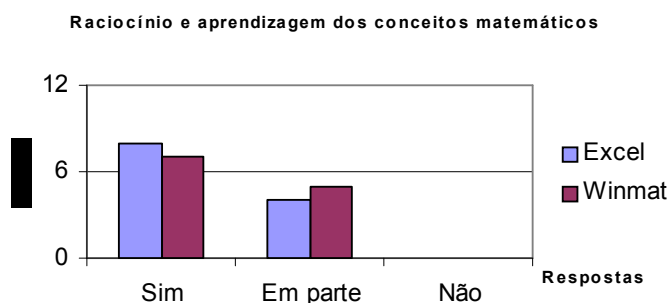


Figura 30 – Gráfico dos dados da tabela 3

7.4. Questões dissertativas

A primeira questão aborda a validade dos recursos na aprendizagem Matemática (anexo 1). Em relação ao Excel, os alunos não realizaram nenhum comentário desfavorável. Todos os estudantes gostaram de utilizar o recurso no momento de fazer as atividades propostas. Ao trabalhar com o Excel não foi necessário utilizar folhas para realizar os cálculos, porque o Excel pode ser utilizado como uma calculadora. Um outro fator que os alunos levaram em conta era a rapidez com que o Excel executava as tarefas, tornando a aula mais divertida e prática.

Quanto ao Winmat, os estudantes acharam válido utilizá-lo. Ele é um recurso bom e fácil de manuseio. A língua inglesa não dificultou o andamento das atividades. O visual colorido chamou atenção dos alunos.

As próximas três perguntas que são comentadas se encontram no anexo 5. A primeira questão aborda o que os alunos acharam de interessante sobre os recursos. O que mais chamou a atenção dos estudantes foi a rapidez do Excel e do Winmat para realizar as atividades. Todos os alunos executaram as tarefas com interesse e satisfação.

A segunda pergunta trata da validade em utilizar os dois recursos para incrementar o ensino de Matemática. Todos os estudantes, sem exceção, acharam válido utilizar o computador no ensino da Matemática. Segundo eles, os dois recursos tornaram a aula mais enriquecedora, diferente da apresentação dos conteúdos com o quadro e o giz.

A última pergunta aborda as facilidades e as dificuldades encontradas na utilização dos dois recursos. Dentro das facilidades foram comentados:

- a praticidade dos recursos no momento de realizar as operações com matrizes;
- outra serventia para o Excel (a maioria dos alunos achava que o recurso só servia para construir tabelas e gráficos);
- a oportunidade de participar da experiência de utilizar os recursos computacionais para desenvolver o conteúdo de Matemática;
- a chance de reforçar os conteúdos de Matemática utilizando outro método.

As desvantagens que foram levantadas pelos alunos foram as seguintes:

- era cansativo digitar as matrizes grandes no Excel e no Winmat;
- os sete encontros no Laboratório de Informática foram poucos (poderia ter mais aulas para explorar outros conteúdos de Matemática, cerca de dez ou doze encontros);

- alguns alunos curiosos entraram várias vezes no Laboratório para ver o que os alunos do segundo ano estavam realizando com uma professora diferente.

7.5. Conclusão

Os dados analisados nas tabelas e nos gráficos são comentados a seguir. A quantificação dos dados foi feita usando porcentagem.

No tópico questões referentes ao uso do software, oitenta e três por cento dos alunos acham que o Excel foi facilmente compreendido e manipulado. O recurso respondeu rapidamente às solicitações dos educandos, apresentando um visual discreto e sem exagero de cores. A linguagem do Excel foi compreendida com facilidade pelos estudantes. O restante, cerca de dezessete por cento dos alunos, concorda em parte com o que foi dito anteriormente. Quanto ao Winmat, noventa e dois por cento dos estudantes estão de acordo com as questões referentes ao uso do software. Os demais educandos, oito por cento, concordam em parte com os assuntos abordados.

No item integração do aluno com o software, noventa e dois por cento dos estudantes concordam que o Excel é adequado ao currículo escolar e integra-se perfeitamente com outros recursos didáticos, apesar de ter um “ajuda” um pouco complexo. Porém, oito por cento discordam da questão. Quanto ao Winmat, o percentual não se altera, noventa e dois por cento dos estudantes concordam com a questão e oito por cento não.

O próximo assunto trata do raciocínio e da aprendizagem dos conceitos matemáticos. Sessenta e sete por cento dos educandos concordam que o Excel estimula o desenvolvimento do raciocínio, ajudando na aprendizagem dos conceitos matemáticos. Enquanto que trinta e três por cento concordam em parte. Quanto ao Winmat, cinquenta e oito

por cento dos estudantes estão de acordo e quarenta e dois por cento concordam em parte com a questão abordada.

A maioria dos alunos acharam válido trabalhar a Matemática com auxílio do computador no Ensino Médio. Os dados analisados nas tabelas mostraram resultados satisfatórios. Apenas um aluno marcou “não” nas questões do segundo grupo, os demais assinalaram “sim” ou “em parte”.

O trabalho que foi realizado no Colégio de Aplicação da UFRGS trouxe bons resultados no uso do computador como ferramenta no ensino-aprendizagem da Matemática. A análise dos resultados e as atividades desenvolvidas pelos alunos, que são tratadas no capítulo seis, indicam que o objetivo de utilizar o computador como ferramenta mediadora na aprendizagem Matemática no Ensino Médio foi alcançado.

O próximo capítulo aborda a conclusão final da dissertação.

8. Conclusão Final e Recomendações

A dissertação serviu de propósito para mostrar como o computador pode auxiliar alunos e professores a explorar a Matemática de uma forma diferente, mais dinâmica e criativa. O ensino da disciplina é tratado nas escolas de maneira pragmática, enfatizando a memorização e a reprodução do conteúdo apresentado pelo professor.

A proposta da dissertação consistiu em investigar e utilizar o computador como ferramenta mediadora na aprendizagem da Matemática no Ensino Médio. Para tanto, foi necessário abordar questões que enfocassem a Informática e a Matemática dentro de um contexto educacional.

No âmbito da Informática foram focalizados os principais projetos desenvolvidos no Brasil: EDUCOM, Formar, PRONINFE, PROINFO e Programa Telecomunidade. Ainda foram comentados os principais problemas que os professores enfrentam referentes à utilização dos computadores nas escolas.

A Informática Educativa oferece vários recursos de software para professores de Matemática. Entre eles foram destacados os seguintes: *sites*, tutoriais, softwares, *applets*, CGI e planilhas. Cada um desses recursos foi apresentado ao longo da dissertação com exemplos ilustrativos.

A partir da investigação dos recursos tecnológicos pude escolher duas ferramentas para trabalhar com os alunos do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da UFRGS: o Excel e o Winmat.

O Excel e o Winmat foram escolhidos porque os alunos do Colégio de Aplicação estavam vendo o conteúdo de matrizes. Ambos recursos são bons e de fácil manipulação. O

Excel é um recurso disponível em qualquer computador com o sistema operacional *Windows*. Já o Winmat, é um recurso livre que pode ser baixado da WWW.

Os alunos trabalharam com os recursos durante sete aulas com duração de uma hora e meia cada. A metodologia adotada da dissertação priorizou a construção do conhecimento por parte do aluno. A concepção pedagógica utilizada na dissertação é uma mescla de várias tendências de ensino-aprendizagem. Ela destaca a importância de formar um cidadão crítico e criativo, apto a utilizar as tecnologias da informação.

As tecnologias da informação estão presentes no dia-a-dia das pessoas. Muitos alunos que chegam à escola já utilizam as tecnologias computacionais para buscar informações. O meio mais utilizado é a WWW. Por outro lado, sabemos que muitas pessoas não têm computadores em casa, o que dificulta o acesso a informações. Por esse motivo é necessário criar nas escolas um espaço para que as pessoas sem o recurso tenham acesso aos computadores e a WWW.

A Matemática foi a matéria escolhida para associar aos recursos fornecidos pela Informática. Na dissertação achei importante levantar alguns dos problemas enfrentados pelos alunos em relação à disciplina, como o excesso de formalismo e rigor. Um outro fator destacado é quanto à metodologia de ensino utilizada na maioria das aulas de Matemática, a aula copiada e memorizada. Esse tipo de didática não prioriza a construção do conhecimento e não desenvolve a criatividade do aluno.

A Educação Matemática é enfocada nessa dissertação, tratando das seguintes tendências de ensino: formalista clássica, empírico-ativista, formalista moderna, tecnicista, construtivista, sócio-etno-cultural e emergentes (histórico-crítica e a sócio-interacionista-semântica). As três últimas tendências merecem destaque por serem atuais. Elas enfatizam a

construção do conhecimento, a troca de experiências adotando uma metodologia crítica e reflexiva.

Dentro da Educação Matemática são discutidos os aspectos importantes das DCNEM e dos PCNEM. Neles são destacados a importância em utilizar a tecnologia juntamente com a Matemática. Essa afirmação possibilitou que eu desenvolvesse meu trabalho com os alunos do Ensino Médio, uma vez que ela defende o uso da tecnologia dentro da escola.

O trabalho desenvolvido no Colégio de Aplicação da UFRGS possibilitou relacionar a Matemática com a Informática. Os alunos resolveram sete exercícios de matrizes utilizando o Excel e o Winmat. A análise de dados foi feita a partir das respostas dadas pelos estudantes ao preencherem os anexos 3, 4 e 5. Os resultados foram favoráveis quanto ao uso de computadores na aprendizagem Matemática. Os alunos tiveram liberdade para resolver os exercícios explorando os recursos computacionais. A aprendizagem foi considerada por eles como sendo diferente, divertida e apropriada ao Ensino Médio.

A partir das atividades desenvolvidas pelos alunos (ver capítulo 6) e observando os dados analisados (ver capítulo 7) constatou-se que o objetivo foi alcançado. O computador pode ser utilizado para auxiliar a aprendizagem da Matemática, basta usar e abusar de muita criatividade.

A presente dissertação mostra sugestões de recursos de software que podem ser trabalhados com os alunos do Ensino Médio. Dentro das sugestões apresentadas foram escolhidas a Planilha e o Winmat, conforme já foi mencionado. A escolha de recurso não é suficiente para que ocorra a aprendizagem Matemática. Não podemos esquecer que as atividades que foram desenvolvidas com o auxílio dos recursos devem ser bem elaboradas.

Por intermédio das atividades propostas é que poderemos verificar se houve ou não aprendizagem dos conceitos apresentados.

No desenvolvimento das atividades com a Planilha e com o Winmat, pela nossa avaliação, ocorreu a aprendizagem. Os alunos realizaram todos os exercícios com facilidade e competência, tais resultados foram apresentados nos capítulos seis e sete. No entanto, três estudantes não gostaram de utilizar o Winmat. Segundo eles, o software é “cansativo”, “chato” e “limitado”. O recurso traz prontas todas as fórmulas necessárias para trabalhar as matrizes. Já no Excel o mesmo não ocorreu. Para cada operação com matrizes era necessário um procedimento diferente. Por esse motivo os alunos gostaram mais do Excel. De acordo com o aluno Endrigo, “o Excel exige mais raciocínio que o Winmat embora ambos calculassem rapidamente matrizes”. O estudante Alan afirmou que gostou de realizar as atividades no Excel porque o recurso “é mais interativo que o Winmat”.

No decorrer das atividades realizadas com o auxílio dos recursos de software, a interface não chamou a atenção dos alunos. Percebe-se que nem sempre o software de visual mais atraente é o que chama a atenção dos alunos. O Winmat exibia cada matriz em uma janela diferente com cores vivas, o que sugeria que os alunos iriam gostar dessa interface. O Excel apresentou um visual mais simples e discreto. Durante uma das atividades com o Excel, dois estudantes enfeitaram sua Planilha com ilustrações.

A língua utilizada no Winmat é a inglesa. Os educandos gostaram de trabalhar com esse idioma. Segundo Rodrigo, o software serviu para treinar seu inglês.

Os alunos do segundo ano do Colégio de Aplicação da UFRGS gostaram de realizar atividades de Matemática utilizando o computador. Segundo a opinião de quatro alunos, seria ótimo utilizar o computador para realizar qualquer tipo de exercício de

Matemática e não somente para digitar textos no *Microsoft Word* ou para acessar a Internet e ler *e-mails*.

A realização dessa dissertação apresentou dificuldades em associar as três áreas: Matemática, Educação (Pedagogia) e Informática. O estudo consistiu em selecionar recursos de software que podem ser aproveitados no Ensino Médio para a aprendizagem de Matemática. Devido à grande quantidade de recursos de softwares disponíveis no mercado e na WWW fica difícil escolher o mais adequado para o ensino-aprendizagem da disciplina. Com certeza, este trabalho não contemplou outros recursos tecnológicos que o leitor julga ser importante para o ensino. Para abordar o conteúdo de matrizes foi adotada a tendência sócio-interacionista-semântica. Nessa tendência, a aprendizagem ocorre por intermédio da interação entre aluno e o grande grupo orientado pelo professor usando o computador. É dada uma atividade na qual o professor auxilia os estudantes na resolução de outros problemas baseados no que foi apresentado. Basicamente se faz o uso da Zona de Desenvolvimento Proximal estudado por Vygotsky. Se outra concepção fosse utilizada, o enfoque do trabalho mudaria. Cabe a cada professor escolher o tipo de concepção pedagógica que lhe melhor convier, levando em conta o tipo de aluno que pretendemos educar para o mundo.

9. Anexos

Anexo 1

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Mestrado em Educação Ciências e Matemática

Orientador: Lorí Viali, Dr

Orientanda: Ana Cristina A. Ferreira

UFRGS - Colégio de Aplicação

Nome do aluno: _____

1. MATRIZ

Chama-se **matriz do tipo m x n** (lê-se "m por n") toda tabela de números dispostos em m linhas e n colunas. Tal tabela deve ser representada entre parênteses (), entre colchetes [] ou entre barras duplas || ||.

Exemplos

$$\text{a) } A_{3 \times 2} = \begin{pmatrix} 9 & 4 \\ 5 & 6 \\ 1 & -3 \end{pmatrix} \quad \text{Matriz A do tipo } 3 \times 2$$

$$\text{b) } B_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} 5 & -4 \\ 3 & -6 \end{bmatrix} \quad \text{Matriz B do tipo } 2 \times 2$$

$$\text{c) } C_{1 \times 3} = || 4 \quad -1 \quad 5 || \quad \text{Matriz C do tipo } 1 \times 3$$

Convenção

Indicamos por a_{ij} o elemento posicionado na linha i e coluna j de uma matriz A.

Exemplo

Na matriz $A_{3 \times 2} = \begin{pmatrix} 9 & 4 \\ 5 & 6 \\ 1 & -3 \end{pmatrix}$, temos que:

- o número 9 está posicionado na linha 1 e coluna 1; indica-se esse elemento por a_{ij} , ou seja, $a_{11} = 9$;
- o 4 está posicionado na linha 1 e coluna 2; indica-se esse elemento por a_{12} , ou seja, $a_{12} = 4$;
- o 5 está posicionado na linha 2 e coluna 1; indica-se esse elemento por a_{21} , ou seja, $a_{21} = 5$.

Analogamente temos $a_{22} = 6$, $a_{31} = 1$ e $a_{32} = -3$.

2. Representação genérica de uma matriz

Podemos representar genericamente uma matriz A do tipo $m \times n$ da seguinte maneira:

$$A_{m \times n} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Como essa representação é muito extensa, vamos convencionar uma forma abreviada. Essa matriz pode ser representada, simplesmente, por $A = (a_{ij})_{m \times n}$ ou, quando não houver possibilidade de confusão quanto ao tipo da matriz, por $A = (a_{ij})$.

Exemplo

Representar explicitamente a matriz $A = (a_{ij})_{2 \times 3}$ tal que $a_{ij} = 5i - j$.

Resolução

Inicialmente, vamos escrever genericamente uma matriz 2×3 :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{pmatrix}$$

Cada elemento a_{ij} dessa matriz deve ser calculado pela lei $a_{ij} = 5i - j$. Temos, portanto:

$$\begin{aligned} a_{11} &= 5 \cdot 1 - 1 = 4 & a_{21} &= 5 \cdot 2 - 1 = 9 \\ a_{12} &= 5 \cdot 1 - 2 = 3 & a_{22} &= 5 \cdot 2 - 2 = 8 \\ a_{13} &= 5 \cdot 1 - 3 = 2 & a_{23} &= 5 \cdot 2 - 3 = 7 \end{aligned}$$

$$\text{Assim, a matriz é } A = \begin{bmatrix} 4 & 3 & 2 \\ 9 & 8 & 7 \end{bmatrix}.$$

3. Matrizes especiais

Matriz quadrada

Matriz quadrada é toda matriz cujo número de linhas é igual ao número de colunas.

Exemplos

$$\text{a) } A_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -1 & 4 \\ 6 & 8 & -3 \end{bmatrix} \quad \text{é uma matriz quadrada de ordem 3.}$$

$$\text{b) } B_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} 3 & 6 \\ 4 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{é uma matriz quadrada de ordem 2.}$$

$$\text{c) } C_{1 \times 1} = (8) \quad \text{é uma matriz quadrada de ordem 1.}$$

Matriz Identidade

Chama-se matriz identidade de ordem n , que se indica por I_n , a matriz:

$$I_n = (a_{ij})_{m \times n} \text{ tal que } a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se } i = j \\ 0, & \text{se } i \neq j \end{cases}$$

Note pela definição, que:

- a matriz identidade de ordem 1 é $I_1 = (1)$;
- toda matriz identidade de ordem maior do que 1 terá todos os elementos da diagonal principal iguais a 1 e todos os demais elementos iguais a zero.

Exemplos

$$\text{a) } I_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad \text{b) } I_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Matriz Nula

Matriz nula do tipo $m \times n$, que se indica por $O_{m \times n}$, é a matriz:

$$O_{m \times n} = (a_{ij})_{m \times n} \text{ tal que } a_{ij} = 0, \forall i, j, 1 \leq i \leq m \text{ e } 1 \leq j \leq n$$

Em outras palavras, matriz nula é qualquer matriz que possui todos os elementos iguais a zero.

Exemplos

$$\text{a) } O_{3 \times 2} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad \text{b) } O_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

4. Matrizes Transpostas

Chama-se transposta da matriz $A = (a_{ij})_{m \times n}$, que se indica por A^t , a matriz:

$$A^t = (b_{ji})_{n \times m} \text{ tal que } b_{ji} = a_{ij}, \forall i, j, 1 \leq i \leq m \text{ e } 1 \leq j \leq n$$

Ou seja, cada coluna i de A^t é, ordenadamente, igual à linha i de A .

Exemplos

$$\text{a) } A_{3 \times 2} = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 5 & 0 \\ 8 & 6 \end{bmatrix} \qquad A^t_{2 \times 3} = \begin{bmatrix} 2 & 5 & 8 \\ 3 & 0 & 6 \end{bmatrix}$$

$$\text{b) } B_{1 \times 4} = [6 \quad 0 \quad 8 \quad 4] \qquad B^t_{4 \times 1} = \begin{bmatrix} 6 \\ 0 \\ 8 \\ 4 \end{bmatrix}$$

5. Adição de matrizes

A soma de duas matrizes do mesmo tipo $A = (a_{ij})_{m \times n}$ e $B = (b_{ij})_{m \times n}$, que se indica por $A + B$, é a matriz $C = (c_{ij})_{m \times n}$ tal que:

$$c_{ij} = a_{ij} + b_{ij}, \forall i, j, 1 \leq i \leq m \text{ e } 1 \leq j \leq n$$

Em outras palavras, cada elemento da matriz C é igual à soma de seus correspondentes em A e B .

Exemplo

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & 3 \\ 6 & 8 & -5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 4 & -3 & 7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 7 & 8 \\ 10 & 5 & 2 \end{bmatrix}$$

6. Multiplicação de número por matriz

O produto de um número k por uma matriz $A = (a_{ij})_{m \times n}$, que se indica por kA , é a matriz $B = (b_{ij})_{m \times n}$ tal que:

$$B_{ij} = ka_{ij}, \forall i, j, 1 \leq i \leq m \text{ e } 1 \leq j \leq n$$

Ou seja, cada elemento da matriz B é igual ao produto de seu correspondente em A , pelo número k .

Exemplo

$$4 \cdot \begin{bmatrix} 2 & -5 \\ 3 & 0 \\ 1 & 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 & -20 \\ 12 & 0 \\ 4 & 24 \end{bmatrix}$$

7. Subtração de matrizes

A diferença de duas matrizes do mesmo tipo A e B , nessa ordem, que se indica por $A - B$, é a matriz $A + (-B)$.

Em palavras mais simples, a diferença $A - B$ é igual à soma de A com a oposta de B .

Exemplo

$$\begin{bmatrix} 8 & 5 \\ 4 & 6 \\ 9 & -2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 6 & 2 \\ 3 & 6 \\ 12 & -9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 & 5 \\ 4 & 6 \\ 9 & -2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -6 & -2 \\ -3 & -6 \\ -12 & 9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 0 \\ -3 & 7 \end{bmatrix}$$

8. Multiplicação de Matrizes**Multiplicação de linha por coluna**

Antes de definirmos a multiplicação de matrizes, vamos definir produto de linha por coluna.

Definição

Sejam as matrizes $A = (a_{ij})_{m \times k}$ e $B = (b_{ij})_{k \times n}$. Consideremos a linha i de A e a coluna j de B , isto é:

$$(a_{i1} \ a_{i2} \ a_{i3} \ \dots \ a_{ik}) \quad e \quad \begin{pmatrix} b_{1j} \\ b_{2j} \\ b_{3j} \\ \vdots \\ b_{kj} \end{pmatrix}$$

O produto da linha pela coluna é:

$$a_{i1}b_{1j} + a_{i2}b_{2j} + a_{i3}b_{3j} + \dots + a_{ik}b_{kj}$$

Ou seja, multiplicamos, ordenadamente, os elementos da linha i pelos elementos da coluna j e somamos os resultados obtidos.

Exemplos

Sendo as matrizes:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 5 & 8 \\ 1 & 4 & -3 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad B = \begin{bmatrix} 4 & 3 & 4 \\ 3 & 6 & 1 \\ 1 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

Temos que:

- o produto da primeira linha de A pela primeira coluna de B é o número: $2.4 + 5.3 + 8.1 = 31$
- o produto da primeira linha de A pela segunda coluna de B é o número: $2.3 + 5.6 + 8.2 = 52$

Produto de Matrizes

O produto da matriz $A = (a_{ij})_{m \times k}$ pela matriz $B = (b_{ij})_{k \times n}$, que se indica por AB ou por $A \cdot B$, é a matriz $C = (c_{ij})_{m \times n}$ tal que cada elemento c_{ij} é igual ao produto da linha i de A pela coluna j de B .

Exemplo

$$\begin{bmatrix} 2 & 5 & 8 \\ 1 & 4 & -3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 4 & 3 & 4 \\ 3 & 6 & 1 \\ 1 & 2 & 0 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 2.4 + 5.3 + 8.1 & 2.3 + 5.6 + 8.2 & 2.4 + 5.1 + 8.0 \\ 1.4 + 4.3 + (-3).1 & 1.3 + 4.6 + (-3).2 & 1.4 + 4.1 + (-3).0 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 31 & 52 & 13 \\ 13 & 21 & 8 \end{bmatrix}$$

Observe que, se A e B são matrizes, então:

- existe o produto AB se, e somente se, o número de colunas de A for igual ao número de linhas de B .

Exemplos

a) Existe o produto $A_{3 \times 4} \cdot B_{4 \times 5}$.
iguais

b) Não existe o produto $A_{2 \times 3} \cdot B_{4 \times 2}$.
diferentes

- a matriz C tal que $C = AB$ possui o mesmo número de linhas de A e o mesmo número de colunas de B , isto é:

$$A_{m \times k} \cdot B_{k \times n} = C_{m \times n}$$

Exemplos

a) $A_{3 \times 5} \cdot B_{5 \times 8} = C_{3 \times 8}$

b) $A_{1 \times 4} \cdot B_{4 \times 1} = C_{1 \times 1}$

Matriz Inversa

Uma matriz quadrada A de ordem n é inversível se, e somente se, existir uma matriz B tal que:

$$AB = BA = I_n$$

em que I_n é a matriz de ordem n.

As matrizes A e B são chamadas de inversas entre si, e tal fato é indicado por $B = A^{-1}$ (lê-se "B é igual à inversa de A") ou $A = B^{-1}$ (lê-se "A é igual à inversa de B").

Exemplo

As matrizes $A = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$ e $B = \begin{bmatrix} 2 & -5 \\ -1 & 3 \end{bmatrix}$

são inversas entre si, pois:

$$AB = \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 2 & -5 \\ -1 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = I_2$$

$$BA = \begin{bmatrix} 2 & -5 \\ -1 & 3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 3 & 5 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = I_2$$

Logo, $B = A^{-1}$ ou, ainda, $A = B^{-1}$.

Obs.:

Uma matriz quadrada A de ordem n é inversível se, e somente se, $\det A \neq 0$.

Anexo 2

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Mestrado em Educação Ciências e Matemática

Orientador: Lorí Viali, Dr

Orientanda: Ana Cristina A. Ferreira

UFRGS - Colégio de Aplicação

Nome do aluno: _____

ATIVIDADES PARA FAZER NO EXCEL E NO WINMAT

- 1) Construa uma matriz quadrada 6x6, identidade 5x5 e nula 4x4.
- 2) Construa uma matriz do tipo 5x4 e escreva sua transposta.
- 3) Construa cada uma das matrizes:
 - a) $A = (a_{ij})_{5 \times 4}$ tal que $a_{ij} = i + 2j$.
 - b) $B = (b_{ij})_{5 \times 6}$ tal que $b_{ij} = -5i + 4j$.
 - c) $C = (c_{ij})_{5 \times 5}$ tal que $c_{ij} = 2i - 3j$

4) Dadas as matrizes $A =$

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 9 & 11 \\ 0 & 2 & 4 & 6 & 8 & 10 \\ -1 & 1 & 3 & 5 & 7 & 9 \\ -2 & 0 & 2 & 4 & 6 & 8 \\ -3 & -1 & 1 & 3 & 5 & 7 \\ -4 & -2 & 0 & 2 & 4 & 6 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & -2 & -3 & -4 \\ 3 & 2 & 1 & 0 & -1 & -2 \\ 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 9 & 8 & 7 & 6 & 5 & 4 \\ 11 & 10 & 9 & 8 & 7 & 6 \end{bmatrix} \quad e \quad C = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 3 & 5 & 7 & 9 \\ -4 & -2 & 0 & 2 & 4 & 6 \\ -7 & -5 & -3 & -1 & 1 & 3 \\ -10 & -8 & -6 & -4 & -2 & 0 \\ -13 & -11 & -9 & -7 & -5 & -3 \\ -16 & -14 & -12 & -10 & -8 & -6 \end{bmatrix}$$

determine:

- a) $A + B$
- b) $5A$
- c) $1/2 B$
- d) $5A - 1/2 B$
- e) $B - C^t$
- f) $2C + A^t - B^t$

5) Dadas as matrizes $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & -2 & -3 & -4 & -5 & -6 \\ 3 & 2 & 1 & 0 & -1 & -2 & -3 & -4 \\ 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & -1 & -2 \\ 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \end{bmatrix}$,

$$B = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ -3 & -2 & -1 & 0 & 1 \\ -5 & -4 & -3 & -2 & -1 \\ -7 & -6 & -5 & -4 & -3 \\ -9 & -8 & -7 & -6 & -5 \\ -11 & -10 & -9 & -8 & -7 \\ -13 & -12 & -11 & -10 & -9 \\ -15 & -14 & -13 & -12 & -11 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad C = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -3 & -5 & -7 & -9 & -11 & -13 \\ 4 & 2 & 0 & -2 & -4 & -6 & -8 & -10 \\ 7 & 5 & 3 & 1 & -1 & -3 & -5 & -7 \\ 10 & 8 & 6 & 4 & 2 & 0 & -2 & -4 \\ 13 & 11 & 9 & 7 & 5 & 3 & 1 & -1 \\ 16 & 14 & 12 & 10 & 8 & 6 & 4 & 2 \\ 19 & 17 & 15 & 13 & 11 & 9 & 7 & 5 \\ 22 & 20 & 18 & 16 & 14 & 12 & 10 & 8 \end{bmatrix}$$

determine:

- AB
- CB
- AC
- $A^t A$

6) Construa uma matriz (A) 6x6 e escreva sua inversa (A^{-1}). Multiplique as duas matrizes ($A \cdot A^{-1}$). Qual foi o resultado obtido?

7) As matrizes A, B e C do exercício 4 são inversíveis? Por quê?

Anexo 3

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul			
Mestrado em Educação Ciências e Matemática			
Orientador: Lorí Viali, Dr			
Orientanda: Ana Cristina A. Ferreira			
UFRGS - Colégio de Aplicação			
Nome do aluno:			
	Excel		
	Sim	Em parte	Não
1. Apresenta facilidade no entendimento.			
2. Apresenta facilidade no manuseio.			
3. Apresenta linguagem adequada.			
4. Interface é agradável e atrativa.			
5. Responde em tempo hábil.			
6. É adequado ao currículo escolar.			
7. Integra-se com outros recursos didáticos.			
8. O ajuda é de fácil entendimento.			
9. Estimula o desenvolvimento do raciocínio matemático.			
10. O recurso ajudou na aprendizagem dos conceitos matemáticos.			
Você achou válido utilizar o Excel para abordar o conteúdo de matrizes? Por quê?			
Obs.: Tabela de avaliação retirada do Livro: Formação de professores de Matemática uma visão multifacetada - Org. Helena Noronha Cury - Editora EDIPUCRS - 2001 - p.189.			

Anexo 4

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul			
Mestrado em Educação Ciências e Matemática			
Orientador: Lorí Viali, Dr			
Orientanda: Ana Cristina A. Ferreira			
UFRGS - Colégio de Aplicação			
Nome do aluno:			
	Winmat		
	Sim	Em parte	Não
1. Apresenta facilidade no entendimento.			
2. Apresenta facilidade no manuseio.			
3. Apresenta linguagem adequada.			
4. Interface é agradável e atrativa.			
5. Responde em tempo hábil.			
6. É adequado ao currículo escolar.			
7. Integra-se com outros recursos didáticos.			
8. O ajuda é de fácil entendimento.			
9. Estimula o desenvolvimento do raciocínio matemático.			
10. O recurso ajudou na aprendizagem dos conceitos matemáticos.			
Você achou válido utilizar o Winmat para abordar o conteúdo de matrizes? Por quê?			
Obs.: Tabela de avaliação retirada do Livro: Formação de professores de Matemática uma visão multifacetada - Org. Helena Noronha Cury - Editora EDIPUCRS - 2001 - p.189.			

Anexo 5

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Mestrado em Educação Ciências e Matemática

Orientador: Lorí Viali, Dr

Orientanda: Ana Cristina A. Ferreira

UFRGS - Colégio de Aplicação

Nome do aluno: _____

1) Escreva o que você achou de interessante sobre o uso do Excel e do Winmat. _____

2) Você achou válido utilizar esses recursos para incrementar o ensino de Matemática? Por quê? _____

3) Quais foram as facilidades e dificuldades encontrada na utilização desses recursos? _____

Anexo 6

Fotos dos alunos no Laboratório de Informática



Figura 31 – Foto de alunos no Laboratório de Informática 1



Figura 32 – Foto de alunos no Laboratório de Informática 2

10. Referências

ADVANCED GRAPHER . **Software Advanced Grapher** .Disponível:
<<http://www.serpik.com> > . Acesso em: 21 de mai. 2003.

ADVANCED GRAPHER . **Software Advanced Grapher** . Disponível:
<http://www.softpile.com/Education/Mathematics/opinions_00201.thm > . Acesso em: 21 de mai. 2003.

ALGEBRATOR . **Software Algebrator** .Disponível: <<http://www.softmath.com>>. Acesso em: 7 de jun. 2003.

ARANHA, Maria L. de A.. **Filosofia da Educação**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 1996.

ARAÚJO, Carlos César. **Matemática para Gregos e Troianos**. Disponível em:
<<http://www.gregosetroianos.mat.br>>. Acesso em: 22 dez. 2002.

BEALE, Rob. **CII Mathematics Software Review: Mathcad 6.0**.Disponível em:<http://www.bham.ac.uk/ctimath/reviews/nov_96/meadrev.htm>. Acesso em: 8 jan. 2003.

BECKER, Fernando . **Modelos Pedagógicos e Modelos Epistemológicos** . Educação e Realidade . POA . 19(1): 89-96 . jan/jun . 1994.

BORBA, Marcelo de Carvalho e PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2003a. – (Coleção Tendências em Educação Matemática).

BORBA, Marcelo de Carvalho e PENTEADO, Miriam Godoy (orgs.). **A Informática em Ação: formação de professores, pesquisa e extensão**. São Paulo: Olho d'Água, 2000b.

BRASIL . SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL . **Parâmetros Curriculares Nacionais; introdução aos parâmetros curriculares nacionais** . Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997 . volume 1.

CANO, Cristina Alonso . **Os Recursos da Informática e os Contextos de Ensino e Aprendizagem** . In: SANCHO, Juana Maria . Para uma tecnologia educacional . 2ª Ed. Porto Alegre: ARTMED, 2001.

CLÁUDIO, Dalcídio Moraes & CUNHA, Márcia Loureiro da . **As novas tecnologias na formação de professores de Matemática** . In: CURY, H. N. et tal . Formação de Professores de Matemática uma visão multifacetada . 1ª Ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001.

COMPUTER ALGEBRA SYSTEM . **Computer Algebra System** . Disponível em:
<<http://www.math.wpi.edu/iqp/bvCalcHist/calc5.html>> . Acesso em: 07 de jun. de 2003.

COMPUTER ALGEBRA SYSTEM . **Computer Algebra System** . Disponível em:
<http://www.wikipedia.org/wiki/computer_algebra_system> . Acesso em: 07 de jun. de 2003.

CURY, Helena Noronha . **A formação dos formadores de professores de Matemática: quem somos, o que fazemos, o que poderemos fazer?** . In: CURY, H. N. et tal . Formação

de Professores de Matemática uma visão multifacetada . 1ª Ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001.

CYSNEIROS, Paulo G. . **Novas tecnologias no cotidiano da escola** . Disponível no site: <<http://anped.org.br/inicio.html>> . Acesso em: 7 de mai. de 2002.

D'AMBROSIO, Ubiratan . **Desafio da Educação Matemática no novo milênio** . Educação Matemática em Revista, Número 11, Ano 8, dez. 2001, pág.: 14-17.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 4ª ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2000. – (Coleção Educação Contemporânea).

ENGINEERING COMPUTING CENTER – MATH – MATHEMATICA . **Software Mathematica** . Disponível em: <<http://www.engr.utk.edu/ecc/sw/math/mathematica.html>> . Acesso em: 28 de jun. de 2003.

FARR, William W. . **Maple Lab Manual** . Disponível em: <http://www.math.wpi.edu/Course_Materials/Maple/manual2e/manual2e.html> . Acesso: 28 de jun. de 2003.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda . **Novo Dicionário da Língua Portuguesa** . 2ª Ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FIORENTINI, Dario . **Alguns Modos de Ver e Conceber o Ensino da Matemática no Brasil** . Editora UNICAMP, Revista Zetetiké . Volume 3, Número 4, Nov. 1995. Pág.: 1-37.

FREIRE, Paulo . **Pedagogia do Oprimido** . 17ª Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GADOTTI, Moacir . **Pedagogia da Terra** . 3ª Ed . São Paulo: Peirópolis, 2000 – (Série Brasil Cidadão).

GRAVINA, Maria Alice. **Mundo Matemático**. Disponível: <http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/mundo_mat/mud_mat.htm>. Acesso em: 28 de dez. 2002.

GOLDMANN, Lucien . **Dialética e Cultura** . Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

HARMONIC SOFTWARE. **Software O-Matrix**. Disponível: <<http://www.omatrix.com>>. Acesso em: 17 de dez. 2002.

HILE, G. N. . **Calculus Computer Lab Math 190 – Winplot Instructions** . Disponível em: <<http://www.math.hawaii.edu/lab/197/winplot.html>> Acesso em: 28 de jun. de 2003.

ICHIRO, Kobayashi et tal. **Manipula Math with Java /(IES) – Math Education & Technology since dec 31/96**. Disponível: <<http://www.ies.co.ip/math/java/index.html>>. Acesso em: 24 dez. 2002.

IMENES, Luiz Márcio . **A Matemática e o novo ensino médio** . Educação Matemática em Revista, número 9, ano 8, abril de 2001, pág.: 40-48.

Links para outros servidores . Disponível em:<<http://www.dmm.im.ufrj.br/links.html>> . Acesso em: 28 de set. 2003.

LÉVY, Pierre . **Cibercultura** . 2ª Ed. . São Paulo, SP: Editora 34, 2001. – (Coleção TRANS)

LOONG, Esther . **Using the World Wide Web** . The Australian Mathematics Teacher (AAMT) . Sydney, Austrália: Ed. Departament of Mathematical Sciencies – University of Technology – Sydney , 2003, pág.: 23-29.

LOZANO, B. J. . **Epistemología y Métodos de La Ciencia** . Perfiles Educativos . nº 63 . México, 1994.

MARQUES, Mario Osório. **A escola no computador**. Ijuí, RS: Ed. UNIJUÍ, 1999. –(Coleção Fronteiras da Educação).

MARQUES, Paulo. **Matemática do Científico ao Vestibular: o site que leva você direto ao assunto**. Disponível: <<http://www.terra.com/matematica>>. Acesso em: 28 dez. 2002.

MATHSOFT TM - MATHCAD DIREITOS RESERVADOS . **Software Mathcad** . Disponível em: <<http://www.mathcad.com/>> Acesso em: 3 de ago. de 2003.

MATHEMATICA (Version 4.2). **Rice Information Technology**. Disponível: <<http://www.rice.edu/Computer/Services?mathematica.html>>. Acesso em: 17 de dez. 2002.

MATLAB. **Nc State University College of Engineering**. Disponível: <<http://www.eos.ncsu.edu/software/matlab>>. Acesso em: 17 de dez. 2002.

MATLAB . **Software Matlab** . Disponível em: <<http://www.math.utah.edu/lab/ms/matlab/matlab.html>> . Acesso em: 28 de jun. de 2003.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – SECRETARIA NACIONAL DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA (SNEM). **Conversas com o Professor sobre Tecnologias Educacionais** . s.l. , s.ed., s.d.

MORAES, Maria Cândida . **O Paradigma Educacional Emergente** . 8ª Ed. . Campinas, SP: Papirus, 2002 . – (Coleção Práxis)

OFFICE OF INFORMATION TECHNOLOGY – SYSTEMS SUPPORT – MATHEMATICA . **Software Mathematica** . Disponível em: <<http://www.bu.edu/systems-support/software/math/mathematica/>> Acesso em: 28 de jun. de 2003.

OFFICE OF INFORMATION TECHNOLOGY – SYSTEMS SUPPORT – MATLAB . **Software Matlab** . Disponível em: <<http://www.bu.edu/systems-support/software/math/matlab/index.html>> Acesso em: 28 de jun. de 2003.

O-MATRIX: ACCELERATING THE BUSINESS OF SCIENCE AND ENGINEERING . **Software O-Matrix** . Disponível em: <<http://www.omatrix.com/overview.html>> . Acesso em: 28 de jun. de 2003.

O QUE É INCLUSÃO DIGITAL? . Disponível em: <<http://www.inclusaodigital.hpg.ig.com.br/inclusao.htm>> . Acesso em: 4 de mai de 2003.

PARKER, David. **Software DPGraph**. Disponível: <<http://www.dpgraph.com>>. Acesso em: 7 de jun. 2003.

PEDAGOGUERY SOFTWARE INC. **Software GrafEq**. Disponível em:
<<http://www.peda.com>>. Acesso em: 7 de jun. 2003.

PEDAGOGUERY SOFTWARE INC. **Poly e Poly Pro**. Disponível: <<http://www.peda.com>>.
Acesso em: 7 de jun. 2003.

PEREIRA, Avelino R. Simões . **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)** . s.l.,
s.ed., s.d.

PHILLIPS EXETER ACADEMY. **Phillips Exeter Academy - Winplot**. Disponível:
<<http://www.exeter.edu>>. Acesso em: 1º de dez. 2002.

RAMALHO, José Antônio . **Introdução à Informática: teoria e prática** . São Paulo, SP:
Berkeley, Brasil, 2000.

SERRES, Michel. **Filosofia Mestiça**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

SILVEIRA, Sérgio Amadeu da . **Exclusão digital: a miséria na era da informação** . São
Paulo, SP: Ed. Fundação Perseu Abramo, 2003.

STAT/MATH CENTER – A GENERAL OVERVIEW OF MAPLE . **Software Maple** .
Disponível: <<http://www.indiana.edu/~statmath/math/maple/overview.html>> . Acesso: 28 de
jun. 2003.

SOFTMARKET: Softwares Educativos. Disponível: <<http://www.softmarket.com.br/>>.
Acesso em: 22 dez. 2002.

SUREMATH PUBLISHING. **SureMath Software**. Disponível:
<<http://www.suremath.com/suremath>>. Acesso em: 15 de dez. 2002.

TECHNOLOGY SUPPORT SOFTWARE MAPLE. **Software Maple** . Disponível em:
<<http://www.itts.ttu.edu/software/maple>>. Acesso em: 8 de jan. 2003.

TEXAS INSTRUMENTS. **Texas Instruments: Software Derive**. Disponível em:
<<http://education.ti.com/us/product/software/derive/features/features.html>>. Acesso em: 7 de
jun. 2003.

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Matemática .
Modelos de Applets Matemáticos. Disponível no seguinte site:
<<http://www.mat.ufmg.br/dmat/homepages/page/MathApplet.html>>. Acesso em: 6 jan. 2003.

UFRR - Universidade Federal de Roraima - Departamento de Matemática. **Applets
Matemáticos**. Disponível: <<http://geocities.yahoo.com.br/depmatematica/>>. Acesso em: 24
de dez. 2002.

VALENTE, José A.. **Análise dos Diferentes Tipos de Software Usados na Educação** . In:
O Computador na Sociedade do Conhecimento Campinas:UNICAMP/NIED, 1999. (p.91-
111)

VIALI, Lorí .**Utilizando Planilhas e Simulação para Modernizar o Ensino de
Probabilidade e Estatística para os Cursos de Engenharia** . COBENGE 2001 (XXIX
Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia). Faculdade de Engenharia da PUCRS

(Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul). Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 19 a 21 de Setembro. Artigo NTM061 do CD-ROM.

WATERLOO MAPLE. **Information Systems & Technology**. Disponível em: <<http://www.maplesoft.com/flash/index.html>>. Acesso em: 8 de jan. 2003.