



**UESB**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL  
- PROFMAT

MARCO AURÉLIO MEIRA FONSECA

**O USO DA PLANILHA E CORREIO ELETRÔNICO COMO RECURSOS  
DIDÁTICOS NO ENSINO DE MATRIZES, DETERMINANTES E  
SISTEMAS LINEARES: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO  
ENSINO MÉDIO**

Vitória da Conquista  
2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL  
- PROFMAT

MARCO AURÉLIO MEIRA FONSECA

**O USO DA PLANILHA E CORREIO ELETRÔNICO COMO RECURSOS  
DIDÁTICOS NO ENSINO DE MATRIZES, DETERMINANTES E  
SISTEMAS LINEARES: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO  
ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Deusa Ferreira da Silva

Vitória da Conquista  
2013

510.712 F745u	<p>Fonseca, Marco Aurélio Meira.</p> <p>O uso da planilha e correio eletrônico como recursos didáticos no ensino de matrizes, determinantes e sistemas lineares: uma experiência com alunos do ensino médio. / Marco Aurélio Meira Fonseca. – Vitória da Conquista: UESB, 2013.</p> <p>107f.</p> <p>Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, – Campus de Vitória da Conquista. Sob a orientação da Profa. D.Sc. Maria Deusa Ferreira da Silva.</p> <p>1. Ensino de matemática - Planilha eletrônica. 2. Matemática – Ensino médio – Tecnologia. 3. Matemática e informática - Educação. 4. Matrizes - Determinantes - Sistemas lineares – Software. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT. II. Silva, Maria Deusa Ferreira da. III. Título.</p> <p style="text-align: center;">CDD (21): 510.712</p>
------------------	---

Catalogação na fonte:  
Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Ensino de matemática - Planilha eletrônica
2. Matemática – Ensino médio – Tecnologia
3. Matemática e informática - Educação
4. Matrizes - Determinantes - Sistemas lineares – Software

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
PROFMAT – MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM  
REDE NACIONAL

**O Uso da Planilha e Correio Eletrônico como Recursos Didáticos no  
Ensino de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares: uma  
Experiência com Alunos do Ensino Médio**

Marco Aurélio Meira Fonseca

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Deusa Ferreira da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Deusa Ferreira da Silva (Orientadora)  
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB

---

Prof. Dr. Paulo Espinheira Menezes de Melo  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA

---

Prof. Dr. Roberto Hugo Melo dos Santos  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA

Vitória da Conquista, 06 de Agosto de 2013

*Dedico este trabalho aos meus pais Silvano e Maria Conceição, à minha esposa Ana e as minhas filhas Isabella e Amanda.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me abençoar ao longo de minha jornada, por me dar ânimo para superar os momentos de fraqueza e angústia, força para transpor as barreiras, mostrar os caminho nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

A minha querida esposa Ana que sempre me apoiou e incentivou; companheira, confidente e amiga incondicional.

As minhas filhas Isabella e Amanda que compreenderam a minha ausência e me apoiaram nesses anos que me dediquei aos estudos.

Aos meus irmãos e aos meus pais, Silvano e Maria Conceição, que me ensinaram a lutar e buscar a realização dos meus sonhos.

A todos os professores do Mestrado, em especial à Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Deusa Ferreira da Silva, pela orientação e dedicação, contribuindo com minha formação acadêmica.

A todos os colegas do PROFMAT - UESB, pelo convívio e aprendizado e pela oportunidade de construir novas amizades.

Ao Instituto Federal do Norte de Minas – Campus Salinas por ter fornecido as condições de realizar este trabalho.

Aos meus alunos do 2º J/P, 2º L/R e 2º N, por terem sido os meus “sujeitos de pesquisa”, pelo interesse e respeito ao meu trabalho.

E finalmente, à SBM, Capes e UESB, por essa parceria que viabilizou o PROFMAT oportunizando não somente a mim, mas a muitos outros professores a realização de um sonho e a contribuir para a melhoria da qualidade da educação no Brasil.

Amo ao Senhor, porque ele ouve a minha voz e a minha súplica. Porque inclina para mim o seu ouvido, invocá-lo-ei enquanto viver.

Salmo 116:1,2

## RESUMO

Na sociedade contemporânea destaca-se o uso intensivo de diversos recursos tecnológicos em diferentes áreas de produção e prestação de serviços. Entretanto, na Educação muito pouco tem sido utilizado em sala de aula. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) despontam como poderosa ferramenta pedagógica no ensino das diversas áreas, sobretudo na matemática, que por ter linguagem própria e fazer uso de algoritmos, possibilita a utilização de variados programas e recursos tecnológicos no seu estudo e ensino. Sendo assim, este trabalho apresenta um estudo acerca da utilização, como recurso didático, do correio eletrônico e da planilha, software de fácil acesso e uso, no ensino dos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares. O estudo foi realizado no 2º semestre de 2012, em três turmas do 2º ano do Ensino Médio do Instituto Federal do Norte de Minas – Campus Salinas. O trabalho foi desenvolvido após o estudo em sala de aula dos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares e consistiu na aplicação de atividades que requeriam o uso da planilha eletrônica e do conhecimento adquirido dos conteúdos em sala de aula, para solucionar as situações problemas propostas. A metodologia da pesquisa utilizada foi qualitativa e quantitativa, com observação durante o desenvolvimento do processo e, análise dos dados obtidos. Visando assim, verificar a aceitação do uso de softwares no ensino de matemática, a melhora da aprendizagem com o uso deste recurso, bem como aplicações práticas dos conteúdos de matemática estudados em sala de aula. Após análise dos dados e depoimento dos alunos constatou-se a boa aceitação do uso de recursos tecnológicos agregados ao ensino da matemática, melhora no entendimento e aprendizagem do conteúdo, maior interesse no estudo da matemática através da realização das atividades e maior percepção da prática cotidiana da matemática em nossas vidas.

Palavras-chave: Tecnologias; Planilha eletrônica; Matrizes, determinantes, sistemas lineares.

## ABSTRACT

Among the contemporary society, the intensive use of different technological resources may be highlighted into different areas of production and provision of services. However, in education few of them have been used effectively inside the classroom. The Information and Communication Technologies (ICT) develop as a powerful pedagogical tool in the education of several fields, mainly mathematics, which by having its own language and making use of algorithms, make possible the use of several technological resources and programs in its study and teaching. Therefore, this work presents a study about the utilization as a didactic resource of the e-mail and spreadsheet, software of easy access and use among the teaching of matrix contents, determiners and linear systems. This study has been performed on the 2<sup>nd</sup> semester of 2012, with three classes of the 2<sup>nd</sup> year of high school of the Instituto Federal do Norte de Minas – Campus Salinas. This work has been developed after the classroom study of all the matrix contents, determiners, linear systems and the knowledge acquired by the classroom contents, in order to solve the problem situations presented thereby. The methodology of this research was the processing and analysis of the acquired data. Seeking this matter, we aim to verify the acceptance of the use of softwares during mathematics teaching and the improvement of the learning with this resource, as well the practical applications of mathematics studied in the classroom. . After the analysis of the data and the students' testimonies, it was stated a good acceptance of the technological contents gathered into mathematics teaching, it also improves their interest in this subject through the accomplishment of the activities and a greater perception of the daily math practice in our lives.

**Keywords:** Technologies; spreadsheet, matrixes, determiners, linear systems.

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 – Síntese da relação didática .....	33
Figura 2 – Planilha Calc com a função cálculo do determinante .....	37
Figura 3 – Matrizes fornecidas no Tutorial da Atividade 1 .....	46
Figura 4 – Descrição dos Passos do Tutorial da Atividade 1 .....	47
Figura 5 – Tabelas da atividade 1 .....	48
Figura 6 – Matriz Fornecida na Atividade 2 .....	49
Figura 7 – Descrição dos Passos do Tutorial da Atividade 2 .....	49
Figura 8 – Tabela da atividade 2 .....	50
Figura 9 – Matrizes Fornecidas no Tutorial da Atividade 3 .....	51
Figura 10 – Descrição dos Passos do Tutorial da Atividade 3 .....	51
Figura 11 – Tabela da atividade 3 .....	52
Figura 12 – Matriz Fornecida no Tutorial 4 .....	53
Figura 13 – Passos para Cálculo de Determinantes de Matrizes 2x2 .....	53
Figura 14 – Tabela da atividade 4 .....	54
Figura 15 – Matriz Fornecida no Tutorial da Atividade 5 .....	54
Figura 16 – Passos para Cálculo de Determinantes de Matrizes 3x3 .....	54
Figura 17 – Tabela da atividade 5 .....	55
Figura 18 – Matriz Fornecida no Tutorial da Atividade 6 .....	56
Figura 19 – Passos para Cálculo de Determinantes de Matrizes nxn .....	56
Figura 20 – Tabela da atividade 6 .....	57
Figura 21 – Sistema Linear Fornecido no Tutorial da Atividade 7 .....	58
Figura 22 – Descrição dos Passos para Resolução do Sistema linear .....	58

Figura 23 – <i>E-mail</i> de aluno .....	62
Figura 24 – Atividade nº 7 Realizada por Duas Alunas .....	65
Gráfico 1 – Faixa Etária dos Alunos Pesquisados .....	41
Gráfico 2 – <i>E-mails</i> de Dúvidas Recebidos .....	62
Gráfico 3 – Resultado das atividades .....	64
Gráfico 4 – Conhecimento Prévio em Informática .....	67
Gráfico 5 – Utilização do Computador .....	68
Gráfico 6 – Conhecimento e Utilização prévios da Planilha Eletrônica .....	70
Gráfico 7 – Dificuldades no Uso e Entendimento das Funções da Planilha Eletrônica .....	71
Gráfico 8 – Êxito na Realização das Atividades .....	72
Gráfico 9 – Dificuldade em Matemática e no Conteúdo de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares .....	75
Gráfico 10 – Satisfação em Realizar as Atividades com a Planilha e Contribuição dada no Aprendizado dos Conteúdos Pesquisados .....	77
Gráfico 11 – Avaliação do Entendimento dos Conteúdos após a Aplicação das Atividades com a Planilha Eletrônica .....	79
Gráfico 12 – Rendimento dos Alunos nas Avaliações de Três Conteúdos ..	81

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
Justificativa, motivações e Questões .....	13
Objetivos .....	16
Organização do Trabalho .....	17
<b>1 DISCUSSÃO DA BIBLIOGRAFIA</b> .....	18
1.1 A educação e as Tecnologias na Sociedade Atual .....	18
1.2 A formação de Professores e as TIC .....	22
1.3 As novas Tecnologias no Ensino da Matemática .....	26
1.3.1 Internet .....	27
1.3.2 Softwares .....	28
1.3.3 A planilha eletrônica .....	30
1.4 O ensino da Matemática: Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares .....	31
1.5 A planilha eletrônica e o ensino de Matrizes, determinantes e sistemas lineares .....	34
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	39
2.1 “Caminhos” da Pesquisa e a Escolha Metodológica .....	39
2.2 Etapas da pesquisa .....	41
2.2.1 Escolha dos sujeitos e cenário da pesquisa .....	41
2.2.2 Estudo da planilha e preparo das atividades .....	42
2.2.3 O desenvolvimento das atividades e a obtenção de dados .....	43
<b>3 ATIVIDADES PROPOSTAS</b> .....	46
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	60
4.1 Análise e Discussões das Observações e Troca de Informações .....	60
4.2 Análise e Discussão das Atividades .....	63
4.3 Análise e Discussão do Questionário .....	66
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	83

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>92</b>
Apêndice A – Questionário aluno .....	92
Apêndice B – Tutorial da atividade 1: Soma de matrizes .....	94
Apêndice C – Atividade 1: Soma de matrizes.....	95
Apêndice D – Tutorial da atividade 2: Multiplicação de matrizes por escalar .....	96
Apêndice E – Atividade 2: Multiplicação de matrizes por escalar .....	97
Apêndice F – Tutorial da atividade 3: Multiplicação de matrizes .....	98
Apêndice G – Atividade 3: Multiplicação de matrizes .....	99
Apêndice H – Tutorial da atividade 4: Cálculo de determinantes de matrizes 2x2 .....	100
Apêndice I – Atividade 4: Cálculo de determinantes de matrizes 2x2 .....	101
Apêndice J - Tutorial da atividade 5: Cálculo de determinantes de matrizes 3x3 .....	102
Apêndice K - Atividade 5: Cálculo de determinantes de matrizes 3x3 .....	103
Apêndice L - Tutorial da atividade 6: Cálculo de determinantes de matrizes nxn .....	104
Apêndice M - Atividade 6: Cálculo de determinantes de matrizes nxn .....	105
Apêndice N – Tutorial da atividade 7: Resolução de sistemas lineares pela Regra de Cramer .....	106
Apêndice O - Atividade 7: Resolução de sistemas lineares pela Regra de Cramer .....	107

## INTRODUÇÃO

---

### **Justificativa, Motivações e Questões**

Ao longo dos anos em que atuei na docência, em diferentes níveis de ensino, tenho constatado a dificuldade e resistência de boa parte dos alunos em relação ao estudo e aprendizagem da matemática. As razões alegadas são inúmeras, dentre as quais se destacam: o número elevado de cálculos em grande parte dos conteúdos, a dificuldade em realizá-los e, a não percepção da utilidade prática da maioria dos conteúdos abordados. Aliado a estes fatores deve-se considerar também o fato de a educação no Ensino Fundamental<sup>1</sup> não estar cumprindo, satisfatoriamente, o seu papel de possibilitar à maioria dos alunos a aquisição dos conceitos básicos e conhecimentos necessários ao desenvolvimento da matemática, comprometendo o prosseguimento dos estudos nesta área. Tais situações têm servido para desestimular e criar rejeição ao estudo da matemática nas séries posteriores.

Assim, há algum tempo, tenho procurado estratégias para tornar as minhas aulas mais dinâmicas e atrativas usando metodologias que despertem o interesse da maioria dos meus alunos para o estudo da matemática e, dessa forma visando melhorar o desempenho dos mesmos na disciplina. Sobre isso, Freire (1996) já chamava a atenção para o fato de que o educador necessita ser dinâmico, constantemente repensando e refazendo suas práticas docentes, além de buscar alternativas no sentido de melhorá-las. Conforme Freire, “na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática.” (FREIRE, 1996, p.39)

Nesta busca para melhorar as minhas práticas, tenho refletido sobre a maneira como muitas vezes abordo determinados conteúdos de matemática no ensino médio, sem contextualização adequada e distante da realidade dos meus

---

<sup>1</sup> <http://www.todospelaeducacao.org.br/comunicacao-e-midia/noticias/26116/aprendizado-nos-anos-finais-do-ensino-fundamental-e-no-ensino-medio-se-distancia-das-metas/>  
<http://www.todospelaeducacao.org.br/educacao-no-brasil/numeros-do-brasil/brasil/>

alunos e, em alguns dos casos, conteúdos sem uma aparente necessidade de estudá-los. Em conversas com colegas de profissão tenho notado que questionamentos tais como “para que estudamos isto?”, ou “isto vai me servir para quê?”, são frequentes em meu cotidiano escolar. Desse modo, dar um significado prático a cada um desses conteúdos, às vezes, é uma tarefa difícil e, em alguns casos me remeto a explicações que não justificam ou deixam clara a necessidade do estudo de determinado conteúdo. Promover o estudo da matemática por meio de situações-problemas que permitam uma melhor contextualização e, conseqüentemente, maior proximidade com a realidade do aluno é uma das razões que motivou a realização deste trabalho.

A nossa jornada como educador iniciou-se ainda durante o curso de graduação em Matemática, pela Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. Nesse período tive a oportunidade, ainda que esporádica, de atuar como docente nas séries finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, em escolas particulares do Município de Montes Claros. Em 2001, ano posterior à conclusão da graduação, dediquei-me em tempo integral ao magistério, trabalhando como professor contratado em dois cargos de 18 aulas cada, nas séries finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, ambos na Escola Estadual Professora Diva Medeiros, município de Japonvar - MG. Posteriormente, assumi o cargo efetivo de Analista Educacional na Superintendência Regional de Ensino de Montes Claros – MG. Nesse período, conciliei o cargo administrativo com outro cargo de professor inicialmente em escolas da Rede Estadual de Ensino e, em 2004, como professor efetivo na Escola Municipal Afonso Salgado, em Montes Claros - MG, até o ano de 2010. Nesse período trabalhei com as séries finais do Ensino Fundamental na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA). Ainda no ano de 2010 cursei a especialização em Matemática e Estatística, pela Universidade Federal de Lavras e, nesse mesmo ano, assumi o cargo de professor efetivo do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Campus Salinas, onde tive a oportunidade de voltar a trabalhar no Ensino Médio e iniciar na Educação Superior, lecionando disciplinas nas licenciaturas de Matemática, Física e Química.

Portanto ao longo desses anos em que atuei, tanto na esfera administrativa como na regência, em diversos níveis e modalidades de ensino, tive a oportunidade

de contatar e trocar experiências com vários profissionais da área educacional e assim, percebi e vivenciei o desafio e a responsabilidade de ser educador. Exatamente por compreender que o ato de educar exige uma busca constante por práticas docentes diferenciadas que promovam a melhoria do aprendizado dos alunos, que efetivamente possam despertar o gosto pelo estudo da matemática, entendi que para isso é necessário uma formação contínua do professor.

Com esse propósito, em 2011 ingressei no Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT<sup>2</sup>, cujo programa de mestrado, *stricto sensu*, tem como objetivo o aprimoramento da formação profissional de professores de matemática que atuam na educação básica. Tive a oportunidade de cursar diversas disciplinas que vieram reforçar a nossa base em conteúdos matemáticos.

Todavia, no segundo semestre de 2012, ao cursar a disciplina de Recursos Computacionais para o Ensino da Matemática, disciplina eletiva do referido programa, despertei para a necessidade de utilização mais efetiva de softwares matemáticos e/ou comerciais em nossas aulas. Além disso, nasceu o interesse em realizar o trabalho de conclusão de curso nessa linha, uma vez que percebi que o uso das novas tecnologias podem ser importantes aliadas na busca de uma prática diferenciada na sala de aula. Também pelo fato de ser notório o interesse e a facilidade que os alunos apresentam em utilizar as inovações tecnológicas. Desse modo acredito que realizar um trabalho nessa linha é uma oportunidade para se refletir sobre minha prática docente e ao mesmo tempo, propor algo interessante para os meus alunos. Acredito ainda que o trabalho terá boa receptividade por parte deles. Estou convencido de este é o momento de pôr em prática a utilização de um software no estudo de alguns conteúdos matemáticos.

Assim nasceu o desejo de utilizar minhas turmas do ensino médio como cenário da pesquisa<sup>3</sup>. Para tanto segui o plano de ensino já estabelecido, ou seja, aplicando o estudo quando estava trabalhando com os conteúdos da terceira unidade: matrizes, determinantes e sistemas lineares. Diante disso, me veio questionamentos tais como: de que forma desenvolver a pesquisa? Qual software

---

<sup>2</sup> [www.profmat-sbm.org.br](http://www.profmat-sbm.org.br)

<sup>3</sup> O cenário da pesquisa e a forma como o estudo foi realizado será melhor caracterizado na metodologia do trabalho.

utilizar? Como conciliar o ser professor com o pesquisador? Como conduzir as atividades? Parte desses questionamentos foram respondidos com as discussões na disciplina Recursos Computacionais para o Ensino da Matemática e com as “conversas” com a orientadora deste trabalho. Decidimos usar a planilha como ferramenta computacional. Isso permitiu ainda chegar à pergunta diretriz deste estudo:

**É possível desenvolver um trabalho com o uso da planilha eletrônica que torne mais atrativo e interessante o estudo de matrizes, determinantes e sistemas lineares?**

Desta forma, com o intuito de responder a este questionamento, seguem os objetivos que norteiam este trabalho.

## **Objetivos**

### **Objetivo Geral**

- Investigar as possíveis contribuições que o uso das planilhas eletrônicas como recurso didático podem oferecer no estudo e entendimento dos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares, com alunos do 2º ano do Ensino Médio, através da resolução de situações problemas.

### **Objetivos Específicos**

- Discutir o uso de recursos tecnológicos como instrumento didático no ensino da matemática;
- Elaborar atividades de ensino que conciliem o estudo de matrizes, determinantes e sistemas lineares com o uso da planilha eletrônica;
- Observar a aceitação dos alunos em relação ao uso de recursos tecnológicos no estudo da matemática, em especial as planilhas eletrônicas;

- Avaliar se o uso da planilha eletrônica contribuiu para um melhor rendimento dos alunos em relação ao aprendizado dos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares;
- Discutir se o uso da planilha eletrônica pode, de fato, se constituir em uma alternativa para o ensino de matrizes, determinantes e sistemas lineares.

### **Organização do Trabalho**

O presente estudo foi organizado em cinco capítulos. No primeiro encontra-se a discussão da bibliografia, que fundamenta, em estudos anteriores, os assuntos abordados neste trabalho. Apresenta uma discussão sobre a educação e o uso das tecnologias na sociedade atual; de como se dá a formação de professores e o uso das TIC na educação; o estudo das matrizes, determinantes e sistemas lineares na Educação Básica e o uso da planilha eletrônica no ensino da matemática.

O segundo capítulo refere-se à metodologia utilizada neste estudo, detalhando como se deu a pesquisa, os métodos empregados, o ambiente e os sujeitos de estudo, bem como os momentos de preparação, a concepção das atividades e a sua aplicação em sala de aula. Também trata dos instrumentos utilizados para a coleta de dados.

O terceiro capítulo trata das atividades propostas, descreve cada atividade, bem como os tutoriais empregados para auxiliar no entendimento do programa e das atividades. O quarto capítulo discorre sobre os dados coletados na pesquisa e os resultados obtidos após a análise destes, relatando as observações constatadas durante o desenvolvimento do trabalho.

Nas considerações finais, apontamos as dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho, e associamos os resultados obtidos aos objetivos propostos, completando as análises e discussões abordadas nos capítulos anteriores.

## 1 DISCUSSÃO DA BIBLIOGRAFIA

---

### 1.1 A Educação e as Tecnologias na Sociedade Atual

O impacto do avanço tecnológico sobre a sociedade contemporânea é incontestável e procedimentos que anteriormente, de forma manual, despendiam tempo e custos, hoje, com a automação, são realizados com a rapidez de um “clique”. Possibilitando maior uniformização e ganho em qualidade dos produtos e serviços. A internet banda larga, a TV digital, o celular com seus inúmeros aplicativos, dentre outros equipamentos da moderna tecnologia, estão trazendo em tempo real, novos conhecimentos e informações e, desse modo, revolucionando nossa vida no cotidiano. Segundo Moran (2007), as novas tecnologias possibilitam, cada vez mais, a resolução de um maior número de problemas, em todas as áreas da vida, de forma diferente das anteriores.

Conectados, multiplica-se intensamente o número de possibilidades de pesquisa, de comunicação *on-line*, aprendizagem, compras, pagamentos e outros serviços. Estamos caminhando para interconectar nossas cidades, tornando-as cidades digitais integradas com as cidades físicas. Nossa vida interligará cada vez mais as situações reais e as digitais, os serviços físicos e os conectados, o contato físico e o virtual, a aprendizagem presencial e a virtual. O mundo físico e o virtual não se opõem, mas se completam, integram, combinam numa interação cada vez maior, contínua, inseparável. Ter acesso contínuo ao digital é um novo direito de cidadania plena. Os não conectados perdem uma dimensão cidadã fundamental para sua inserção no mundo profissional, nos serviços, na interação com os demais. (MORAN, 2007, p.9)

Assim, a internet, com a grande quantidade de serviços e informações disponíveis e acessíveis permanentemente, trouxe uma ampliação dos espaços escolares. A escola deixou de ser soberana na formação escolar/acadêmica. Com o avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) passamos a ter aulas virtuais, cursos semipresenciais ou totalmente virtuais. Assim a escola tradicional tem buscado se adaptar a essa nova realidade, procurando dar maior dinamismo ao processo de ensino-aprendizagem com o uso das TIC.

Segundo Moran (1995, p.26), as novas tecnologias permitem um novo encantamento na escola, ao abrir suas paredes e possibilitar que os alunos interajam com outros de escolas ou cidades diferentes, assim como seus

professores, compartilhando experiências e pesquisa, tendo acesso a bibliotecas virtuais, revistas online, facilitando a tarefa de preparar as aulas, fazer trabalhos de pesquisa e obter materiais atraentes para apresentação, possibilitando também no processo de ensino-aprendizagem um ganho de dinamismo, inovação e poder de comunicação. Ressalta ainda que estas transformações vêm não para substituir, mas modificar as ações e intervenções do professor. Assim, a tecnologia nos atingiu como uma avalanche e envolve a todos, inclusive a escola.

Portanto para o autor é a introdução da informática e da telemática na educação, sob diversos ângulos: é a tecnologia atual, que não pode estar ausente da escola; são os grandes projetos de informatização dos sistemas escolares por meio da colocação de computadores nas escolas; é a ideia muitas vezes aparecendo na mídia, em forma de marketing de muitas instituições, de que com laboratórios instalados nas escolas teremos automaticamente cursos melhores e resolvido nossos centenários problemas educacionais. Para o autor:

alunos que não possuem acesso à internet, estão excluídos de uma parte importante da aprendizagem atual: do acesso à informação variada e disponível *on-line*, da pesquisa rápida em base de dados, bibliotecas digitais, portais educacionais; da participação em comunidades de interesses, [...] enfim da variada oferta de serviços digitais. (Moran, 2011, p.7)

Entretanto, mesmo que nossa escola esteja repleta de recursos tecnológicos avançados isto não quer dizer que ela seja eficiente, ou seja, que esteja preparando o aluno para a vida profissional na sociedade atual. É preciso que a escola saiba fazer uso de todo esse aparato tecnológico a fim de obter resultados satisfatórios em relação ao ensino e aprendizagem. Para isso, a formação dos professores é ponto crucial em qualquer instância.

Desta forma, para Belloni (2009), assegurar a formação de um cidadão competente para a vida na sociedade atual, e que inclui a apropriação crítica e criativa de todos esses recursos tecnológicos tem sido o grande desafio da Educação. De acordo com a autora:

são imensos os desafios que estas constatações colocam para o campo da educação, tanto do ponto de vista da intervenção, isto é, da definição e implementação das políticas públicas, quanto do ponto de vista da reflexão, ou seja, da construção de conhecimento apropriado à utilização adequada daquelas máquinas com fins educativos. (BELLONI, 2009, p.8)

Entendemos que os desafios apontados por Belloni é que trazem insegurança e incertezas para nós educadores. Como em outras épocas, há uma expectativa de que as novas tecnologias nos trarão soluções rápidas para mudar a educação. Não resta dúvida que a tecnologia permite ampliar o conceito de aula, de espaço e de tempo, estabelecendo novas pontes entre o estar junto física e virtualmente. Ainda há pontos críticos e cruciais que nem sempre estão merecendo a mesma consideração, os quais se não observados tornam o uso das novas tecnologias na educação como uma grande panaceia “modernosa” (Moran, 2011, p.8), que não trará nenhum resultado significativo para o desenvolvimento educacional.

Para muitos estudiosos da Educação é necessária uma mudança nas metodologias pedagógicas atuais, na forma como as escolas trabalham com os alunos. A escola tem de acompanhar as mudanças ocorridas na sociedade atual. Segundo Marinho (2004), à medida que as fontes de informação tornam-se mais e mais ampliadas e o acesso a elas se revela cada vez mais facilitado, a escola não pode manter um papel de agência da informação. Ela deve ressignificar o sentido do que é ensinar e aprender. Seu novo papel é o de estimular os alunos a buscarem um uso mais diversificado de fontes de informação, que não podem mais estar restritas ao professor e ao livro-texto.

Na visão de Miranda (2006), com a derivação natural desses contextos múltiplos do cotidiano, a escola também convive com todo esse processo de informatização sob muitos aspectos, no controle administrativo e financeiro, nas necessidades de formação profissional, no uso dos computadores como ferramentas auxiliares no processo de ensino/aprendizagem e nas questões cotidianas trazidas até a sala de aula. Segundo ela, nesse contexto o papel do professor ao lado de seus alunos torna-se extremamente rico e necessário. O professor tem a oportunidade de estimular o pensamento crítico de seus alunos, relacionando os fatos com o cotidiano da sala de aula, resgatando a experiência vivida e buscando a veracidade desses fatos e os seus reflexos no cotidiano. Ressalta ainda que, estes mesmos educadores se acomodam quando dispõem do mínimo para desenvolver suas atividades.

porém os mesmos educadores parecem se acomodar com relação ao uso de recursos educacionais quando dispõem do mínimo para desenvolver suas atividades em sala de aula: um livro didático, uma sala de aula, uma lousa um apagador e um giz. (MIRANDA, 2006, p.53).

A educação atual não se satisfaz mais com a lousa, pincel e o livro didático. Fazem-se necessárias modificações em procedimentos e métodos, sinalizando na direção de uma nova atitude da escola e do professor.

Todavia, o que ainda constatamos no meio escolar é uma pouca valorização do uso das novas tecnologias visando tornar o processo de ensino e aprendizagem mais eficiente e eficaz. Um dos motivos deste fato é a convicção das escolas de todos os níveis, desde a alfabetização até os cursos de graduação de uma faculdade, de que “educar” seus alunos é transmitir um conjunto organizado e sistematizado de conhecimentos. Assim, visando à consecução desses objetivos, o professor é formado para valorizar a transmissão de conteúdos e, para isso, privilegia a técnica de aula expositiva. Diante disso, para que se preocupar com tecnologias que colaborem para um ensino e uma aprendizagem mais eficaz? Não basta o domínio do conteúdo como todos apregoam? (MACETTO, 2011).

Embora os questionamentos anteriormente postos ainda se justifiquem nos dias atuais, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, PCNEM (BRASIL, 2000), demonstrando preocupação com o novo cenário mundial de uma sociedade globalizada, adverte para a necessidade de a escola romper com o modelo tradicional de ensino e incorporar o uso de novas tecnologias a seu favor, possibilitando o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico dos educandos.

Respondendo a tais desafios, em nosso trabalho de pesquisa, apresentamos uma experiência desenvolvida em sala de aula em que buscamos a integração das TIC no processo de ensino e aprendizagem. Visto que elas possibilitam uma gama de ferramentas pedagógicas e estratégias de ensino que torna rica e proveitosa a aprendizagem escolar.

## 1.2 A Formação de Professores e as TIC

As Universidades e Institutos de Educação Superior têm procurado melhorar cada vez mais o processo de formação dos futuros profissionais da educação no Brasil. Mas o distanciamento entre a parte teórica ofertada durante o processo de formação e a realidade cotidiana encontrada nas escolas pelos profissionais, depois de formados, têm sido o maior entrave para o bom desempenho inicial da docência e servido de desestímulo para muitos professores iniciantes. Saviani (2008) agrega estas questões a outros fatores que acentuam ainda mais o desestímulo à docência. Segundo ele,

a questão da formação de professores não pode ser dissociada do problema das condições de trabalho que envolvem a carreira docente, em cujo âmbito devem ser equacionadas as questões do salário e da jornada de trabalho. Com efeito, as condições precárias de trabalho não apenas neutralizam a ação dos professores, mesmo que fossem bem formados. Tais condições dificultam também uma boa formação, pois operam como fator de desestímulo à procura pelos cursos de formação docente e à dedicação aos estudos. (SAVIANI, 2008, p.153).

Ainda em seu trabalho Saviani resgata os aspectos históricos da formação docente no mundo e no Brasil, ressaltando as dificuldades e o dilema vivenciado pelos Institutos de formação no Brasil, pela dissociação dos dois aspectos da função docente: a forma e o conteúdo. Aqueles que ingressam nas licenciaturas de disciplinas específicas concentram-se apenas nos respectivos conteúdos, despreocupando-se com as formas a eles correspondentes. Contrapondo, os que ingressam nas licenciaturas em pedagogia preocupam-se menos com os conteúdos, dando ênfase à formação pedagógico-didática. Dissociação esta que tem afetado diretamente os profissionais da educação na transição da fase de formação para a de prática profissional. Saviani ainda faz duras críticas à formação dos docentes após a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que segundo ele, favorece um aceleração nos cursos de formação docente, comprometendo a qualidade dos mesmos:

Introduzindo como alternativa aos cursos de pedagogia e licenciatura os institutos superiores de educação e as Escolas Normais Superiores, a LDB sinalizou para uma política educacional tendente a efetuar um nivelamento

por baixo: os institutos superiores de educação emergem como instituições de nível superior de segunda categoria, provendo uma formação mais aligeirada, mais barata, por meio de cursos de curta duração (SAVIANI, 2008, p.148).

Neste contexto, não há uma formação adequada dos futuros professores, que saem das faculdades com conhecimentos específicos, todavia despreparados pedagogicamente para o exercício do magistério. Conhecem o conteúdo, mas não sabem como administrar uma sala de aula, que metodologias utilizar para promover a aprendizagem. Não atentando para as peculiaridades de cada classe. Neste aspecto, nos incluímos, pois iniciamos na docência enquanto estudantes dos primeiros períodos da graduação. Naquela época fomos instigados e estimulados a iniciar na docência, pelos nossos professores universitários, inclusive por aqueles que lecionavam disciplinas pedagógicas, que mesmo cientes que ainda não tínhamos a formação adequada para o exercício do magistério, diziam ser uma grande oportunidade de aprender na prática o exercício profissional. Oportunidades que podem não ter sido ideais para os nossos alunos da época, mas que, de fato, trouxeram experiências que contribuiram para o nosso conhecimento e amadurecimento profissional.

Essas carências de formação apresentadas pelos professores se tornam mais acentuadas e perceptíveis quando se trata do uso das novas tecnologias digitais. Para Marinho (2004) os professores que hoje se formam vão para o mercado de trabalho com uma notória carência, são professores incompletos. Essa carência para o uso de tecnologias digitais na escola da educação básica o professor terá que suprir em outro lugar ou de outra forma, como em cursos de capacitações.

Assim, atentando para essas novas demandas que se colocam para o que deve ser o perfil do professor contemporâneo, as propostas de diretrizes para a formação inicial de professores da Educação Básica elencam as seguintes mudanças necessárias em cursos de nível superior, sendo fundamental a revisão dos atuais modelos de formação docente:

- fomentar e fortalecer processos de mudança no interior das instituições formadoras;
- fortalecer e aprimorar a capacidade acadêmica e profissional dos docentes formadores;
- atualizar e aperfeiçoar os currículos face às novas exigências;

- articular a formação com as demandas da realidade escolar na sociedade contemporânea;
- articular a formação com as mudanças em curso na organização pedagógica e curricular da educação básica brasileira, preparando os professores para serem agentes dessas mudanças;
- melhorar a oferta de recursos bibliográficos e tecnológicos em todas as instituições ou programas de formação (BRASIL, 2000, p.5).

Portanto não se trata apenas de capacitar os atuais professores, mas de mudanças estruturais e organizacionais nas instituições formadoras. Meconi Junior (2010) destaca que no Brasil embora se discuta muito a importância de uma formação inicial que proporcione aos futuros professores saberes específicos e pedagógicos e, também, a oportunidade de uma formação continuada que lhes dê condições para o exercício do magistério, a análise da situação atual tem mostrado que as escolas de formação inicial de professores estão caminhando muito lentamente para ter condições de formar um profissional competente. Destaca ainda que o processo de formação docente envolve múltiplas etapas e que em última análise, encontra-se sempre incompleto. Assim, o desenvolvimento profissional ocorre por meio de formas variadas, as quais, tão importantes quanto cursos de capacitação incluem projetos, troca de experiências, leituras, reflexões, dentre outras atividades.

Assim, o desenvolvimento profissional ao longo de toda a carreira é um aspecto marcante na profissão docente. O professor deixa de ser objeto e passa a ser sujeito da formação e do seu desenvolvimento profissional. Essa ideia contradiz o que se pensava no passado, ou seja, que o mais importante era a formação sobre o conteúdo a ser lecionado e que esta formação seria o suficiente para o professor, deixando totalmente de lado as metodologias e componentes pedagógicos.

Tratando sobre esse tema, Feldmann (2009) defende que as ações desenvolvidas no processo de formação dos professores devem ser pensadas visando promover aprendizagens que despertem a capacidade do educador para interagir com a problemática do contexto onde está inserida a instituição de trabalho. Além disso, devem buscar constantemente a atualização dos conhecimentos adquiridos e a troca de experiências, inserindo-se num ambiente interdisciplinar de trabalho. Nota-se, assim, que a dificuldade apresentada por professores em contextualizar em sala de aula o assunto tratado, dando sentido prático para os

temas abordados, vai além da inércia e desestímulo do docente. Passa também, pela formação ainda precária e que não prepara o profissional para se adaptar às situações concretas vivenciadas na escola. Ao mesmo tempo em que é necessário melhorar a formação inicial dos professores, é preciso tornar a escola um espaço mais agradável, com currículos mais voltados ao cotidiano do aluno, além do uso de metodologias mais participativas, que instiguem e os estimulem a se tornarem mais ativos no processo de aprendizagem. A formação continuada torna-se, então, a bandeira para reverter essa má formação inicial.

Ainda nesta perspectiva, Gatti (2008) mostra que iniciativas providas de inúmeros setores dentro do serviço público, de diversas esferas, bem como de organizações não governamentais, fundações, instituições e consultorias privadas passaram a ofertar sob o rótulo de formação continuada, de forma gratuita ou não, cursos de capacitação e de formação para professores de curta ou longa duração.

Assim, problemas concretos das redes de ensino advindos da má formação recebida pelos professores inspiram os programas de formação continuada. Pois segundo Gatti, no Brasil, parte dessas iniciativas de educação continuada tem o intuito de suprir uma educação precária pré-serviço e nem sempre são iniciativas propriamente de aprofundamento ou ampliação de conhecimentos, alterando os propósitos dessa educação – posto nas discussões internacionais -, que seria o aprimoramento desses profissionais nos avanços, renovações e inovações da educação.

Dentre as dificuldades trazidas pelos professores na formação inicial destaca-se o não preparo adequado para o uso das novas tecnologias. Desse modo na busca de amenizar essa deficiência, Leite (2003), sugere que se deve trabalhar com base no conceito de alfabetização tecnológica do professor. Ideia esta desenvolvida a partir do pressuposto de que é necessário o professor dominar a utilização pedagógica das tecnologias, de forma que estas venham contribuir com a aprendizagem dos alunos. Propõe ainda, o uso das tecnologias na escola por serem frutos da produção humana, parte da sociedade e, como tal – como todas as tecnologias criadas pelo homem, como a escrita, por exemplo –, devem ter seu acesso democratizado, sendo desmistificadas. Nas palavras de Leite:

Os alunos devem ser educados para o domínio do manuseio, da criação e interpretação de novas linguagens e formas de expressão e comunicação, para irem se constituindo em sujeitos responsáveis pela produção. Podemos pensar ainda que a própria tecnologia pode ser um meio de concretizar o discurso que propõe que a escola deve fazer o aluno aprender a aprender, a criar, a inventar soluções próprias diante dos desafios, enfim, formar-se com e para a autonomia, não para repetir, copiar, imitar. (LEITE, 2003, p.15)

Portanto, por essas e muitas outras discussões é que o profissional educador deve ter consciência das suas limitações, da necessidade de se capacitar, de estar aberto às inovações e ser crítico em relação as suas práticas docentes. Segundo Freire (2008), o professor crítico, responsável, deve estar predisposto à mudança, a aceitação do diferente enquanto ser cultural, histórico, inacabado e consciente do seu inacabamento. Consciente deste inacabamento e da nossa, até então, resistência em utilizar os recursos computacionais nas práticas docentes, resolvemos que aplicá-los pode se constituir uma oportunidade de aperfeiçoamento e reflexão sobre esta prática profissional.

### **1.3. As Novas Tecnologias no Ensino da Matemática**

Ao longo dos séculos, os matemáticos desenvolveram tecnologias e ferramentas que sustentam a atividade matemática. Ferramentas essas que incluem materiais concretos como o ábaco, régua, compasso e a calculadora, como também as simbólicas, tais como o sistema de coordenadas cartesianas e os algoritmos para efetuar as operações fundamentais. Para Sutherland (2009) o estudo da história de uma ferramenta sempre vai mostrar que essa ferramenta específica surgiu em um contexto cultural em que havia uma necessidade pragmática para um artefato desse tipo. Assim, aprender matemática implica aprender a usar essas novas ferramentas que nos possibilitam resolver problemas que seriam difíceis de resolver com as velhas ferramentas. Na visão de Sutherland (2009), infelizmente, os benefícios de longo prazo de aprender a usar novas ferramentas matemáticas nem sempre podem ser apreciadas em curto prazo. Assim, o professor deve atentar para a questão de qual a melhor maneira de introduzir novas metodologias e tecnologias em suas aulas, de forma que possa fazer essa transição de maneira segura e assim obter resultados eficazes.

Na atualidade são inúmeras as possibilidades de uso da tecnologia no ensino da matemática, possibilidades essas que vão desde o uso da lousa e o pincel, passando pela TV e vídeo, data show, etc., até chegarmos ao uso do computador. É bom lembrar que apenas o uso do computador tem-se uma alta gama de possibilidades. No entanto, adotaremos como conceito para novas tecnologias o entendimento de Moran, Masetto e Behrens:

Por novas tecnologias em educação, estamos entendendo o uso da informática, do computador, da internet, do CD-ROM, da hipermídia, da multimídia, de ferramentas para educação a distância – como chats, grupos ou listas de discussão, correio eletrônico etc. – e de outros recursos de linguagens digitais de que atualmente dispomos e que podem colaborar significativamente para tornar o processo de educação mais eficiente e mais eficaz. (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2011, p.152)

Diante ainda de tantas possibilidades de uso de novas tecnologias no ensino da matemática, trataremos neste estudo apenas da internet e dos softwares matemáticos e/ou comerciais que se destinam ou possibilitam o estudo desse componente curricular, visto que foram as ferramentas tecnológicas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

### **1.3.1 Internet**

O uso da internet como ferramenta pedagógica possibilita inúmeros benefícios à educação. Segundo Moran (2011, p. 89) “a mobilidade e a virtualização nos libertam de espaços e tempos rígidos, previsíveis, determinados. Na educação, o presencial *se virtualiza* e a distância *se presencializa*”. Ela possibilita que professores e alunos falem entre si e formem pequenas comunidades de aprendizagem. Possibilita a criação de ambientes colaborativos e motivadores para o estudo. Além de agilizar a troca de informações e facilitar a pesquisa.

Como descrito por Moran (2011), a internet é uma mídia que facilita a motivação dos alunos, pela novidade e pelas possibilidades inesgotáveis de pesquisa que oferece, ajudando a desenvolver a intuição, porque as informações vão sendo descobertas por acerto e erro e, também pelas novas formas de comunicação, aproximando texto e imagem.

Outro resultado comum à maior parte dos projetos na internet confirma a riqueza de interações que surgem, os contatos virtuais, as amizades, as trocas constantes com outros colegas, tanto por parte de professores como de alunos. Os contatos virtuais transformam-se quando possíveis em presenciais. A comunicação afetiva, a criação de amigos em diferentes países transformam-se em um grande resultado individual e coletivo dos projetos. (MORAN, 2011, P. 54)

Desta forma, a internet ajuda a desenvolver a aprendizagem colaborativa, a pesquisa em grupos e, a troca de resultados. Possibilita a interação de círculos de pessoas e grupos de amizade, interação essa que quando bem sucedida aumenta a motivação e favorece a aprendizagem.

Alguns cuidados devem ser tomados ao utilizar a internet como a confiabilidade da fonte pesquisada. Da mesma forma que encontramos excelentes fontes de pesquisa, encontramos também materiais de conteúdo duvidoso, o que nos remete a questionamentos sobre a credibilidade e qualidade dessas informações. Na visão de Marinho (2004) precisamos saber lidar de forma crítica com essa gama de materiais acessíveis, “separando o joio do trigo”. Além disso, a grande possibilidade de navegação facilita a dispersão, levando o aluno a se perder na busca de informações, se envolvendo em páginas e conteúdos distintos do objetivo pleiteado. Um dos novos papéis da escola contemporânea é mediar este contexto, propiciando um saber crítico. Cabe então ao professor trabalhar como mediador, conduzindo os alunos ao censo investigativo e seletivo dos conteúdos pesquisados.

De acordo com Tajra (2008), o ponto crucial para o sucesso de um projeto educacional, com o uso da Internet, é a capacitação dos professores, seja em didática, tecnologia computacional, teorias de aprendizagem e, por fim, a própria exercitação e reflexão dessa técnica em função da educação. Enfim, o professor é peça chave para que a utilização desta ferramenta alcance resultados significativos no processo de ensino-aprendizagem.

### **1.3.2 Softwares**

A matemática pode se considerar uma disciplina privilegiada, pois possui um significativo número de *softwares* desenvolvidos especificamente para o seu estudo. Talvez no intuito de facilitar o estudo e/ou criar estratégias que facilitem o

entendimento e aprendizagem desta disciplina, que tantos *softwares* específicos tenham sido desenvolvidos. Mas com toda certeza um dos maiores motivos para este fato é que a própria matemática possibilita essa operacionalização. Pois, basicamente todo conteúdo matemático permite o desenvolvimento de algoritmos que possibilitam o seu estudo e obtenção dos resultados com exatidão. Assim, torna-se interessante e desafiante para os pesquisadores da informática desenvolver aplicativos que proporcionem diversas aplicações na matemática.

Destacam-se entre estes *softwares* os desenvolvidos pelos departamentos de ciências exatas das universidades para o estudo de estatística<sup>4</sup>, bem como outros que trabalham com geometria, gráficos, funções, aritmética e álgebra<sup>5</sup>. Muitos destes *softwares* são educativos e gratuitos, possuem versões que podem ser rodados em diversos sistemas operacionais e “baixados” na internet de forma rápida. Além dos *softwares* específicos para a matemática, destaca-se também o uso de programas comerciais, que a princípio foram desenvolvidos para o uso em outros segmentos, como escritórios, comércios e indústria. Com o intuito de organizar e agilizar procedimentos, têm-se os editores de textos e bancos de dados, assim como para fazer estudos desses dados, a planilha eletrônica, por exemplo, possibilita o estudo estatístico e desenvolvimento de gráficos.

Na visão de Cox (2003), os *softwares* comerciais podem ser úteis ao processo de educação escolar. Para tanto, cabe ao professor contextualizá-lo no processo de construção de conhecimento. Assim, o professor interessado em desenvolver um trabalho utilizando esses recursos na matemática, não encontrará muitas dificuldades para localizar um que satisfaça suas necessidades, seja ele específico ou não para o estudo da disciplina.

Entretanto, segundo Sutherland (2009), apesar da grande variedade de ambientes computacionais disponíveis para a aprendizagem da matemática e da pesquisa substancial que se desenvolveu sobre o ensino e aprendizagem desse componente curricular com as TIC, há evidências de que os professores da

---

<sup>4</sup> *STAT, Dataplot, Instat, MacAnova, R, MicrOsiris, IDAMS, Tanagra* e muitos outros.

<sup>5</sup> *Cabri-Géomètre, Graphequation, Graphmática, Winplot, Aplusix, s3D, Modellus, Régua e Compasso, Poly, Thales, WinMat, GeoGebra*, e muitos outros.

disciplina têm menos propensão do que outros a capitalizar o potencial das TIC para a aprendizagem. Esse autor cita algumas razões para este fato:

Em primeiro lugar, muitos dos ambientes tecnológicos, tais como a geometria dinâmica, a álgebra computacional e as planilhas eletrônicas, são ricos e complexos. É exatamente por essa razão que são tecnologias potencialmente produtivas para a aprendizagem de matemática. No entanto, isso também significa que os pesquisadores precisam eles mesmos aprender como usar essas ferramentas para trabalhar com matemática. Em segundo lugar, muitas dessas ferramentas são tão poderosas, têm tanto potencial, que é difícil para o professor saber por onde começar. SUTHERLAND (2009, p.86)

Neste contexto verificamos que existem variadas opções de programas e *softwares* para se trabalhar em matemática. Mas também existem entraves e desafios. Cabendo, assim, ao professor avaliar as condições e possibilidades de utilização desses recursos. Dentre esses diversos programas computacionais, destacamos a planilha eletrônica, que, após estudos de qual *software* melhor se encaixaria para o desenvolvimento desta pesquisa, mostrou-se propício, pelas razões que abordaremos a seguir.

### 1.3.3 A Planilha Eletrônica

A planilha eletrônica foi concebida por Dan Bricklin, em 1978, estudante de pós-graduação da Universidade de Harvard, com a finalidade de realizar trabalhos acadêmicos. Lançando a primeira versão comercial, a *VisiCalc*, que obteve sucesso imediato. (BRICKLIN, 2010). De acordo com Power (2004), em 1982, Mitch Kapor criou a planilha Lótus, que passou a ter o domínio do mercado, por apresentar uma plataforma mais dinâmica e mais recursos operacionais que a *VisiCalc*. Posteriormente, em 1985, o domínio do mercado passou a ser da planilha *Excell*, da Microsoft, que apresentava recursos visuais, menus e a primeira a utilizar relações gráficas, o que possibilitou uma grande aceitação pelo mercado e mantendo a liderança do mesmo até os dias de hoje. Outra opção bastante utilizada nos dias atuais é a planilha *Calc*, aplicativo do *BrOffice*, que por ser livre e apresentar uma *interface* semelhante à planilha *Excell*, passou a ter grande aceitabilidade.

Assim como os processadores de texto e banco de dados, a planilha eletrônica faz parte dos pacotes integrados dos sistemas operacionais dos

computadores atuais. Constituído de uma tabela, onde cada célula é identificada pela coluna e linha a qual pertence, quando utilizada no estudo de matrizes, possibilita ao aluno fazer uma correlação direta com o conteúdo, devido à sua *interface*. Além disso, é de fácil manuseio e possui barras de ferramentas semelhantes aos editores de textos, o que facilita a compreensão dos comandos do programa.

*Software* desenvolvido inicialmente para uso comercial, a planilha eletrônica foi amplamente difundida exatamente por ter um amplo leque de funções e possibilidades de utilização. Faz parte da cultura de muitos locais de trabalho e, por isso, apresenta mais uma razão para seu acesso e uso na escola, como ferramenta de preparação para o mundo do trabalho.

Diversas experiências e trabalhos demonstram que a planilha tem ampla utilidade no estudo da matemática, visto que possui funções que possibilitam a análise financeira e estatística, construção de bancos de dados, gráficos e, também, funções algébricas e trigonométricas. Razões estas que nos levaram à sua escolha como *software* para o desenvolvimento deste trabalho

#### **1.4 O Ensino da Matemática: Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares**

A reforma curricular do Ensino Médio estabelece a divisão do conhecimento escolar em três grandes áreas: 1) Linguagens, Códigos e suas tecnologias; 2) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e 3) Ciências Humanas e suas Tecnologias. Justifica-se a estruturação do Ensino Médio por área do conhecimento para se assegurar uma educação de base científica e tecnológica, na qual conceito, aplicação e solução de problemas concretos são combinados com uma revisão dos componentes socioculturais orientados por uma visão epistemológica que concilie humanismo e tecnologia ou humanismo numa sociedade tecnológica. (BRASIL, 2002).

Prevê-se ainda que os estudos na área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias devem levar em conta que a Matemática é uma linguagem que busca dar conta de aspectos do real e se trata de um instrumento formal de expressão e comunicação para diversas ciências. Além do que o seu

estudo deve compreender os princípios científicos presentes nas tecnologias, associá-los aos problemas a que se propõe solucionar e resolvê-los de forma contextualizada, aplicando princípios científicos a situações reais ou simuladas, para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade.

Os PCNEM destacam também a importância da interdisciplinaridade e da contextualização dos assuntos tratados. Considera que seria desastroso entender uma proposta de organização por áreas como fechada ou definitiva.

O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas. (BRASIL, 2002, p.78)

Assim, para atender os ensejos da nova Proposta Curricular, o professor deve ter o cuidado de procurar dar um tratamento atual aos assuntos abordados. Enfim, um ensino que proporcione a ponte entre a teoria e a prática, bem como contextualizá-los na realidade e em situações vivenciadas pelo público que atende. O professor deve ainda diversificar as práticas, pois alunos aprendem de formas diferentes, em tempos diferentes. Se tratarmos de modo único o ensino, favoreceremos uns em detrimento de outros.

As escolhas e tomadas de decisões nas práticas escolares não é tão simples e nem existem receitas prontas e acabadas para o seu adequado desenvolvimento. Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, temos o que se denomina relação didática, formada por um complexo conjunto de elementos que influenciam diretamente o seu funcionamento. Relação esta que é construída por conjuntos de regras implícitas e explícitas, que determinam as obrigações e as responsabilidades que ocorrem entre professor e aluno.

Encontramos ainda um esquema que sintetiza a interrelação entre os sujeitos e meios existentes nessa relação didática, em que **A** representa o aluno; **P**, o professor; **S**, o saber a ser ensinado, que não coincide necessariamente com o

saber trabalhado na sala de aula; e **Sa**, as situações de aprendizagem, conforme mostra a FIG. 1.

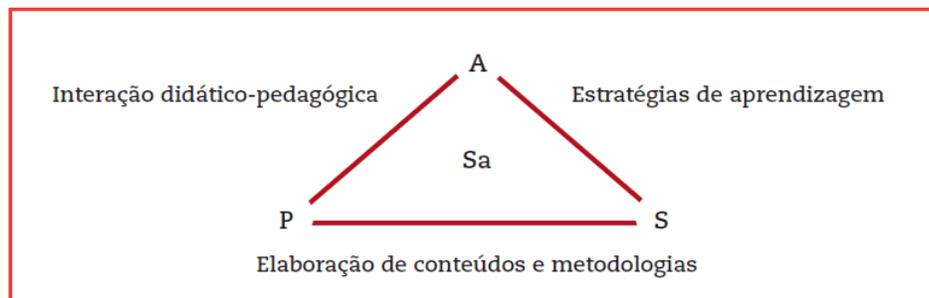


FIGURA 1 – Síntese da Relação Didática  
Fonte: BRASIL, 2006, p.48

Verificamos, assim, que a relação didática se apresenta de forma muito mais complexa porque se sustenta sobre uma estrita harmonia entre diversas variáveis que vão além de professor, aluno e conteúdo estudado. O professor depende de seus colegas de profissão, do ambiente de trabalho e tem seus saberes, concepções e convicções já estabelecidas. Por sua vez o aluno depende do contexto social, de suas expectativas para alcançar objetivos pessoais e coletivos; e das relações entre aluno e professor; aluno e aluno; aluno e classe; aluno e conhecimentos a serem ensinados; aluno e saberes individuais; e aluno e representações sociais. (BRASIL, 2006).

Nota-se assim que o saber adquirido é dependente das estratégias de aprendizagem adotadas, da escolha das metodologias e elaboração das práticas, além da interação didático-pedagógica entre aluno e professor. Desta forma o professor deve planejar adequadamente as suas práticas e repensar sempre as metodologias utilizadas, adaptando-as às particularidades de cada turma.

Seguindo este pensamento e visando a uma melhor exposição, os PCNEM organizam os conteúdos de matemática em três eixos estruturadores: Números e Álgebra, Geometria e medidas e Análise de dados, sendo que cada um deles é um campo de interesse com organização própria em termos de linguagens, conceitos e objeto de estudo. Essa nova organização por eixos visa correlacionar os conteúdos entre si, criando conexões entre eles, quebrando, assim, com a linearidade, organização existente até então que dispunha e tratava um conteúdo após o outro:

No que se segue, partimos do princípio de que toda situação de ensino e aprendizagem deve agregar o desenvolvimento de habilidades que caracterizem o “pensar matematicamente”. Nesse sentido, é preciso dar prioridade à qualidade do processo e não à quantidade de conteúdos a serem trabalhados. [...] Isso não significa que os conteúdos desses blocos devam ser trabalhados de forma estanque, mas, ao contrário, deve-se buscar constantemente a articulação entre eles. [...] Sugestões quanto à forma de trabalhar os conteúdos acompanham o detalhamento sempre que possível, destacando-se o valor formativo agregado e descartando-se as exigências de memorização, as apresentações de “regras” desprovidas de explicações, a resolução de exercícios repetitivos de “fixação” ou a aplicação direta de fórmulas. (BRASIL, 2006, p.70)

Os conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares pertencem ao primeiro eixo estruturador, Números e Álgebra. Seu estudo acontece na segunda série do Ensino Médio, normalmente no 2º ou 3º bimestre letivo e, é marcado não pela dificuldade do conteúdo em si, mas pelo extensivo uso repetitivo de operações aritméticas, que induzem o aluno ao erro e ao cansaço em realizá-las. Os PCN+ atentam para a necessidade da escola promover o desenvolvimento da competência de dar contexto social e histórico ao conhecimento científico (BRASIL, 2002). Assim, aproximar o estudo dos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares às situações problemas do cotidiano é uma boa estratégia para prender a atenção dos alunos e, associar essa tática ao uso da planilha eletrônica, reduzindo consideravelmente a necessidade dos cálculos, torna o seu estudo mais agradável e desafiante. Além do que, atende a proposta dos novos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio.

### **1.5 A Planilha Eletrônica e o Ensino de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares**

A planilha, mesmo não tendo inicialmente como finalidade o processo educacional, possui defensores dentro da informática educativa, que veem nela grandes vantagens na sua utilização no processo de ensino, principalmente nos dias atuais em que a informática domina todos os campos da sociedade:

Assim como os processadores de textos oferecem uma grande contribuição ao desenvolvimento da produção de textos, as planilhas eletrônicas prestam-se ao trabalho de ensino da matemática. Ao se aproveitar a capacidade do computador de processar informações numa fração de tempo infinitamente pequena, o aluno pode, com esse aplicativo, observar vários conteúdos da matemática que, em sala de aula, com

quadro e giz, o professor teria maior dificuldade em demonstrar. (OLIVEIRA, 2002, p.127)

Para Oliveira, uma boa planilha, que possua representação gráfica, pode ser um recurso complementar ao trabalho do professor em sala de aula, facilitando o estudo de assuntos tais como funções, erros, médias e outros.

Citando Santos e Ferreira, Oliveira (2002) destaca que o uso da planilha eletrônica em sala de aula só terá sentido se esta utilização for norteada pela tentativa de desenvolver no aluno o gosto pelo enfrentamento de uma situação nova, o aguçamento da curiosidade e do espírito crítico, a autoconfiança intelectual e o gosto pela matemática e que talvez seja no aproveitamento de sua parte gráfica que a planilha pode ter sua melhor contribuição no ensino, não só da matemática como também de outras disciplinas. Pois, por intermédio da visualização gráfica de um conjunto de informações, torna-se muito mais fácil para o aluno compreender estas informações. Desta forma, a planilha eletrônica passa a ser um instrumento que:

- propicia a aprendizagem ativa e não como um fim em si mesmo;
- permite desenvolver capacidades mentais e adquirir competências ligadas a aspectos numéricos (relacionar variáveis, descobrir regularidades, etc.);
- permite o aluno libertar-se de cálculos fastidiosos e centrar-se no processo de resolução de problemas;
- permite diversificar estratégias de resolução de problemas. (SANTOS e FERREIRA, 1993 *apud* OLIVEIRA, 2002, p.127 e 128)

Com a planilha eletrônica podemos realizar certas operações com matrizes, como soma, multiplicação, obtenção da matriz transposta, inversão de matrizes e cálculo do determinante, além da resolução de sistemas lineares. Operações essas que normalmente pelo número excessivo de cálculos aritméticos, são praticadas e ilustradas apenas com exemplos mais simples, ficando os mais trabalhosos apenas no campo das possibilidades. Por exemplo, a multiplicação de matrizes normalmente é ilustrada pelo professor com matrizes de ordem dois e em alguns poucos casos de ordem três. Acima disso, torna-se trabalhoso e desgastante o estudo e a resolução de problemas com o uso da lousa e pincel.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio mostram a necessidade de mudança para a forma de como tratar os conteúdos em sala de aula.

Não há o que justifique memorizar conhecimentos que estão sendo superados ou cujo acesso é facilitado pela moderna tecnologia. O que se deseja é que os estudantes desenvolvam competências básicas que lhes permitam desenvolver a capacidade de continuar aprendendo. (BRASIL, 2000, p.14)

Destacam, assim, não só a importância do acesso às modernas tecnologias que se ocupam da realização de determinadas tarefas que, devido ao avanço tecnológico, já não se justificam mais, como a realização de excessivo número de cálculos repetitivos, mas também, possibilita ao aluno a preparação para o contínuo processo de aprendizagem.

Tratando sobre as novas propostas pedagógicas para o ensino da matemática, os PCNEM sugerem que este deve objetivar a constituição de competências que contemplem a habilidade para identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos. Deve ainda entender a relação entre o desenvolvimento das Ciências Naturais (aqui se inclui a matemática) e o desenvolvimento tecnológico, e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propõem solucionar. O que nos leva a perceber a necessidade do professor aliar o ensino da matemática ao uso da tecnologia e relacionar as atividades propostas às situações cotidianas dos alunos. Desse modo, atende-se às novas Diretrizes Educacionais e aos anseios de educação pretendidos pela sociedade contemporânea, quebrando com a tradição de disciplinas compartimentadas em ementas estanques, com atividades padronizadas, sem ter referências a contextos reais.

Esse raciocínio reforça o entendimento de que o uso dos recursos tecnológicos na educação não é apenas uma opção, mas uma necessidade. Destacamos, portanto, que o uso da planilha eletrônica como recurso didático, vem a favor dessas discussões e o seu uso educacional permite a resolução de maneira rápida e prática de problemas do cotidiano, possibilitando um maior debate em sala de aula sobre a análise e interpretação dos resultados. A situação hipotética de uma compra de produtos em um supermercado, por exemplo, torna-se difícil de ser praticado como atividade em sala de aula sem o uso de um recurso eletrônico, como a calculadora ou a planilha, pois dificilmente encontramos em um supermercado produtos que custam valores inteiros. Normalmente temos que trabalhar com

números racionais e, no intuito de facilitar a obtenção do resultado, de forma a racionalizar o tempo, o professor procura arredondar estes valores. Prática esta que facilita os cálculos, mas afasta o problema da situação real desejada e leva a obtenção de valores distantes do que se pretendia.

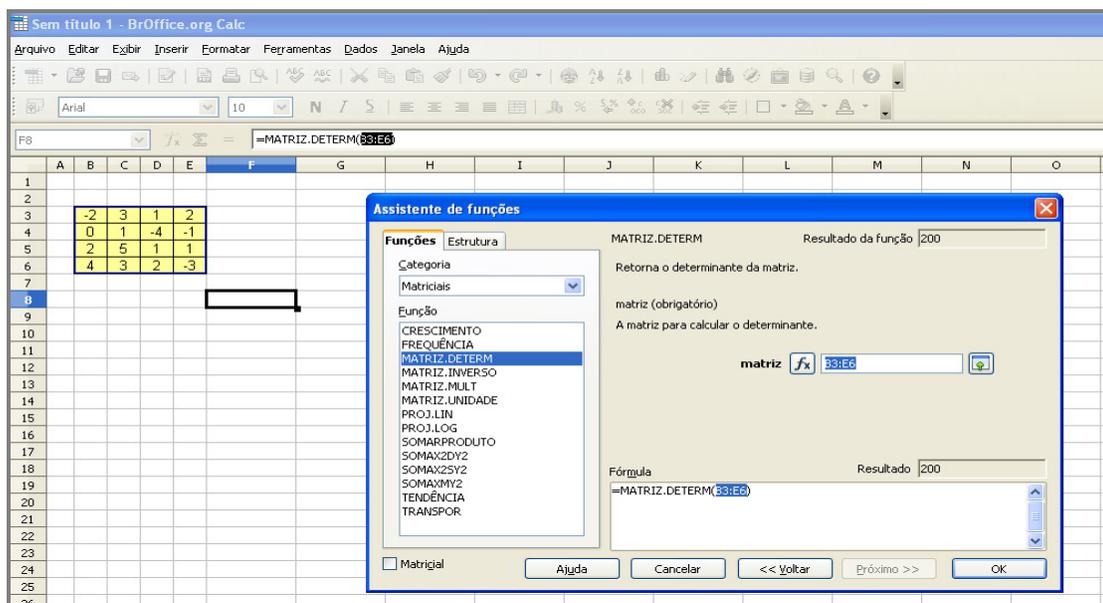


FIGURA 02 – Planilha Calc com a função cálculo do determinante em destaque  
Fonte: BrOffice.org 3

Com o recurso da planilha eletrônica, problemas com utilidades práticas podem ser tratados com certa facilidade, pois o tedioso cálculo algébrico, sujeito a erros e, que consome muito tempo, passa a ser realizado pela máquina, cabendo ao aluno o entendimento do problema, sua montagem e interpretação dos resultados obtidos. Nem sempre os objetivos que se buscam ao estudar matemática é a capacidade do aluno em realizar cálculos aritméticos. Neste caso específico, busca-se aferir o entendimento por parte do discente a respeito dos conceitos de matrizes, suas operações e aplicações. Com isso, delegam-se meios mecânicos à realização dos cálculos, pois a execução de inúmeras operações de adição, subtração e multiplicação não acrescenta em nada o bom entendimento do conteúdo; ao contrário, ao se deparar com a necessidade eminente de ter que realizar inúmeras operações aritméticas, o aluno perde o interesse em desenvolver o problema proposto.

Especialmente neste trabalho, dentre os conteúdos, destacamos o estudo de matrizes, determinantes e sistemas lineares, que oportunamente comporiam o próximo conteúdo abordado nas nossas aulas nas turmas do 2ª série do Ensino Médio, pelo fato de suas propriedades e operações permitirem o uso da planilha eletrônica. Além disso, chamou-nos a atenção que tais conteúdos normalmente necessitam de muitas operações aritméticas na resolução das atividades geralmente propostas, o que com o uso da planilha eletrônica, o trabalho seria reduzido, e, desta maneira, aumenta-se o interesse dos alunos na realização das mesmas. Sobre esse fato Cox afirma: “Entretanto, os softwares comerciais podem ser extremamente úteis ao processo de educação escolar; para tanto, cabe ao professor contextualizá-lo no processo de construção de conhecimento.” (COX, 2003, p. 45)

Assim, por tudo já exposto, a planilha eletrônica mostrou ser o *software* apropriado para ser utilizado no desenvolvimento deste trabalho, uma vez que a sua própria formatação, da forma matricial, assemelha-se ao que está sendo tratado, o que possibilita a associação do conteúdo com o aplicativo. Além disso, possui os recursos e ferramentas necessárias para a resolução das atividades propostas.

## 2 METODOLOGIA

---

### 2.1 “Caminhos” da Pesquisa e a Escolha Metodológica

A ideia da pesquisa teve início nas discussões e estudos realizados durante a disciplina Recursos Computacionais para o Ensino da Matemática, cursada no segundo semestre de 2012, como disciplina optativa deste Programa de Mestrado. Discussões essas que despertaram o interesse em aplicarmos um *software* que facilitasse a resolução de situações-problema, relacionadas aos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares. Conteúdos que seriam o próximo objeto de estudo em nossas aulas.

Partimos então para a escolha do *software* que melhor serviria ao desenvolvimento deste estudo. Após algumas análises e discussões com colegas e a orientadora deste trabalho, concluímos que a planilha eletrônica apresentava os requisitos necessários para tal. Assim, a pesquisa visa mostrar a viabilidade do uso da planilha eletrônica como ferramenta auxiliadora no ensino dos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares.

Esta pesquisa foi desenvolvida com o intuito de realizar uma experiência de caráter exploratório, que segundo Gil (2010), tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, explicitando o objeto de estudo; no caso, as vantagens do uso da planilha eletrônica no ensino de conteúdos de matemática. Utilizamos para obtenção dos dados atividades com situações-problema que deveriam ser solucionadas com o uso da planilha e, que depois de realizadas nos forneceu subsídios para a análise dos resultados.

Para análise desses dados foi utilizado os métodos quantitativos e qualitativos. Para tanto, aplicamos ao término das atividades um questionário com perguntas de caráter quantitativo, concluindo com perguntas de caráter qualitativo. Buscou-se desta forma complementar a pesquisa quantitativa com uma visão flexível e dinâmica do estudo realizado pela pesquisa qualitativa. Conforme Silveira (2004) o emprego simultâneo dos dois métodos traz benefícios à pesquisa, possibilitando de forma geral:

- a) Controlar vieses;
- b) Complementar a pesquisa quantitativa com uma visão da natureza dinâmica da realidade pela pesquisa qualitativa;
- c) Enriquecer as constatações obtidas sob condições de controle, no caso da pesquisa quantitativa, com dados obtidos dentro de um contexto natural de ocorrência pela pesquisa qualitativa;
- d) Confirmar a validade e a confiabilidade dos resultados pelo emprego de técnicas diferenciadas. (SILVEIRA, 2004, p.109)

A pesquisa quantitativa baseou-se na análise numérica e estatística dos dados coletados. Para tanto o questionário aplicado continha doze perguntas com o emprego de escalas. Ao marcar uma opção o aluno quantificava o seu interesse ou entendimento por aquilo que se questionava. A pesquisa qualitativa se deu ao longo do processo, pelas observações nos relatos e diálogos com os alunos à medida que as atividades foram progredindo e na análise das narrativas das perguntas do questionário aplicado.

Como caracteriza Silveira (2004), de forma geral, o método quantitativo retrata a sociedade por meio do emprego de variáveis e estudos estatísticos, enquanto o método qualitativo narra a sociedade em ação, interpretando o cenário, os autores e o processo evolutivo dos acontecimentos. Silveira alega ainda que o método quantitativo volta-se para os aspectos mais gerais, buscando construir leis sobre classes inteiras de fenômenos, enquanto o qualitativo pretende responder a questões mais específicas, em contextos também mais determinados.

Ainda com o intuito de otimizar as trocas de informações, utilizamos o correio eletrônico como meio de comunicação. Meio este que possibilitou maior agilidade e fluidez aos processos, bem como um menor manuseio de materiais impressos, facilidades possibilitadas pelo uso das novas tecnologias na educação:

Com essas novas tecnologias também se desenvolvem processos de aprendizagem a distância. São as listas e os grupos de discussão, [...] são os *e-mails* colocando professores e alunos em contato fora dos horários de aula, é a facilidade de troca de informações e trabalhos a distância [...]. (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2011, p.137)

Desta forma o uso do *e-mail* ampliou também o contato entre alunos e professor, o que facilitou tirar as dúvidas, dando maior agilidade ao envio e recebimento das atividades e às respostas aos questionamentos feitos pelos alunos.

## 2.2 Etapas da Pesquisa

### 2.2.1 Escolha dos sujeitos e cenário da pesquisa

A pesquisa foi realizada na cidade de Salinas – MG, com 79 alunos de cinco turmas do segundo ano dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do IFNMG – Campus Salinas. As turmas, objeto deste estudo, foram selecionadas pelo fato de serem regidas pelo professor que está desenvolvendo este trabalho, o que facilitou o acompanhamento e observação de todas as etapas da pesquisa. A idade desses alunos avaliados variou entre 15 e 19 anos, dos quais a grande maioria, 74%, tinha idade entre 16 e 17 anos; sendo 56% deles do sexo masculino e 44% do sexo feminino. Desses alunos, 31 integram o curso técnico em agropecuária, 22 o técnico em agroindústria e 26 o técnico em informática. Conforme se vê no GRÁF. 1.

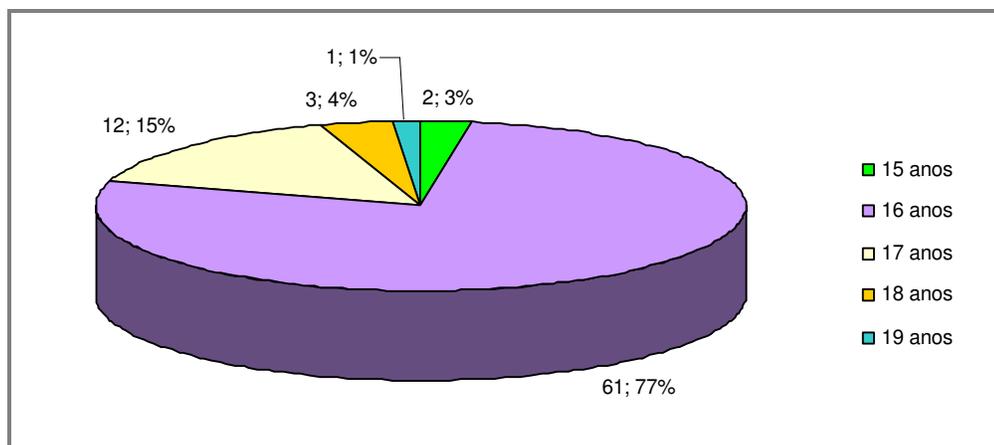


GRÁFICO 1 – Faixa etária dos alunos pesquisados

O referido estudo contou com 93% de participação dos alunos das turmas analisadas. Os demais não participaram por opção ou por estarem afastados legalmente durante a totalidade ou parte do período compreendido entre 5 de novembro e 14 de dezembro de 2012, período em que se deu o desenvolvimento deste trabalho.

O Currículo de Matemática para o Ensino Médio do IFNMG – Campus Salinas prevê carga horária anual de 120 horas, distribuídas ao longo de quatro bimestres, com três aulas semanais de cinquenta minutos cada. E o Plano de Curso para a segunda série do Ensino Médio aborda o estudo dos conteúdos: trigonometria e funções circulares; análise combinatória, probabilidade e estatística; matrizes, determinantes e sistemas lineares e geometria espacial e de posição. Assim, no período de desenvolvimento deste trabalho encontrávamo-nos no terceiro bimestre letivo.

Seguindo este modelo descrito, foi possível aplicar todas as atividades estabelecidas nos prazos predeterminados e simultaneamente ao desenvolvimento do conteúdo em sala de aula. Para tanto, não foi necessária nenhuma alteração no cronograma do plano de curso já existente e houve um enriquecimento do estudo dos conteúdos com a atividade extraclasse.

### **2.2.2 Estudo da planilha e preparo das atividades**

Esta etapa iniciou-se anteriormente à aplicação das atividades com os alunos. Realizamos um estudo sobre a planilha eletrônica, suas possibilidades, as ferramentas e recursos que seriam utilizados para a realização de cada atividade. Estudo este que facilitou e norteou o desenvolvimento das mesmas, permitindo também a elaboração de tutoriais direcionados aos objetivos pretendidos, tendo em vista que passamos a ter melhor conhecimento da ferramenta escolhida como recurso didático nesta pesquisa. Segundo Marinho (2004), o professor deve desempenhar o papel de pesquisador, investigando soluções e alternativas para aplicação do computador no processo ensino-aprendizagem. Assim, buscamos conhecer adequadamente o instrumento que utilizamos nesta pesquisa.

Prosseguindo o estudo, começamos a preparar as atividades, procurando criar situações mais tangíveis aos alunos e que ao mesmo tempo proporcionassem o alcance dos objetivos pretendidos. Simultaneamente à preparação das atividades, elaboramos os tutoriais de cada uma delas, preocupando sempre com a clareza da

linguagem e que possibilitasse ao aluno um perfeito entendimento do manuseio da planilha e da sua aplicação naquela situação específica que a atividade requeria.

Após o término deste preparo, testamos cada uma delas, observando detalhes, como, por exemplo, as possíveis falhas de entendimento que induzisse os alunos ao erro, fazendo assim as alterações e ajustes necessários. Com as atividades devidamente preparadas e testadas, aguardamos o momento oportuno para a aplicação das mesmas, que seria simultâneo ao estudo do conteúdo em sala de aula.

### **2.2.3 O desenvolvimento das atividades e a obtenção de dados**

Nesta pesquisa optamos pela realização das atividades em dupla e fora do horário escolar. Opção essa feita pelo fato dos alunos já estarem acostumados a realizar trabalhos das disciplinas técnicas<sup>6</sup> neste modelo e por entendermos que o trabalho realizado dessa maneira complementar o estudo dos conteúdos feitos em sala de aula.

Foram previstas a aplicação de sete atividades com a planilha eletrônica nas quais adotamos a seguinte metodologia: à medida que o estudo do conteúdo sobre matrizes, determinantes e sistemas lineares ia sendo realizado na sala de aula, com aulas expositivas e dialogadas, uma atividade relacionada ao assunto estudado era enviada, por *e-mail*, a cada dupla. Vale ressaltar ainda que, o IFNMG possibilita o acesso dos alunos à *internet*, através de computadores disponibilizados na biblioteca, o que permitiu a todos o recebimento e envio das atividades por *e-mail*. Cada atividade consta de duas planilhas, a primeira delas com o tutorial explicativo sobre o uso da planilha eletrônica, com exemplos da aplicação desejada e, na segunda constavam as atividades a serem realizadas.

Estipulamos um prazo de 2 a 4 dias para que os alunos enviassem via *e-mail*, a resolução das mesmas. Esse prazo variou em função da necessidade e complexidade do assunto abordado. Somente após o conteúdo referente à atividade

---

<sup>6</sup> O IFNMG – Campus Salinas oferece cursos técnicos subsequentes e integrados ao ensino médio, modalidade última, ao qual os alunos pesquisados pertencem.

ser estudado em sala de aula e cada dupla enviar a resolução da anterior, uma nova atividade era encaminhada. Assim, possibilitou-nos verificar as duplas que estavam tendo maior dificuldade nas resoluções e intervir marcando horários extras para auxiliá-las.

O conteúdo de cada atividade apresentou situações-problema, para cuja solução o aluno necessitava utilizar os conhecimentos prévios adquiridos na sala de aula, buscando uma interação entre a utilização do programa e a aplicação do conhecimento matemático estudado.

De acordo com os PCN+, o estudo dos conteúdos matemáticos deve buscar a contextualização que visa compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.

Compreender formas pelas quais a Matemática influencia nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir. Por exemplo, comparando os cálculos feitos pelas máquinas com aqueles feitos "com lápis e papel", e identificando a função, especificidades e valores de cada um desses meios na construção do conhecimento. (BRASIL, 2002, p.115)

Enfatizam ainda que, em relação à álgebra, esta deve receber um tratamento que priorize sua importância cultural, isto é, estender os conhecimentos que os alunos possuem sobre resolução de equações e de sistemas de duas e de três incógnitas. Devem aplicar esse estudo à resolução de problemas simples de outras áreas do conhecimento, dando uma abordagem mais qualitativa sobre o tema. Tais orientações nortearam a escolha e elaboração das situações-problema abordadas.

Ao término da realização das atividades aplicamos aos alunos participantes um questionário individual, visando à coleta de informações sobre os mesmos, bem como a percepção que tiveram do trabalho, do desenvolvimento das atividades e dos resultados obtidos. Vale ressaltar que dentre as três turmas analisadas, duas se formam pela junção de alunos de cursos técnicos distintos, o técnico em agropecuária com o técnico em informática. Assim, ao formar as duplas tivemos a preocupação de conciliar cada aluno das turmas de agropecuária com um de informática. O que facilitou muito no desenvolvimento do trabalho, pois os alunos do

técnico em informática possuem um bom conhecimento de utilização de *softwares* e aplicativos, auxiliando assim os alunos do curso em agropecuária.

Finalizando esse processo de coleta de informações, durante esse período de estudo dos conteúdos aplicamos duas avaliações, que serviram como instrumento para mensurar o desempenho do bimestre em curso e também possibilitou fazer um comparativo com o desempenho obtido nas avaliações dos conteúdos estudados nos bimestres anteriores, em que utilizamos a metodologia tradicional, com aulas dialogadas e expositivas. Esse comparativo nos subsidiou em mais dados para a análise dos resultados.

### 3 ATIVIDADES PROPOSTAS

Neste capítulo fazemos a descrição detalhada de cada atividade, os objetivos aos quais elas se propuseram, as situações-problema abordadas e a descrição dos tutoriais elaborados para cada uma delas.

#### Atividade 1 – Soma de Matrizes

Esta atividade<sup>7</sup> tem como objetivo verificar a capacidade do aluno em aplicar o conhecimento adquirido em sala de aula, sobre adição de matrizes, na resolução de uma situação-problema.

Para possibilitar a resolução da atividade através da planilha eletrônica, ela é acompanhada por uma segunda planilha<sup>8</sup>, que contém um tutorial detalhando de duas maneiras diferentes como realizar a soma de duas matrizes: utilizando um processo manual, em que o aluno tem de ir somando as células da planilha, processo semelhante ao que se faria com lápis e papel e, da outra forma, utilizando as fórmulas e comandos do programa. A FIG. 3, a seguir mostra as matrizes fornecidas no tutorial que serviram de exemplo para nortear a resolução da atividade.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Matriz A</b>						<b>Matriz B</b>		
2	2	3	4				-3	0	5
3	1	3	-2				4	1	2
4	0	-2	-5				-2	5	-1

FIGURA 3 – Matrizes fornecidas no Tutorial da Atividade 1

A FIG. 4 mostra a descrição dos passos necessários para efetuar a soma das matrizes A e B acima, fornecidas.

<sup>7</sup> Ver APÊNDICE C – Atividade 1: Soma de Matrizes

<sup>8</sup> APÊNDICE B – Tutorial da Atividade 1: Soma de Matrizes

4	Como exemplo vamos fazer a soma de duas matrizes 3x3 (A+B):								
5	1 - Escolha um intervalo de células (no nosso caso A2:C4) e em cada célula desse intervalo digite os termos da								
7	1ª matriz que deseja somar (no nosso caso $a_{11}=2, a_{12}=3, a_{13}=4, a_{21}=1, a_{22}=3, a_{23}=-2, a_{31}=0, a_{32}=-2$ e $a_{33}=-5$ );								
8	2 - Escolha um outro intervalo de células (no nosso caso G2:I4) e em cada célula desse intervalo digite os termos da								
9	2ª matriz que deseja somar; (no nosso caso $a_{11}=-3, a_{12}=0, a_{13}=5, a_{21}=4, a_{22}=1, a_{23}=2, a_{31}=-2, a_{32}=5$ e $a_{33}=-1$ );								
10	3 - Escolha uma nova célula (no nosso caso D6) e digite: = A2 (ou = e clique com o mouse sobre a célula A2) + G2								
11	(ou clique com o mouse sobre sobre G2) e enter;								
12	4 - Estenda este procedimento para a célula E6 ( no caso: =B2+H2) até a célula F8 (no caso: =C4+I4)								
13	obtendo assim a matriz 3X3 D6:F8 soma das matrizes A2:C4 e G2:I4.								
14	<b>Obs:</b> A formatação das matrizes, como bordas e cor do plano de fundo, fica a critério de cada um.								
15	Outra forma para se fazer a soma entre as duas matrizes é utilizando a barra de fórmulas do programa:								
16	1 – Como o mouse selecionar um intervalo para a matriz soma (por exemplo: H5:J7),								
17	2 - Na <b>barra de fórmulas</b> (espaço em branco após $f_x$ ) digitar =( e com o mouse selecionar o intervalo								
18	da 1ª matriz A2:C4 ou digitar A2:C4) + (com o mouse selecionar o intervalo da 2ª matriz G2:I4 ou digitar G2:I4 )								
19	e Ctrl+Shipt+Enter. (este último comando estenderá a soma para todas as células do intervalo selecionado).								
20	Obtendo assim a matriz 3X3 H6:J8 soma das matrizes A1:C3 e G1:I3.								

FIGURA 4 – Descrição dos Passos do Tutorial da Atividade 1

Já a atividade constitui de uma situação problema que exige dos alunos interpretação do problema proposto e que, a partir de informações previamente fornecidas, construam duas tabelas com o uso da planilha eletrônica, em que fornecem somas específicas de quatro outras tabelas dadas. Propõe também que se construam essas tabelas das duas maneiras descritas no tutorial. Metodologia essa que possibilitou aos alunos a comparação dos resultados obtidos nos dois métodos e, assim, observarem como a utilização do recurso computacional pode simplificar o processo. A atividade propunha ainda que, ao término da mesma, os alunos respondessem a três perguntas que exigem interpretação dos resultados, visando verificar o entendimento das respostas obtidas.

Vejamos a descrição do problema proposto nessa atividade:

*Um fazendeiro produz tomate, pimentão, cenoura e quiabo. Por se tratar de produtos perecíveis, ele efetua três colheitas semanais, nas terças, quintas e sábados.*

*As tabelas da FIG. 5 representam a colheita semanal (caixas de produtos) deste fazendeiro num determinado mês.*

1ª semana				2ª semana			
	Terça	Quinta	Sábado		Terça	Quinta	Sábado
Tomate	23	18	12	Tomate	15	22	17
Pimentão	14	11	18	Pimentão	21	17	13
Cenoura	27	32	45	Cenoura	32	30	27
Quiabo	60	28	47	Quiabo	55	43	65

3ª semana				4ª semana			
	Terça	Quinta	Sábado		Terça	Quinta	Sábado
Tomate	12	45	13	Tomate	31	30	21
Pimentão	27	13	43	Pimentão	23	16	14
Cenoura	18	30	27	Cenoura	18	24	31
Quiabo	43	11	15	Quiabo	25	22	16

FIGURA 5 – Tabelas da Atividade 1

Com o intuito de obter uma melhor visão de sua produção, o fazendeiro resolveu organizar novas tabelas:

**TABELA A** - Que represente sua produção mensal de cada tipo de produto por dia de colheita. Assim, poderá visualizar qual dia da semana a produção é maior.

**TABELA B** – Que represente a quantidade colhida por semana de cada produto, constando a soma mensal de sua produção. Assim, poderá visualizar qual é a semana do mês mais produtiva e o total de sua produção.

Construa as tabelas A e B desejadas pelo fazendeiro utilizando as duas formas de soma de matrizes vistas como exemplo e responda:

- 1 - Em qual dia da semana a sua colheita foi maior?
- 2 - Em qual semana deste mês obteve a maior produção de cada produto?
- 3 - Qual foi a semana em que ele colheu a maior quantidade de caixas de verduras? E qual foi sua produção total mensal?

### Atividade 2 – Multiplicação de uma Matriz por um Escalar

A atividade<sup>9</sup> 2 envolve a aplicação dos conhecimentos adquiridos sobre multiplicação de matrizes por um escalar. Objetiva também a percepção, por parte do aluno, de como o uso da planilha pode facilitar a obtenção de dados, bem como mostrar que a operação de multiplicar uma matriz por um escalar pode ter utilidade prática no cotidiano.

<sup>9</sup> Ver APÊNDICE E – Atividade 2: Multiplicação de matrizes por Escalar

Essa atividade também é acompanhada por um tutorial<sup>10</sup>, que demonstra de duas maneiras diferentes como obter uma matriz resultante da multiplicação dos elementos de matriz dada por um escalar. Observemos, conforme FIG. 7 como realizar a multiplicação da matriz da FIG. 6 por -4, situação apresentada no tutorial dessa atividade.

	A	B	C	D
1	<b>Matriz A</b>			
2	2	3	4	
3	1	3	-2	
4	0	-2	-5	
5				

FIGURA 6 – Matriz fornecida na Atividade 2

Passos para realizar a multiplicação:

Como exemplo vamos fazer o produto do escalar <b>-4</b> por uma matriz <b>A</b> do tipo 3x3:				
<b>1</b> - Escolha um intervalo de células (no caso A2:C4) e digite em cada célula desse intervalo os termos da matriz A que desejamos multiplicar por -4; (no exemplo acima: $a_{11}=2$ , $a_{12}=3$ , $a_{13}=4$ , $a_{21}=1$ , $a_{22}=3$ , $a_{23}=-2$ , $a_{31}=0$ , $a_{32}=-2$ e $a_{33}=-5$ );				
<b>2</b> - Escolha um outro intervalo de células do mesmo tamanho da matriz A (no caso E2:G4) e digite em cada célula, começando por E2: $=-4*A2$ e depois enter (ou $=-4*$ e clique sobre A2 e enter),				
<b>3</b> - Estenda este procedimento às demais células do intervalo E2:G4, em F2: $=-4*B2$ e enter, ..., em G4: $=-4*C4$ e enter. obtendo assim a matriz 3X3 E2:G4 produto de -4 pela matriz A: A2:C4.				
<b>Obs:</b> A formatação das matrizes, como bordas e cor do plano de fundo, fica a critério de cada um.				
Uma outra maneira para efetuar o produto é utilizando os comandos da barra de fórmulas:				
<b>1</b> – Com o mouse selecione um outro intervalo (no caso I2:K4);				
<b>2</b> - Na <b>barra de fórmulas</b> (espaço em branco após $fx$ ) digite: $=-4*$ (com o mouse selecione o intervalo A2:C4 ou digite A2:C4) e depois Ctrl+Shift+Enter (este último comando estenderá o produto para todas as células do intervalo selecionado).				
Obtendo assim a matriz 3X3 I2:K4 produto de -4 pela matriz A: A2:C4.				

FIGURA 7 – Descrição dos passos do Tutorial da Atividade 2

Já a atividade requer que a partir de uma tabela previamente fornecida, simulando valores de produtos fabricados por empresas fictícias, construamos uma nova tabela, aplicando um reajuste predeterminado nos valores, além de uma terceira tabela que forneça o acréscimo sofrido na mercadoria. O aluno ainda deve responder a uma questão que exige a interpretação dos resultados obtidos.

A situação-problema proposta nesta segunda atividade foi a seguinte:

<sup>10</sup> Ver APÊNDICE D – Tutorial da Atividade 2: Multiplicação de matrizes por Escalar

Um representante comercial vende 5 tipos de produtos, sendo que cada um desses produtos é fabricado por 4 empresas.

A tabela A, figura 8, fornece o preço de custo de cada produto. Com o intuito de organizar o seu lucro, o representante resolveu elaborar duas outras tabelas :

**Tabela 1** - Que forneça o preço de venda dos produtos, já que a margem de lucro é de 25% sobre o preço de custo de cada produto.

**Tabela 2** - Que forneça o lucro obtido pela venda de cada unidade de produto.

8		Tabela A			
9		Fabricante X	Fabricante Y	Fabricante Z	Fabricante T
10	Produto A	47,30	43,80	51,00	49,20
11	Produto B	12,20	16,30	14,50	17,50
12	Produto C	135,00	112,50	109,80	115,20
13	Produto D	22,00	23,00	19,10	16,20
14	Produto E	14,70	15,10	14,90	13,90

FIGURA 8 – Tabela da Atividade 2

Construa as tabelas desejadas pelo representante, utilizando soma de matrizes e produto de um escalar por matrizes e responda:

Em sua opinião existe algum dos fabricantes para qual o representante deverá empenhar-se para vender os seus produtos, pois lhe dará maior lucro? Justifique sua resposta:

### Atividade 3 – Multiplicação entre Matrizes

Para a realização da atividade<sup>11</sup> 3 vamos utilizar parte dos dados obtidos na atividade 1, sendo necessário para tanto que o aluno também aplique o conhecimento adquirido em sala de aula sobre a multiplicação entre matrizes.

O tutorial elaborado para essa atividade também explica de duas maneiras diferentes como realizar a multiplicação entre matrizes: montando o algoritmo da multiplicação na barra de fórmulas da planilha e, utilizando as funções do programa. Isso objetivou familiarizar o aluno com o algoritmo da multiplicação entre matrizes, bem como as múltiplas opções de aplicação do programa e, em particular, com as funções matemáticas disponibilizadas por ele.

<sup>11</sup>Ver APÊNDICE G – Atividade 3: Multiplicação de matrizes

Matriz A 3x2		Matriz B 2x3			
1	2		1	-1	3
-2	2		0	1	2
1	0				

FIGURA 9 – Matrizes fornecidas no Tutorial da Atividade 3

Abaixo, na FIG. 10, temos a descrição dos passos necessários para efetuar o produto da matriz A pela matriz B.

Como exemplo iremos efetuar o produto de uma matriz A 3x2 por outra B 2x3, resultando numa matriz 3x3:
<b>Obs.:</b> O produto de Matrizes só pode ser efetuado com matrizes do tipo: $m \times n$ por $n \times k = m \times k$ .
<b>1</b> – Escolha um intervalo de células (como por exemplo: A2:B4) e digite em cada célula do intervalo os elementos da matriz A 3x2 que iremos multiplicar;
<b>2</b> – Em outro intervalo (no caso F2:H3) digite os elementos da matriz B 2x3;
<b>3</b> – Escolha um outro intervalo de células 3x3 (no nosso caso C6:E8) e na 1ª célula desse intervalo (selecione C6) digite: = mais a soma dos produtos de cada elemento da 1ª linha da 1ª matriz com os elementos da 1ª coluna da 2ª matriz (no caso: =A2*F2+B2*F3 e enter);
<b>4</b> – Analogamente, repita o procedimento em cada célula do intervalo C6:E8 (ex: para D6 temos, =A2*G2+B2*G3 e enter; ... ; para E8 temos, =A4*H2+B4*H3 e enter), obtendo assim a matriz 3X3 C6:E8 produto da matriz A A2:B4 com a matriz B F2:H3.
Outra maneira de efetuar o produto A x B, é utilizando a barra de fórmulas do programa:
<b>1</b> – Com o mouse selecione um outro intervalo de células 3x3 (no caso G6:I8),
<b>2</b> – Na barra de fórmulas clique em fx (aparecerá a caixa de diálogo "inserir função"), no campo: <b>selecione uma categoria</b> , escolha: matemática e trigonométricas e no campo: <b>selecione uma função</b> , escolha: <b>MATRIZ.MULT</b> , depois OK;
<b>3</b> – Aparecerá uma outra caixa de diálogo "Argumentos da Função" com dois campos para inserir as matrizes em que iremos multiplicar: no primeiro campo ( <b>Matriz 1</b> ) digite o intervalo da 1ª matriz (A2:B4) ou com o mouse selecione as células desse intervalo, no segundo campo ( <b>Matriz 2</b> ) digite o intervalo da 2ª matriz (F2:H3) ou com o mouse selecione as células desse intervalo e depois <b>Ctrl+Shift+Enter</b> . (este último comando estenderá o produto para todas as células do intervalo selecionado). Obtendo assim a matriz 3X3 G6:I8 produto da matriz A2:B4 com F2:H3.

FIGURA 10 – Descrição dos passos do Tutorial da Atividade 3

Para resolver essa atividade é necessário que o aluno realize a multiplicação dos dados de uma tabela na forma matricial 4 por 3, obtida no desenvolvimento da primeira atividade, por outra 3 por 4, obtendo uma nova matriz da forma 4 por 4.

A situação-problema proposta nessa nova atividade foi a seguinte:

*O fazendeiro da atividade 1 pode fornecer seus produtos para três comerciantes. Como ele pretende fornecer para apenas um deles, resolveu montar uma tabela que mostre o valor obtido com a venda de seus produtos se fornecido para cada comerciante. Assim, poderá verificar qual a melhor opção de venda para sua produção.*

*A tabela A, da FIG. 11, fornece o valor pago para cada caixa de verdura.*

9	<b>Tabela A</b>				
10		Tomate	Pimentão	Cenoura	Quiabo
11	Comerciante A	25,00	32,00	16,00	12,00
12	Comerciante B	23,00	30,00	17,00	14,00
13	Comerciante C	24,00	31,00	15,00	13,00
14					

FIGURA 11 – Tabela da Atividade 3

Usando multiplicação de matrizes, construa uma nova tabela que forneça o preço de venda da produção, levando em consideração, a tabela B da atividade 1 que fornece a produção do fazendeiro.

Para qual dos comerciantes, baseado na produção do mês em questão, é mais vantajoso para o fazendeiro fornecer seus produtos?

### Atividades 4 e 5 – Determinantes de Matrizes 2x2 e 3x3

As quarta<sup>12</sup> e quinta<sup>13</sup> atividades tratam do cálculo de determinantes. A atividade quatro de determinantes de matrizes 2 por 2 e a cinco, de matrizes 3 por 3. Nessas atividades o aluno tem que calcular o determinante das matrizes de duas formas distintas. A primeira delas construindo o algoritmo na barra de fórmulas, utilizando para tanto as operações de adição e de multiplicação necessárias. Esse método, que por ser similar ao utilizado para o cálculo de determinantes no papel, possibilita que o aluno compreenda o método matemático usado no cálculo do determinante de uma matriz quadrada. Já a segunda maneira, através do uso das funções existentes no programa, possibilita ao aluno obter diretamente o resultado do determinante de uma matriz. O aluno tem ainda que, através de um exemplo dado, mostrar a validade da relação de Binet<sup>14</sup>.

Durante o estudo do conteúdo em sala de aula, propositadamente não apresentamos aos alunos a relação de Binet. Dessa forma ao realizar as atividades

<sup>12</sup> Ver APÊNDICE I – Atividade 4: Cálculo de Determinantes de Matrizes 2x2

<sup>13</sup> Ver APÊNDICE K – Atividade 5: Cálculo de Determinantes de Matrizes 3x3

<sup>14</sup> Jacques Philippe Marie Binet (1.786-1.856), matemático francês e um dos precursores no estudo dos fundamentos da teoria matricial. Responsável pelo teorema que leva seu nome em que diz: “Sejam A e B duas matrizes quadradas de mesma ordem e AB a matriz-produto, dessa forma, temos que  $\det(AB) = \det(A) \times \det(B)$ .”

os alunos teriam a oportunidade de perceber através da solução a validade dela. Fato esse que se confirmou nas discussões em sala de aula após a entrega das atividades. Resultando em um momento de discussão e reflexão sobre as propriedades dos determinantes. Aproveitamos assim para apresentar a relação de Binet e testarmos outros exemplos através do uso da planilha e *data show*.

O tutorial da atividade 5 fornece uma matriz 2 por 2, FIG. 12 e, os passos necessários para se calcular o determinante dessa matriz, FIG. 13.

	A	B	C
1	<b>Matriz 2x2</b>		
2	1	3	
3	-1	2	
4			

FIGURA 12 – Matriz fornecida no Tutorial 4

Neste exemplo iremos calcular o determinante de uma matriz 2x2:
<b>Obs.:</b> O determinante de uma matriz 2x2 é dado pelo produto dos elementos da diagonal principal menos o produto dos elementos da diagonal secundária.
<b>1</b> – Selecione um intervalo de células (no caso A2:B3) e digite em cada célula do intervalo os elementos da matriz 2x2 cujo determinante iremos calcular;
<b>2</b> – Selecione outra célula (no caso D4) onde iremos calcular o determinante, digite: $=A2*B3 - (A3*B2)$ e enter. Aparecerá em D4 o valor 5, que é o determinante da matriz A2:B3.
Outra maneira para calcular o determinante da matriz é utilizando a fórmula do programa:
<b>1</b> – Selecione uma célula (por exemplo: D6) onde iremos calcular o determinante;
<b>2</b> – Na barra de fórmulas clique em <b>fx</b> (aparecerá uma caixa de diálogo) em selecione uma categoria, selecione: <b>Matemática e Trigonométrica</b> e em selecione uma função: <b>MATRIZ.DETERM.</b> , depois <b>OK</b> ;
<b>3</b> – Aparecerá um campo para inserir o intervalo da matriz em que iremos calcular o determinante, selecione com o mouse o intervalo da matriz da qual iremos calcular o determinante ou digite: A2:B3 e depois ok.

FIGURA 13 – Passos para o cálculo de Determinantes de Matrizes 2x2

A situação-problema proposta na atividade quatro foi a seguinte:

**a** - Usando as duas formas de se obter o determinante através da planilha eletrônica, calcule os determinantes das matrizes A e B abaixo.

**b** - Multiplique todos os elementos da primeira linha de A por 3 e calcule o determinante da matriz obtida. Justifique o resultado encontrado:

**c** - Calcule o **determinante da matriz (AxB)** e compare com o resultado do “**det(A) x det(B)**”, justifique sua resposta.

Matriz A		Matriz B	
-1	3	2	-2
2	1	4	1

FIGURA 14 – Tabela da Atividade 4

A atividade cinco diferencia da anterior pelo fato de que além do cálculo do determinante ser de uma matriz 3 por 3, solicita ao aluno que efetue operações com linhas e colunas da matriz e assim, fazer uma análise sobre a influência dessas operações nos valores dos novos determinantes obtidos.

O tutorial dessa atividade apresenta uma matriz 3 por 3, FIG. 15, e a descrição dos passos necessários para o cálculo do seu determinante.

	A	B	C	D
1	<b>Matriz 3x3</b>			
2	-2	-1	1	
3	-1	2	0	
4	2	3	-4	
5				
6				

FIGURA 15 – Matriz fornecida no Tutorial da Atividade 5

A seguir, FIG. 16, temos a descrição dos passos, fornecidos no tutorial, para efetuar o cálculo do determinante da matriz 3x3 dada.

Neste exemplo iremos calcular o determinante de uma matriz 3x3:
<b>Obs.:</b> O determinante da matriz 3x3 será calculado utilizando a Regra de Sarrus.
<b>1</b> – Selecione um intervalo de células (no caso A2:C4) e digite em cada célula do intervalo os elementos da matriz 3x3 cujo determinante iremos calcular;
<b>2</b> – Selecione outra célula (por exemplo: E5) onde iremos calcular o determinante e digite: $=A2*B3*C4+B2*C3*A4+C2*B4*A3 - (C2*B3*A4+B2*A3*C4+A2*B4*C3)$ e enter. Aparecerá em E5 o valor 13, que é o determinante da matriz A2:C4 procurado.
Outra maneira para calcular o determinante da matriz é utilizando a barra de fórmulas do programa:
<b>1</b> – Selecione uma célula (no caso E7) onde iremos calcular o determinante;
<b>2</b> – Na barra de fórmulas clique em <b>fx</b> (aparecerá uma caixa de diálogo) em selecione uma <b>categoria</b> , selecione: Matemática e Trigonométrica e em selecione uma função: <b>MATRIZ.DETERM.</b> , depois OK;
<b>3</b> – Aparecerá um campo para inserir o intervalo da matriz em que iremos calcular o determinante, selecione com o mouse o intervalo ou digite o intervalo: A2:C4 e depois ok.

FIGURA 16 – Passos para o cálculo de Determinantes de Matrizes 3x3

A situação problema proposta nessa atividade foi a seguinte:

**a** - Usando as duas formas de se obter o determinante através da planilha eletrônica, calcule os determinante da matriz  $A$ , FIG. 17, abaixo.

Matriz A		
3	-2	1
1	2	-1
4	2	0

FIGURA 17 – Tabela da Atividade 5

**b** - Multiplique os elementos de uma das colunas dessa matriz por um escalar qualquer e some o resultado obtido com os respectivos elementos de outra coluna, obtendo assim uma matriz  $B$  (por exemplo: multiplique cada elemento da 1ª coluna por 2 e some-os aos elementos da 3ª coluna, assim o primeiro elemento da 3ª coluna passará a ser:  $a_{13} = 2 \times 3 + 1 = 7$ ,  $a_{23} = 2 \times 1 - 1 = 1$ ,  $a_{33} = 2 \times 4 + 0 = 8$ ).

Calcule através da planilha eletrônica o valor do determinante da matriz  $B$ ; justifique o resultado obtido.

**Obs.:** Este procedimento poderá ser obtido multiplicando qualquer coluna ou linha por qualquer valor, que o resultado seria o mesmo. Teste multiplicando os elementos de uma linha por outro valor e some o resultado à outra linha.

### Atividade 6 – Determinante de Matrizes nxn

A atividade<sup>15</sup> requer que o aluno exercite o cálculo do determinante de matrizes 4 por 4, utilizando a regra de Chió<sup>16</sup>. Além de revisar operações de soma e multiplicação de matrizes.

No tutorial<sup>17</sup> dessa atividade apresentamos uma matriz 5 por 5, FIG.18, e a descrição dos passos necessários para a obtenção do seu determinante.

<sup>15</sup> Ver APÊNDICE M – Atividade 6: Cálculo de Determinantes de Matrizes nxn

<sup>16</sup> Felice Chio (1.813-1.871), matemático italiano conhecido principalmente por seus trabalhos para simplificar o cálculo de determinantes. A regra para o cálculo de determinantes de matrizes de ordem  $n$ ,  $n \geq 3$  que leva seu nome, possibilita obter outra matriz de ordem  $n-1$ , cujo determinante é igual ao determinante da matriz original.

Matriz A (desenho 1)				
-2	-1	1	2	6
-1	2	0	-1	1
2	3	-4	2	-2
1	0	2	2	2
3	-2	-1	3	5

FIGURA 18 – Matriz fornecida no Tutorial da Atividade 6

A FIG. 19 apresenta os passos descritos para o cálculo do determinante da matriz dada.

Neste exemplo iremos calcular o determinante de uma matriz 5x5, para qualquer outra matriz quadrada o procedimento é análogo.
<b>Obs.:</b> O determinante da matriz 5x5 será calculado utilizando a <b>Regra de Chió</b> .
<b>1</b> – Selecione um intervalo de células (no caso A2:E6) e digite em cada célula do intervalo os elementos da matriz 5x5 cujo determinante iremos calcular (desenho 1);
<b>2</b> - Note que o primeiro elemento da terceira coluna da matriz <b>A</b> é igual a <b>1</b> , assim ele será o nosso <b>pivô</b> ;
<b>3</b> - Eliminando a linha e a coluna as quais pertence o pivô e subtraindo de cada elemento restante o produto dos dois elementos eliminados, que pertenciam à linha e à sua coluna, obtendo assim a matriz do desenho 2, que multiplicada por $(-1)^{3+1}$ terá o mesmo determinante da matriz <b>A</b> original (desenho 3);
<b>4</b> - Como $(-1)^4$ é igual a 1, o determinante de <b>A</b> será o mesmo da matriz do <b>desenho 4</b> ,
<b>5</b> - Aplicando o processo novamente na matriz 4 x 4, obteremos uma matriz 3 x 3, cujo determinante poderá ser calculado pela Regra de Sarrus, como $(-1)^5$ é igual a <b>-1</b> , o valor do determinante será menos o valor do determinante da matriz do desenho 5,
<b>6</b> – Selecione outra célula (por exemplo: M10), onde iremos calcular o determinante da matriz do desenho 5 obtida e, digite: = -1*(G9*H10*I11+H9*I10*G12+I9*H11*G10 – (I9*H10*G11+H9*G10*I11+G9*H11*I10)) e enter.
<b>Obs.:</b> Se quiséssemos, poderíamos aplicar novamente a Regra de Chió na matriz 3 x 3 e calcular o determinante da 2 x 2 obtida (faça um teste).
<b>Outra maneira para calcular o determinante da matriz é utilizando a fórmula do programa:</b>
<b>1</b> – Selecione uma célula (no caso R10) onde iremos calcular o determinante;
<b>2</b> – Na barra de fórmulas clique em <b>fx</b> (aparecerá uma caixa de diálogo) em <b>selecione uma categoria</b> , selecione: Matemática e Trigonométrica e em <b>selecione uma função</b> : <b>MATRIZ.DETERM.</b> , depois <b>OK</b> ;
<b>3</b> – Aparecerá um campo para inserir o intervalo da matriz em que iremos calcular o determinante, selecione com o mouse o intervalo ou digite: A2:E6 e depois ok.

FIGURA 19 – Passos para o cálculo de Determinantes de Matrizes nxn

A situação-problema proposta nessa sexta atividade foi a seguinte:

<sup>17</sup> Ver APÊNDICE L – Tutorial da Atividade 6: Cálculo de Determinantes de Matrizes nxn

1 - Calcule o determinante das matrizes A e B da FIG. 20; use a Regra de Chió até obter uma matriz 2 x 2 e depois calcule o determinante dessa nova matriz obtida;

5											
6		<b>Matriz A</b>					<b>Matriz B</b>				
7		-1	0	4	2		0	1	-1	-3	
8		5	1	3	-2		1	1	-1	2	
9		2	1	-1	2		0	1	1	-3	
10		3	1	-3	4		3	-2	-1	4	
11											
12											

FIGURA 20 – Tabela da Atividade 6

2 - Usando soma e multiplicação de matrizes, obtenha a matriz  $M = (A + B) \times B$ ;

3 - Calcule o determinante da matriz M obtida (usando a barra de fórmulas do programa).

### Atividade 7 – Resolução de Sistemas Lineares

A última das sete atividades<sup>18</sup> trata da resolução de sistemas lineares. Para tanto apresenta dois sistemas com três equações lineares de três incógnitas, onde o aluno deverá resolvê-los com o auxílio da planilha eletrônica. O método utilizado para a resolução foi a regra de Cramer<sup>19</sup>, opção feita pelos próprios alunos, no período em que foi realizado o estudo do conteúdo em sala da aula. A atividade também solicita que o aluno resolva uma situação-problema, que requer a montagem e resolução de um sistema linear.

No tutorial<sup>20</sup> que acompanha essa atividade é fornecido um sistema linear de três equações com três incógnitas, FIG. 21, e as matrizes que representam esse sistema, além da descrição dos passos para a resolução do sistema dado, conforme se vê na FIG. 22.

<sup>18</sup> Ver APÊNDICE O – Atividade 7: Resolução de Sistemas Lineares pela Regra de Cramer

<sup>19</sup> Gabriel Cramer (1.704-1.752), matemático suíço que desenvolveu importantes trabalhos nas áreas da acústica, teoria das curvas e álgebra. É famoso o teorema em sua homenagem que dá a solução de sistemas de equações lineares em termos de determinantes.

<sup>20</sup> Ver APÊNDICE N – Tutorial da Atividade 7: Resolução de Sistemas Lineares pela Regra de Cramer

Abaixo temos duas matrizes que representam o sistema linear: (a matriz do Sistema e a Matriz Completa do Sistema)						$x + y + 2z = 1$ $2x + 3y + 3z = 2$ $4x + 4y + 5z = 3$
<b>Matriz do Sistema</b>			<b>Matriz Completa do Sistema</b>			
x	y	z	x	y	z	B
1	1	2	1	1	2	1
2	3	3	2	3	3	2
4	4	4	4	4	4	3

FIGURA 21 – Sistema Linear fornecido no Tutorial da Atividade 7

A FIG. 22, a seguir, nos fornece os passos dados no tutorial, para a resolução do sistema representado pelas matrizes acima.

Como exemplo iremos resolver o sistema linear acima, utilizando a <b>Regra de Cramer</b> :
<b>1</b> – No intervalo <b>K6:M8</b> digite a matriz <b>Ax</b> , obtida pela substituição da <b>1ª coluna</b> da matriz do Sistema (valores de x) pela <b>4ª coluna</b> (coluna B) da matriz Completa do Sistema;
<b>2</b> – No intervalo <b>O6:O8</b> digite a matriz <b>Ay</b> , obtida pela substituição da <b>2ª coluna</b> da matriz do Sistema (valores de y) pela <b>4ª coluna</b> (coluna B) da matriz Completa do Sistema;
<b>3</b> – No intervalo <b>S6:U8</b> digite a matriz <b>Az</b> , obtida pela substituição da <b>3ª coluna</b> da matriz do Sistema (valores de z) pela <b>4ª coluna</b> (coluna B) da matriz Completa do Sistema;
<b>4</b> – Nas células <b>C11</b> , <b>M11</b> , <b>Q11</b> e <b>U11</b> , calcule o determinante das matrizes <b>A</b> , <b>Ax</b> , <b>Ay</b> e <b>Az</b> , respectivamente; <b>Obs:</b> Como o <b>det(A) = -4</b> , o sistema possui solução.
<b>5</b> - Na célula <b>M13</b> digite: <b>=M11/C11</b> (obtendo assim, o valor de x); na célula <b>Q13</b> digite: <b>=Q11/C11</b> (obtendo assim, o valor de y); na célula <b>U13</b> digite: <b>=U11/C11</b> (obtendo assim, o valor de z); Assim, a solução do sistema é <b>S = {(1/4, 1/4, 1/4)}</b> .

FIGURA 22 – Descrição dos passos para resolução do Sistema linear

A situação problema-proposta na sétima atividade foi a seguinte:

**1 - Determine se existem, as soluções dos sistemas lineares abaixo (use a Regra de Cramer):**

$$\begin{cases} 2x + y + z = 9 \\ -x + 2y + 2z = 3 \\ -2x + 3y + 5z = 7 \end{cases} \quad \begin{cases} 3x + y + 6z = 32 \\ -5x + 3y - 8z = -12 \\ x - 3y + 2z = -16 \end{cases}$$

**2-** Resolva o problema abaixo, utilizando a planilha eletrônica:

Em um supermercado, há três marcas de cestas básicas, A, B e C, cada uma contendo macarrão, arroz e feijão.

As cestas diferenciam-se não pelo conteúdo, mas pela quantidade desses produtos, assim distribuídos:

**Cesta A** - 3 pacotes de macarrão, 1 de arroz e 2 de feijão;

**Cesta B** - 5 pacotes de macarrão, 2 de arroz e 3 de feijão;

**Cesta C** - 2 pacotes de macarrão, 1 de arroz e 3 de feijão;

Sabendo que o preço das cestas são respectivamente, R\$ 20,00, R\$ 35,00 e R\$ 21,00, qual é o valor do pacote de cada produto citado?

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

---

Após o término das atividades realizadas pelos alunos e aplicação do questionário, demos início à análise dos dados coletados. Serviram como instrumentos para esta coleta, além das atividades e do questionário já citados, as observações feitas ao longo de todo o processo, bem como os *e-mails* trocados, as falas e discussões durante as aulas e encontros nesse período de aproximadamente um mês e meio em que se desenvolveu esta pesquisa. Por conseguinte, faremos uma discussão detalhada das observações e troca de informações no decorrer do processo, das atividades aplicadas e, por último, a análise das respostas obtidas no questionário.

### 4.1 Análise e Discussões das Observações e Troca de Informações

Desde o princípio, quando propusemos o desenvolvimento deste trabalho, a aceitação e interesse demonstrados pelos alunos foram imediatos. O que para nós não foi surpresa, visto que é perceptível neles o desejo e facilidade de trabalharem e manusearem equipamentos e aplicativos tecnológicos. Aliado a esse fato, percebemos ainda, o entusiasmo deles em experimentarem essa nova metodologia. Conforme pode ser observado nos trechos a seguir, obtidos no questionário:

*“Que melhorou meu aprendizado e compreensão da matéria, pois o computador nos influencia mais, a fazer as atividades.”*

*“De uma forma nova de entender e aprender o conteúdo dado em sala de aula e conseguir fazer que a aula não fique tão chata, mudando outras formas de se aprender.”*

*“Foi boa, pois tudo que tem a ver com computador chama minha atenção.”*

A análise desses trechos nos faz entender que foi relevante para os alunos essa nova maneira de trabalhar com os conteúdos, dando-lhes a oportunidade de manusearem ferramentas tecnológicas e em especial a planilha eletrônica. Para os alunos foi uma forma diferente e proveitosa de aprender o que havia sido ministrado em sala de aula. Percebemos a importância de estarmos mudando nossa prática,

especialmente fazendo uso das novas tecnologias. As barreiras e dificuldades que surgem na operacionalização desses equipamentos são superadas, uma vez que os alunos sentem-se mais motivados na busca pelo entendimento da operacionalização adequada do programa, o que influencia diretamente no aprendizado do conteúdo. A esse respeito, Kenzki (2.007) já chamava a nossa atenção.

As novas tecnologias de comunicação (TICs), sobretudo a televisão e o computador, movimentaram a educação e provocaram novas mediações entre a abordagem do professor, a compreensão do aluno e o conteúdo veiculado. [...] Quando bem utilizadas, provocam a alteração dos comportamentos de professores e alunos, levando-os a um melhor conhecimento e maior aprofundamento do conteúdo estudado. (KENSKI, 2007, p. 45)

É o que percebemos durante o desenvolvimento da pesquisa, nas observações feitas, nas conversas com os alunos e, que também fica claro nos registros de alguns deles:

*“Nunca havia usado, achei dificuldades, não consegui sozinho realizar os comandos que o programa exigia, mas depois de aprender me senti um pouco mais acostumado.”*

*“No começo tive dúvidas mas depois percebi que era fácil e isso acabou me ajudando no processo de aprendizagem.”*

*“Ao utilizar esse software (planilha eletrônica) em sala de aula a primeira impressão minha é que fosse difícil, mas ao decorrer da execução da atividade percebi o quanto essa ferramenta é prática.”*

*“Eu tinha um conhecimento básico sobre o software e no início tive um pouco de dificuldade por causa das fórmulas, mas no fim peguei o jeito e facilidade em mecher.”*

Os relatos acima mostram que a dificuldade inicial encontrada por alguns no manuseio do programa não os desestimulou. Houve uma busca em procurar entender o funcionamento das ferramentas do programa, o que possibilitou uma superação dessas dificuldades pela maioria dos alunos. Fato este que também percebemos no volume de *e-mails* recebidos, com dúvidas sobre as atividades, durante o processo.

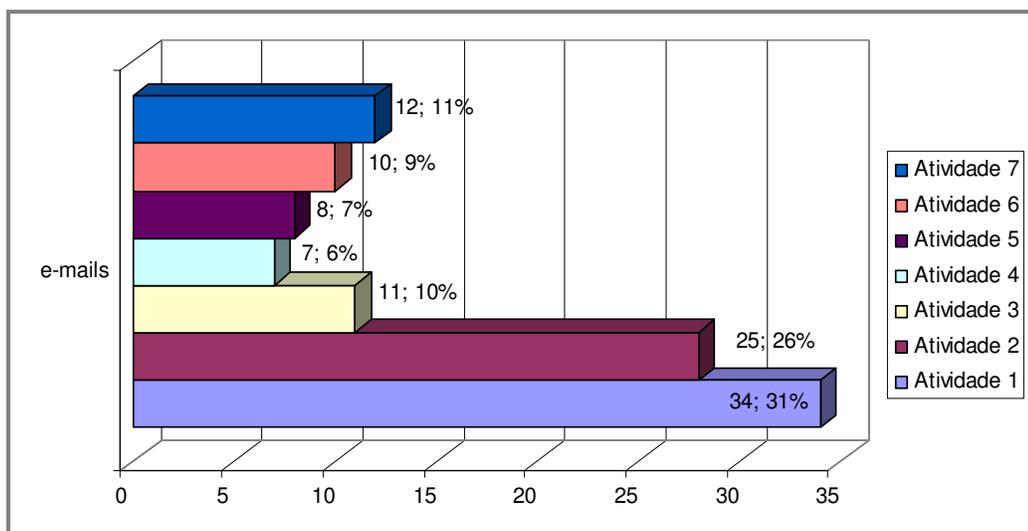


GRÁFICO 2 – E-mails de Dúvidas Recebidos

Pelo GRÁF. 2 verificamos que 57% dos *e-mails*, contendo dúvidas, foram recebidos durante o período da aplicação das duas primeiras atividades, sendo que a maioria deles solicitava informações sobre a utilização das ferramentas e comandos da planilha. Vale ainda ressaltar que antes de iniciarmos as atividades, demos uma aula sobre a planilha, suas aplicações e uso das ferramentas do programa. Apesar desta precaução, somente após iniciar os trabalhos, quando de fato os alunos começaram a manusear o *software*, é que as dúvidas e dificuldades surgiram. Fato esse que podemos constatar em alguns *e-mails* recebidos nesse período, como o destacado a seguir:

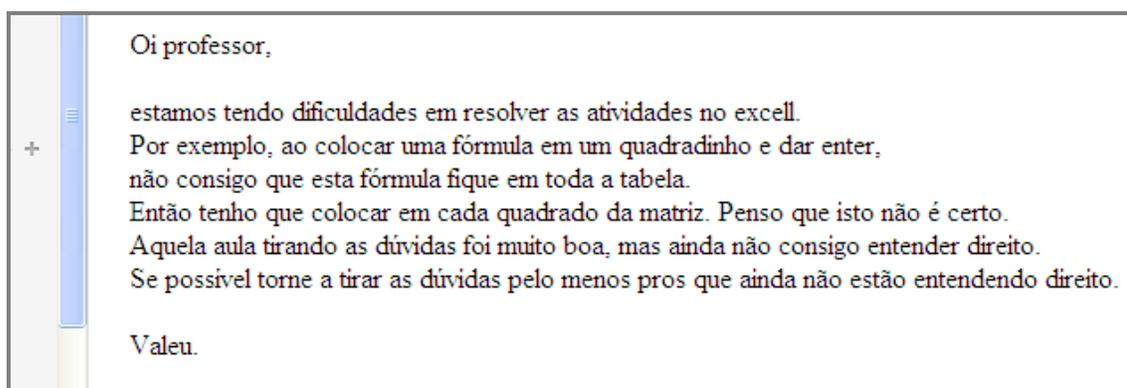


FIGURA 23 – E-mail de aluno

Assim, ao percebermos que as dificuldades na utilização do *software* poderiam comprometer o desenvolvimento do trabalho, marcamos horários extras

para sanar estas dúvidas. Intervenção esta que apresentou bons resultados, pois a partir da terceira atividade o volume de *e-mails* recebidos contendo dúvidas caiu consideravelmente, conforme verificado no GRAF. 2, voltando a ter um ligeiro aumento nas últimas atividades, não mais pela dificuldade com a planilha, mas pela complexidade delas.

Outro aspecto que auxiliou bastante no desenvolvimento das atividades, foi os tutoriais descritivos orientando a utilização da planilha, que acompanhava cada atividade. Orientações essas que auxiliaram no entendimento do funcionamento das ferramentas do programa e, que possibilitou a redução de intervenções por parte do professor. Fato este que pode ser comprovado no relato de alguns dos alunos.

*“Que seria uma forma mais fácil e menos cansativa de aprender. Sem falar que os roteiros ajudaram muito.”*

*“A impressão foi de muita dificuldade, pois nunca tinha utilizado a planilha eletrônica, mas a atividade estava ajudando bastante, pois estava com as orientações.”*

Os tutoriais<sup>21</sup> detalhavam os passos a serem realizados pelo aluno na execução das atividades propostas, bem como apresentava exemplos resolvidos que norteavam os procedimentos a serem adotados por eles. Após a confecção de cada tutorial tomamos o cuidado de testá-los, certificando de que a maneira como estava exposto e principalmente a linguagem e termos utilizados permitiam clareza e o perfeito entendimento por parte dos alunos.

#### **4.2 Análise e Discussão das Atividades**

As atividades foram realizadas em duplas e tivemos a necessidade de formar um trio, pois tínhamos 79 alunos<sup>22</sup>. Assim, participaram deste estudo 39 grupos. O GRÁF. 3 apresenta um condensado dos resultados obtidos após a correção das sete atividades realizadas pelos alunos.

---

<sup>21</sup> Mais detalhes sobre os tutoriais, ver Capítulo 3, Atividades Propostas, pág. 46.

<sup>22</sup> Para maiores detalhes sobre os sujeitos da pesquisa, ver 2.2.1. Escolha dos sujeitos e cenários da pesquisa, pág. 41.

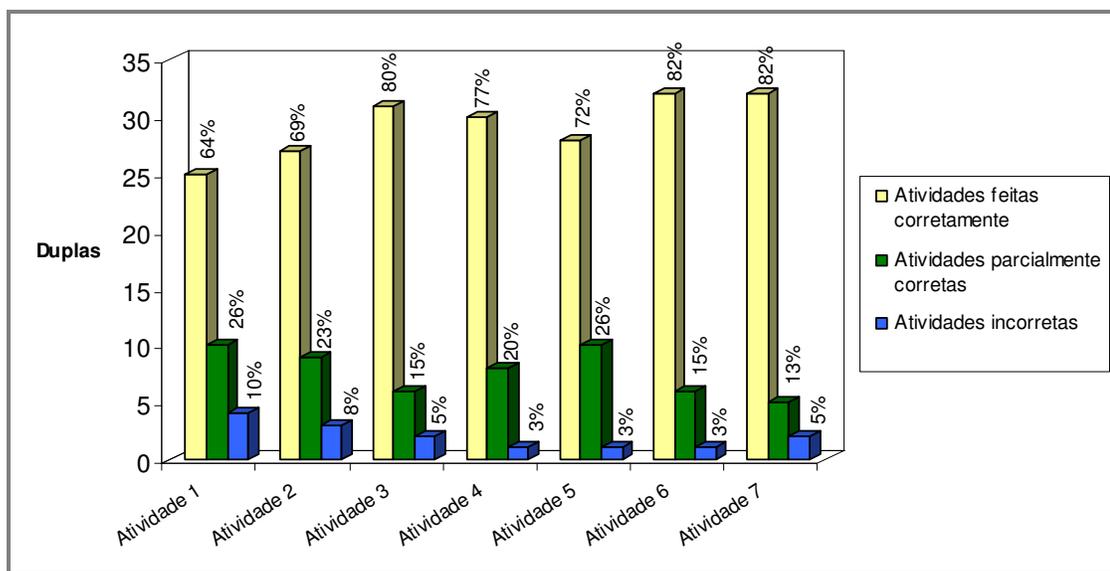


GRÁFICO 3 – Resultado das atividades

Percebemos assim que, em média, 75% de cada atividade foram resolvidas sem erros. Índice este que consideramos altamente satisfatório, pois à medida que as atividades eram realizadas o índice de acerto aumentava, chegando aos 82% nas duas últimas atividades. Creditamos ao fato de que com o decorrer do tempo os alunos familiarizavam-se com a metodologia e o uso das ferramentas do *software*.

Verificamos ainda pelo GRÁF. 3, que aproximadamente 20% das atividades foram feitas de forma parcialmente corretas, ou seja, continham pequenos erros nas fórmulas ou montagem das tabelas. Os erros comprometeram em parte os resultados, mas contribuíram para enriquecer as discussões em sala de aula, pois à medida que recebíamos as atividades por *e-mail* e, percebíamos que certos erros apresentados ocorriam por não entendimento do conteúdo, ou em alguns casos por má interpretação do problema, levávamos a situação para dentro da sala de aula e em muitos casos a discussão extrapolava o problema apresentado. Isso demonstrava o interesse e envolvimento dos alunos com as atividades, visto que procuravam resolvê-las da melhor maneira possível e sanar os erros apresentados.

Verificamos também que apenas 5% das atividades, não foram resolvidas de forma adequada, apresentando erros que comprometiam tanto o resultado do problema, quanto a montagem da situação-problema na planilha. Índice esse que se refere a duas duplas que por não terem prática e familiaridade com o uso de

computadores e *softwares* demonstraram certa dificuldade de, em tão pouco tempo, compreender adequadamente o uso da planilha. Situação essa que passou despercebida por nós durante as intervenções e observações ao longo do processo, mas que não comprometeram os resultados, visto que, a grande maioria dos alunos conseguiu resolver as atividades.

Outro aspecto que aponta o envolvimento e interesse demonstrado pelos alunos ao realizarem as atividades foi o fato de procurarem personalizar os seus trabalhos, mudando a formatação original, cores, formas e disposições, conforme podemos verificar na atividade realizada por duas alunas, FIG. 24. Situação esta também observada nas discussões em sala de aula, pois os alunos faziam questão de mostrarem os trabalhos feitos e socializar as novas descobertas no manuseio da planilha.

9	Em um supermercado, há três marcas de cestas básicas, A, B e C, cada uma contendo macarrão, arroz e feijão.											
10	As cestas diferenciam-se não pelo conteúdo, mas pela quantidade desses produtos, assim distribuídos:											
11	Cesta A - 3 pacotes de macarrão, 1 de arroz e 2 de feijão;											
12	Cesta B - 5 pacotes de macarrão, 2 de arroz e 3 de feijão;											
13	Cesta C - 2 pacotes de macarrão, 1 de arroz e 3 de feijão;											
14												
15	Sabendo que o preço das cestas são respectivamente, R\$ 20,00, R\$ 35,00 e R\$ 21,00, qual é o valor do pacote de cada produto citado?											
16												
17	<b>RESOLUÇÃO</b>											
18	Matriz A			AX			AY			AZ		
19	2	1	1	9	1	1	2	9	1	2	1	9
20	1	2	2	3	2	2	-1	3	2	-1	2	3
21	2	3	5	7	3	5	-2	7	5	-2	3	5
22												
23	det (A) = 6			det (AX) = 30			det (AY) = 10			det(AZ) = 10		
24												
25	Matriz B			BX			BY			BZ		
26	3	1	6	32	1	6	3	32	6	3	1	32
27	-5	3	-8	-12	3	-8	-5	-12	-8	-5	3	-12
28	1	-3	2	-16	-3	2	1	-16	2	1	-3	-16
29												
30	det (B) = 20			det (BX) = 80			det (BY) = 160			det(BZ) = 40		
31												
32	Matriz C			CX			CY			CZ		
33	3	1	2	20	1	2	3	20	2	3	1	20
34	5	2	3	35	2	3	5	35	3	5	2	35
35	2	1	3	21	1	3	2	21	3	2	1	21
36												
37	Det (C) = 2			Det (CX) = 4			det(CY) = 16			det(CZ) = 6		
38												
39												
40												
41	macarrão = $\frac{\text{Det (CX)}}{\text{Det (C)}} =$ R\$ 2,00			arroz = $\frac{\text{Det (CY)}}{\text{Det (C)}} =$ R\$ 8,00			feijão = $\frac{\text{Det (CZ)}}{\text{Det (C)}} =$ R\$ 3,00					
42												
43												

FIGURA 24 – Atividade nº 7 realizada por duas alunas

Notamos que houve preocupação em não apenas resolver adequadamente as tarefas, mas também em tornar mais agradável visualmente o resultado final. Segundo Miranda (2006) a implantação de computadores no ambiente escolar altera diversos aspectos em seu interior, principalmente quando utilizado em sala de aula, por menor que seja a sua utilização, parecem provocar alterações, adaptações, medos e incertezas, podendo deixar esse ambiente mais imprevisível, mais

dinâmico, provocando questões como, por exemplo, a valor da ludicidade no ato de aprender.

Comparando alguns trabalhos pudemos observar a variedade de soluções. Apesar do tutorial descritivo dado ser limitado em termos de opções de soluções para a atividade a qual se refere, muitos trabalhos apresentaram soluções distintas das sugeridas pelo tutorial. Tratando sobre o uso da tecnologia para o aprendizado da matemática, as Novas Orientações Curriculares para o Ensino Médio salienta que a escolha de um programa adequado torna-se um fator determinante para a qualidade do aprendizado, despertando no aluno a imaginação e capacidade criativa:

É com a utilização de programas que oferecem recursos para a exploração de conceitos e idéias matemáticas que está se fazendo um interessante uso de tecnologia para o ensino da Matemática. Nessa situação, o professor deve estar preparado para interessantes surpresas: é a variedade de soluções que podem ser dadas para um mesmo problema, indicando que as formas de pensar dos alunos podem ser bem distintas; a detecção da capacidade criativa de seus alunos, ao ser o professor surpreendido com soluções que nem imaginava, quando pensou no problema proposto; o entusiástico engajamento dos alunos nos trabalhos, produzindo discussões e trocas de idéias que revelam uma intensa atividade intelectual. (BRASIL, 2006, p.89)

Verificamos, assim, após a análise das atividades realizadas, que a grande maioria dos alunos não somente conseguiu manusear corretamente as ferramentas do *software*, montando adequadamente as tabelas exigidas, bem como inserir as fórmulas necessárias, como também demonstrou entendimento do conteúdo abordado e criatividade nas resoluções das atividades.

### **4.3 Análise e Discussão do Questionário**

Conforme já explicitado anteriormente, o questionário<sup>23</sup> foi aplicado aos alunos ao término da realização das sete atividades com a planilha. As 16 questões contidas no questionário visavam identificar informações gerais sobre os alunos, o conhecimento em informática, assim como o desenvolvimento e opinião deles em relação ao trabalho feito.

---

<sup>23</sup> Ver APÊNDICE A – Questionário Aluno

As duas primeiras questões continham informações do perfil dos alunos estudados e já foram analisadas no capítulo 2, metodologia, subseção 2.2.1. A partir daí as demais questões que tratam do conhecimento em informática e do desenvolvimento do trabalho serão analisadas a seguir.

Uma das razões pela qual a aceitação da proposta da realização deste trabalho foi imediata pelas turmas, também pôde ser constatada na análise das respostas as perguntas 3 e 4 do questionário.

A questão 3, continha a seguinte pergunta: *Como você avalia o seu conhecimento em informática?* ( ) Ruim, ( ) Regular, ( ) Bom, ( ) Ótimo.

O GRÁF. 4 apresenta o resultado obtido a este questionamento

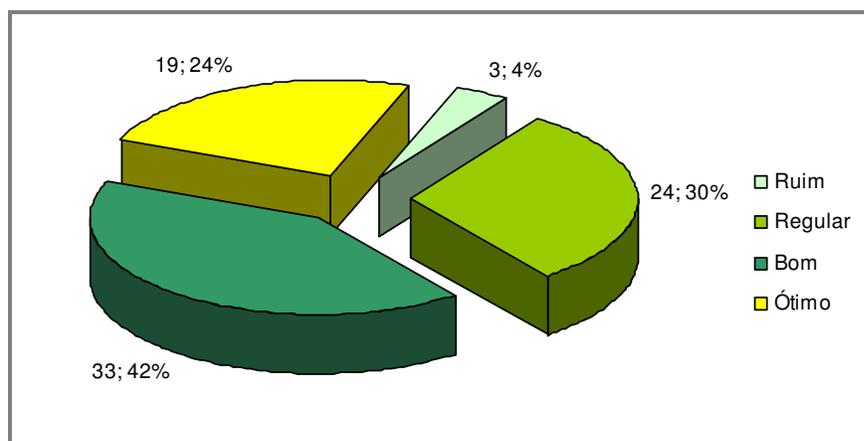


GRÁFICO 4 – Conhecimento Prévio em Informática

Verificamos pelo GRÁF. 4 que 66% dos alunos avaliados já possuíam um ótimo ou bom conhecimento em informática, fato este que contribuiu para a boa aceitação da proposta e facilitou o desenvolvimento das atividades sugeridas. Entretanto, 4% deles possuíam um conhecimento ruim em informática, o que exigiu atenção especial a esses alunos, marcando horários extras para sanar dúvidas sobre o uso das ferramentas e funções do programa. O resultado à quarta pergunta do questionário além de ratificar a percepção anterior, confirma a discussão feita em relação aos autores que embasaram este trabalho. Dentre os quais destaco Cox (2003), Tajra (2008) e Miranda (2006), que chamam a atenção para a importância do uso dos computadores e *softwares* na educação, visto que já fazem parte do

cotidiano dos alunos e possibilitam novas formas de apreenderem o conhecimento. Vejamos o que Miranda diz sobre isso:

Mais recentemente, a escola tem se defrontado com outra fonte de informação, que extrapola a passividade do ouvinte, transformando-o em agente ativo do processo. O computador no cotidiano de uma parte de nossa sociedade atravessa os muros da escola, trazendo possibilidade de decidirmos o que conhecer e como interferir no processo apresentado nas telas e, também dialogar com pessoas com quem talvez cheguemos a ter um contato pessoal, provocando novos tipos de relações sociais e virtuais. (MIRANDA, 2006, p.45)

Do ponto de vista de Leite (2003), o educando deve vivenciar novas formas de ensinar, sendo de suma importância que incorpore em suas práticas as novas tecnologias. Ainda segundo ela, essa incorporação tecnológica não pode ser compreendida apenas como o uso mecânico dos recursos tecnológicos, mas deve abranger também o domínio crítico da linguagem tecnológica. Entendemos que aliar o uso de softwares ao estudo da matemática torna-se uma importante metodologia não apenas para o estudo dos conteúdos, mas também propicia a incorporação tecnológica por professores e alunos.

A questão 4 tinha o seguinte questionamento: *Com que frequência você normalmente utiliza o computador?* ( ) não utilizo, ( ) raramente, ( ) regularmente.

O GRÁF. 5 reproduz os resultados obtidos a este questionamento.

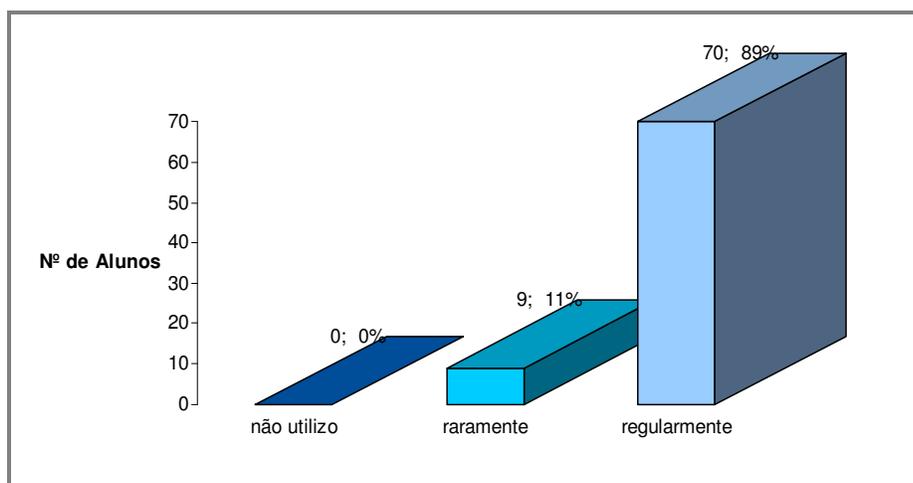


GRÁFICO 5 – Utilização do Computador

Observa-se que aproximadamente 89% dos alunos pesquisados já faziam uso regular do computador. Ajudou muito na obtenção destes dados o fato de que entre duas das três turmas analisadas parte dos alunos cursar o técnico em informática e assim, já ter familiaridade e identificação com os recursos tecnológicos. Se compararmos com o GRÁF. 4, anteriormente apresentado, verificamos que apesar de um pequeno número dos alunos terem afirmado ter um conhecimento ruim em informática, neste novo cenário todos demonstraram ter algum contato, mesmo que pequeno, com a informática. O que vem de encontro ao fato, já constatado, que os jovens hoje têm acesso regular à informática, através de jogos, internet, redes sociais, dentre outros, o que facilita o entendimento e a aplicação de *softwares* no estudo da matemática.

Aspectos esses que demonstram que os recursos tecnológicos estão presentes no cotidiano de todos os nossos alunos. Razão pela qual possibilitou a maioria deles sentir-se segura ao desenvolver as atividades. A esse respeito o PCN+ trata como um dos objetivos gerais para o estudo da matemática no Ensino Médio, a condução do aluno a sentir-se seguro da própria capacidade de construir conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a autoestima e a perseverança na busca de soluções:

Nesse processo, deve-se provocar a motivação do aluno, ou seja, criar situações de desequilíbrio para despertar o interesse. Para que isso ocorra, invariavelmente o professor deve propor situações-problema, desafios e questões instigantes. (BRASIL, 2002, p.52)

Após estas ponderações cremos que fazer uso dos recursos computacionais é uma boa maneira de estimulá-los ao estudo da matemática, visto que a baixa motivação dos alunos tem sido um dos grandes entraves para o desenvolvimento das atividades em sala de aula.

Prosseguindo nessa análise, as questões 5 e 6 do questionário versavam sobre o conhecimento prévio do *software* a ser utilizado nas atividades e o seu uso cotidiano.

Questão 5: *Você já conhecia a planilha eletrônica?* ( ) Sim, ( ) Não.

Questão 6: *Com que frequência você normalmente utiliza a planilha eletrônica?* ( ) Não utilizo, ( ) Raramente, ( ) Regularmente.

O GRÁF. 6 a seguir condensa os resultados a estes questionamentos.

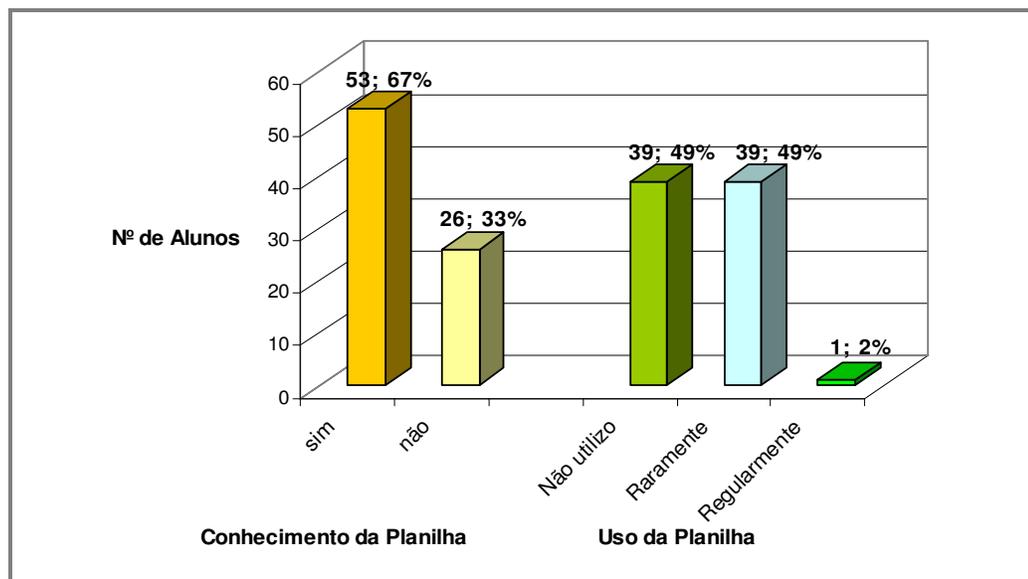


GRÁFICO 6 – Conhecimento e Utilização prévios da Planilha Eletrônica

Verificamos que quando questionados quanto ao conhecimento e ao uso da planilha eletrônica, apesar da maioria dos alunos, 67%, já demonstrarem ter tido contato com ela, apenas um dentre eles a utilizava regularmente. Temos ainda que, além dos 26 alunos que não conheciam o programa, outros 13, apesar de já o conhecerem, nunca o tinham utilizado. Desconhecimento este que não comprometeu o bom uso do *software* e desenvolvimento das atividades.

Na visão de Marinho (2004), o computador encontra-se tão presente no nosso cotidiano que seria então normal um determinado público apresentar facilidade de compreensão quando em contato com novos *softwares*.

O computador, de alguma forma, menos ou mais evidente, está presente no cotidiano de qualquer cidadão, principalmente como instrumento acelerador operacional. Com sua linguagem própria, binária, numa simples redução a 1 e 0, trazendo impactos maiores ou menores ao nível da sociedade, utilizado em diferentes escalas, com uma capacidade cada vez maior de interação com o usuário, o computador passa a ser, sem dúvida, determinante de uma nova era na história da civilização humana. (MARINHO, 2004, p.2).

Creditamos assim, esse bom desempenho no entendimento das atividades ao fato desses alunos estarem acostumados a utilizar diversos outros programas, tornando-se natural que a assimilação e aprendizagem no manuseio de um novo *software*.

As respostas às questões 7 e 8, que tratam do entendimento e dificuldades no uso e manuseio das ferramentas e funções do programa, retratam esse desempenho.

Questão 7: *Você sentiu dificuldades em utilizar a planilha eletrônica?* ( ) Sim, ( ) Parcialmente, ( ) Não.

Questão 8: *Você conseguiu entender e utilizar bem todas as funções e comandos do programa exigidos?* ( ) Sim, ( ) Parcialmente, ( ) Não.

O GRÁF. 7 apresenta os resultados obtidos a estas questões.

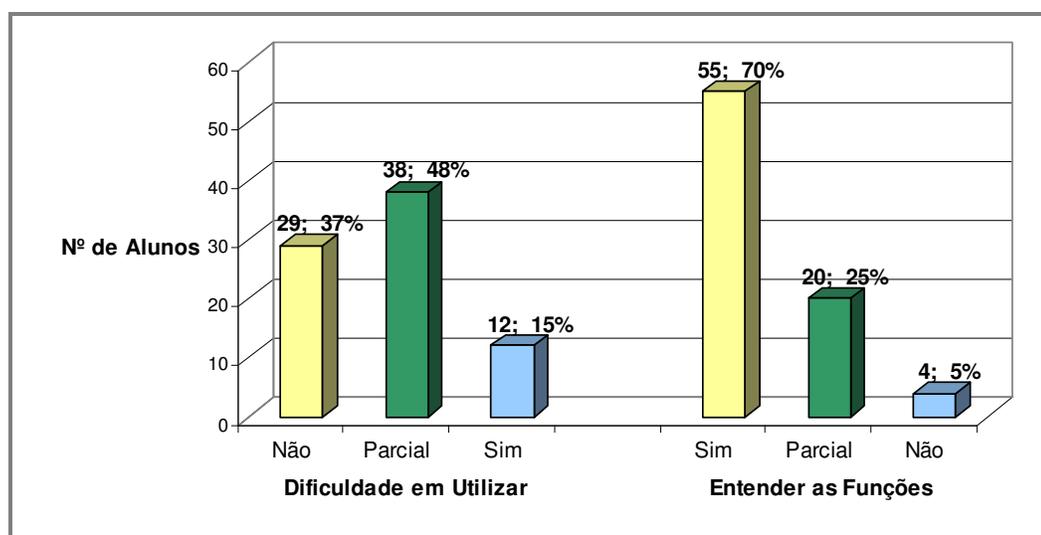


GRÁFICO 7 – Dificuldades no Uso e Entendimento das Funções da Planilha Eletrônica

Pelos dados coletados nestas questões, temos que após analisar as respostas dadas à questão 7, 67 alunos, cerca de 85%, afirmaram não ter encontrado dificuldades ou ter parcial dificuldade em utilizar a planilha eletrônica e portanto, somente 15% encontraram dificuldade em manuseá-la adequadamente. Temos ainda, analisando as primeiras colunas das respostas dadas às duas questões, que apesar de apenas 29 alunos não terem encontrado dificuldade com a planilha, este número aumenta significativamente para 55 quando questionados se entenderam e utilizaram adequadamente as funções e comandos da planilha. O que nos leva a entender que apesar das dificuldades naturais encontradas na utilização de um novo *software*, houve uma superação dessas dificuldades ao longo do desenvolvimento dos trabalhos.

Obtivemos outra significativa informação deste GRÁF. 7, quando analisamos as terceiras colunas das respostas dadas às questões, que, apesar de 12 alunos ter encontrado dificuldade em manuseá-la, apenas 4 deles não conseguiram superar essa dificuldade. O que nos leva a concluir que 67% dos alunos, que encontraram dificuldades, conseguiram superá-las e realizar a atividades propostas adequadamente.

Sobre este fato Sutherland (2009) trata os alunos como solucionadores criativos, chamando a atenção para a capacidade destes de superar as dificuldades quando deparam com novas ferramentas matemáticas.

Os estudantes batalham para achar maneiras de resolver problemas, e isso envolve usar ferramentas que estejam disponíveis a eles, sendo que a ideia de ferramentas inclui tanto as ferramentas matemáticas e os símbolos quanto o meio usado, tais como papel, lápis ou calculadora. (SUTHERLAND, 2009, p.56)

Observamos também esta capacidade de se adaptar ao meio utilizado. Neste caso a planilha eletrônica, nas respostas dadas à questão 11, onde apenas 4 dentre os alunos não conseguiram concluir todas as atividades de forma satisfatória.

Questão 11: *Você conseguiu fazer todas as atividades de matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares propostas com a planilha eletrônica?* ( ) Sim, ( ) Parcialmente, ( ) Não.

O GRÁF. 8 retrata as respostas obtidas a este questionamento.

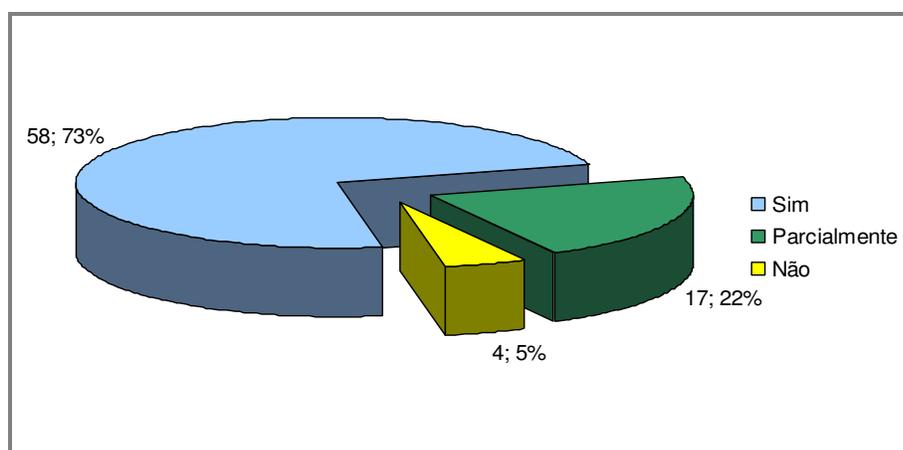


GRÁFICO 8 – Êxito na Realização das Atividades

No GRÁF. 8 podemos observar que 58 alunos, cerca de 73%, obtiveram êxito na realização de todas as atividades propostas. Fato este que nos leva a crer que a escolha das atividades, bem como a estratégia traçada para o desenvolvimento deste trabalho foi eficaz e, proporcionaram um excelente resultado no entendimento dos conteúdos estudados, como logo veremos.

Notamos também que 22% deles obtiveram êxito parcial na realização das atividades e que apenas 5%, ou seja, 4 alunos, não corresponderam à estratégia traçada, apontando para o fato de que alguns alunos apresentam dificuldade em usar formas alternativas e diferenciadas no estudo da matemática. Remete-nos a entendermos que por melhor que seja a estratégia pedagógica utilizada, dificilmente conseguimos atingir a todos como desejamos.

O PCN+ Ensino Médio sugere que o professor proponha o trabalho diversificado na sala de aula e o trabalho coletivo entre alunos e entre os diversos professores, de forma que possa atender adequadamente todos os alunos de uma classe heterogênea. Esse documento pressupõe que a situação normal em uma sala de aula é a diferença de ritmo, de motivação e de formação, e de que devemos respeitar o direito de todos de acesso ao conhecimento. Destaca ainda alguns dos vários e importantes aspectos das novas competências docentes.

[...] orientar e mediar o ensino para aprendizagem do aluno; comprometer-se com o sucesso da aprendizagem dos alunos; **assumir e saber lidar com a diversidade existente entre os alunos**; incentivar atividades de enriquecimento cultural; desenvolver práticas investigativas; elaborar e executar projetos para desenvolver conteúdos curriculares; **utilizar novas metodologias, estratégias e materiais de apoio**; desenvolver hábitos de colaboração e trabalho em equipe. (Brasil, 2002, p.137) (grifo nosso).

Por isso, tão importante quanto necessário para um ensino eficaz, é a utilização de estratégias diversificadas e variados recursos pedagógicos, de forma que se possa assim atingir a todos os alunos, que, por sua diversidade, aprendem em tempos e maneiras diferenciadas.

Devido às dificuldades encontradas por esses alunos, principalmente no entendimento e manuseio das ferramentas da planilha, nota-se claramente nos seus relatos uma rejeição pelas atividades que foram propostas:

*“Muito estranho, pelo programa a gente não utilizar cálculos e fórmulas normalmente utilizadas nos exercícios e prova.”*

*“Eu só apliquei o que aprendi em sala de aula nas planilhas eletrônicas, deu só para dar uma ajuda no conteúdo, no meu conhecimento, mas não foi de grande relevância esse aprendizado.”*

*“Muito complicado.”*

*“Eu achei muito complicado porque tenho dificuldade de entender matemática e quase não uso o computador.”*

Verificamos também, nas observações feitas em sala de aula, a preferência desses alunos pelas aulas expositivas e dialogadas, tradicionalmente utilizadas no ensino da matemática. Fato este que vem ratificar a necessidade da diversificação das metodologias utilizadas.

Entretanto, quando analisamos os resultados obtidos com as perguntas 9 e 10, verificamos que, com o uso da planilha eletrônica, houve um significativo acréscimo na compreensão e apreensão do conhecimento dos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares em relação ao aprendizado que normalmente esses mesmos alunos têm com os outros conteúdos de matemática.

Questão 9: *Você normalmente tem dificuldades em compreender os conteúdos de matemática ? ( ) Sim, ( ) Parcialmente, ( ) Não.*

Questão 10: *Quando você estudou na sala de aula o conteúdo de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares. Sentiu dificuldade em compreendê-los? ( ) Sim, ( ) Parcialmente, ( ) Não.*

O GRÁF. 9 faz um comparativo entre as respostas dadas às duas questões.

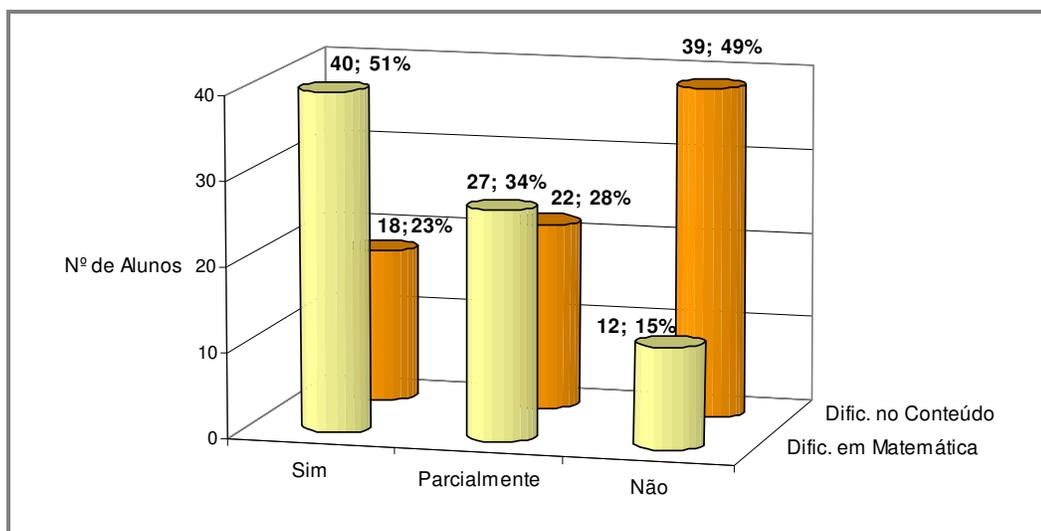


GRÁFICO 9 – Dificuldade em Matemática e no Conteúdo de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares

Pelo GRÁF. 9 verificamos que 40 alunos, aproximadamente 51%, apresentam dificuldades no entendimento dos conteúdos de matemática e que, após o desenvolvimento do trabalho com a planilha eletrônica, apenas 18 deles, cerca de 23%, apresentaram dificuldades no conteúdo de matrizes, determinantes e sistemas lineares. O que constata que a metodologia utilizada obteve eficácia, facilitando e contribuindo expressivamente para a compreensão dos conteúdos.

Outro dado que consideramos bastante relevante é que, a princípio, apenas 12 alunos afirmavam não ter dificuldades no estudo da matemática e, após o desenvolvimento do trabalho o número dos que afirmaram não ter encontrado dificuldades nos conteúdos pesquisados, passou a ser de 39 alunos. Um aumento relativo de 225% na compreensão desses conteúdos em relação ao que normalmente compreendem nos demais conteúdos de matemática.

Creditamos esse aumento não somente pela metodologia diferenciada utilizada, mas também pela superação nos estudos, ao sentirem-se estimulados na realização das atividades. Além disso, ampliaram os horários de estudo. Tratando sobre a flexibilidade curricular, as Novas Orientações Curriculares para o Ensino Médio despertam para a necessidade da adoção de metodologias de ensino diversificadas na prática escolar. Estabelecem que, para cumprir as suas finalidades, as escolas deverão organizar os currículos do Ensino Médio de forma a adotar

situações de ensino e aprendizagem que estimulem a criatividade, a autonomia e favorecer situações que acolham o convívio com a diversidade.

[...] estão estabelecidos como princípios pedagógicos estruturadores dos currículos a identidade, a diversidade e a autonomia, cabendo aos sistemas de ensino e as escolas (i) buscarem o melhor tratamento e adequação possível às necessidades dos alunos e do meio social, desenvolvendo mecanismos de participação da comunidade, a fim de possibilitar o respeito às condições e às necessidades de espaço e tempo de aprendizagem e ao uso das várias possibilidades pedagógicas; [...] (Brasil, 2002, p.126)

Nos depoimentos de outros alunos verificamos essa contribuição dada pelo uso da planilha eletrônica na compreensão e entendimento do conteúdo.

*“Na minha opinião, o uso de softwares matemáticos, ajudam-nos a compreender o que se é explicado em sala de aula, e nos mostra em que determinadas matérias são aplicadas no nosso dia a dia.”*

*“A planilha eletrônica nos permitiu um melhor entendimento da matéria, visto que utilizamos o conteúdo de forma prática.”*

*“Eu acho que é um ótimo mecanismo para o ensino da matemática, principalmente para alunos que tem dificuldades em tal matéria, eu mesmo tenho um pouco de dificuldade e achei que o uso de softwares torna a matéria mais didática e fácil de ser compreendida.”*

*“O software é muito prático. O método além de economizar tempo é mais didático, uma vez que demonstra a matemática de uma forma lúdica.”*

*“Através da aplicação na planilha eletrônica pude compreender mais claramente o conteúdo trabalhado, facilitando o meu aprendizado.”*

Ainda tratando sobre o uso da planilha eletrônica, as questões 12 e 13 do questionário visavam aferir a satisfação deles em ter feito as atividades com a planilha e a contribuição por ela dada no desenvolvimento das mesmas. Obtivemos os seguintes resultados:

Questão 12: *Você gostou de fazer as atividades de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares com o uso da planilha eletrônica?* ( ) Sim, ( ) Parcialmente, ( ) Não.

Questão 13: *Em sua opinião as atividades com Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares com a planilha eletrônica contribuíram no aprendizado do conteúdo?* ( ) Sim, ( ) Parcialmente, ( ) Não.

O GRÁF. 10 a seguir retrata os resultados obtidos a estas questões:

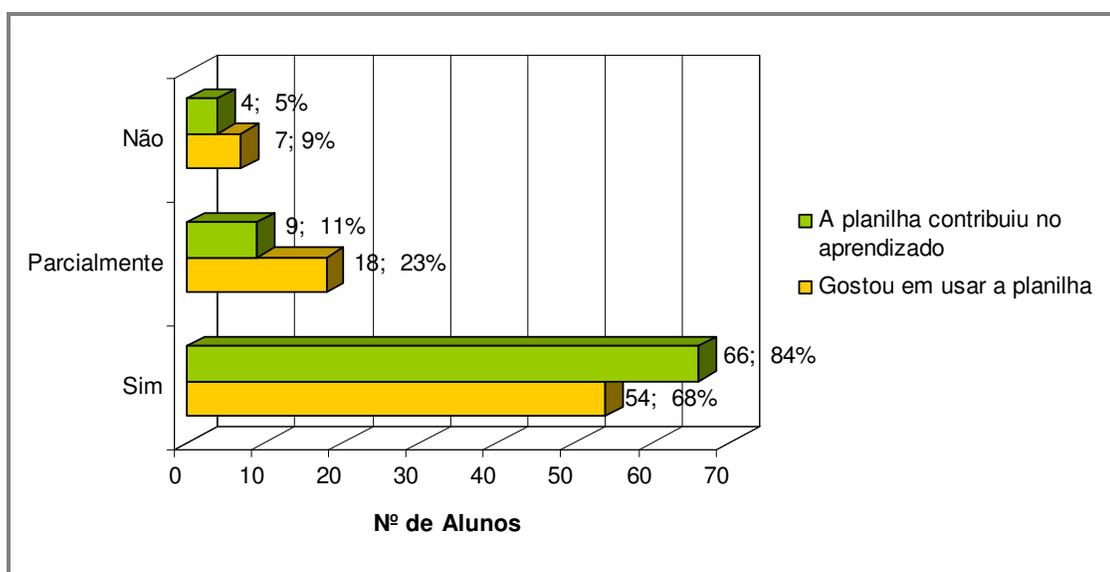


GRÁFICO 10 – Satisfação em Realizar as Atividades com a Planilha e Contribuição dada no Aprendizado dos Conteúdos Pesquisados

Analisando as respostas temos que 68% dos alunos disseram sim, ou seja, gostaram de usar este recurso. Entretanto, esse índice sobe para 84% quando se pergunta se houve contribuição no aprendizado dos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares. Observamos assim que, apesar de um menor número, mas expressivo, de alunos terem gostado de resolver as atividades com a planilha, há um reconhecimento por parte de outros alunos da relevância da sua utilização no aprendizado dos conteúdos. O depoimento de alguns dos alunos ratifica essa percepção.

*“Acho uma ótima ideia, é de excelente aprendizado, pois a tecnologia envolve o aluno, além de após o resultado obtido com as fórmulas da planilha, o aluno querer fazer (resolver) o problema da forma tradicional.”*

*“Achei bom pois assim a gente saiu um pouco da rotina e mechemos com mais tecnologia, e talvez assim os alunos tiveram até mais interesse em praticar a atividade.”*

Verificamos também que apenas um pequeno número de alunos não gostou de utilizar a planilha ou achou que o seu uso em nada contribuiu para o bom entendimento e aprendizagem dos conteúdos, 7 e 4 alunos, respectivamente. Pelos relatos e depoimentos desses mesmos alunos, percebemos que a rejeição demonstrada por eles ocorreu principalmente em função da dificuldade que encontraram em utilizar o programa e suas ferramentas. Alunos esses que ainda não tiveram a oportunidade de acesso regular a computadores e, apesar do uso de horários extras para sanar dúvidas sobre a utilização do programa, não houve tempo hábil para fornecer a eles um suporte de informática mais adequado. Necessidade essa que fica claro no relato de um dos alunos.

*“Interessante. Porém nem todos os alunos dominam a área da informática, é necessário então um cursinho básico para aperfeiçoar esses conhecimentos.”*

A última pergunta do questionário pretendia avaliar o entendimento da matéria após o término das atividades realizadas com a planilha. Vamos então à análise dos dados da questão:

Questão 14 - *No que diz respeito aos conteúdos de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares, após as atividades feitas com a planilha eletrônica, avalie a sua dificuldade em relação a esses conteúdos. ( ) Entendi; ( ) Entendi parcialmente; ( ) Continuo sem entender.*

O GRÁF. 11 a seguir representa as respostas dadas pelos alunos.

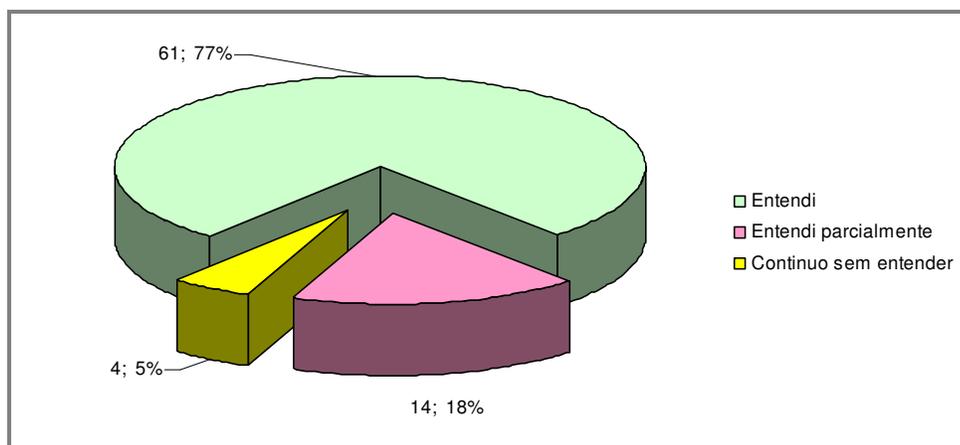


GRÁFICO 11 – Avaliação do Entendimento dos Conteúdos após a Aplicação das Atividades com a Planilha Eletrônica

Verificamos pelo GRÁF. 11 que 77% dos alunos avaliados afirmam não ter mais dificuldades com os conteúdos que foram estudados neste trabalho. Média esta muito acima da que normalmente temos no estudo de outros conteúdos de matemática. Esses dados nos mostram a importância de ter em nossas aulas práticas pedagógicas que envolvam atividades que despertem o interesse dos alunos e permeiem áreas das quais eles possuem afinidade e interesse, como neste caso a informática.

Verificamos ainda que o interesse demonstrado pelos alunos foi além do que aprender o conteúdo ministrado, muitos ficaram atraídos também pelo programa, suas ferramentas e as possibilidades de aplicação ainda desconhecidas por ele proporcionadas. Como a grata surpresa de associar a informática à resolução de problemas matemáticos. Interesses múltiplos estes que tornaram mais desafiadoras e atrativas as atividades. Conforme podemos verificar em alguns relatos selecionados dentre vários feitos pelos alunos.

*“Este meio é bem prático, além de ágil e fácil compreensão, serve como uma ferramenta a mais para os nossos conhecimentos relacionados a matéria. Gostei da aderência deste software como complemento de ensino, ajudou bastante.”*

*“Que hoje em dia o uso do software ajuda para quem já tem um conhecimento prévio em informática; é interessante praticar a matéria associada à informática.”*

*“Para mim foi importante para ajudar não só a entender o conteúdo explicado em sala, mas para aprender um pouco mais sobre a planilha eletrônica.”*

*“Foi muito bom, pois faço informática e tenho bastante contato, assim envolvendo a matemática com a informática, aumentou o meu interesse e o meu aprendizado, que melhorou muito.”*

Finalizando esta análise, faremos um comparativo entre o rendimento que esses alunos obtiveram nas avaliações dos três últimos conteúdos de matemática trabalhados. Para possibilitar esse comparativo, padronizamos as provas realizadas desde o início do ano. Sendo que no 1º bimestre letivo efetuamos duas avaliações do conteúdo de trigonometria, no 2º bimestre duas avaliações de análise combinatória e probabilidades e no 3º bimestre mais duas avaliações de matrizes, determinantes e sistemas lineares (MDSL). Cada avaliação valia sete pontos e constava seis questões, sendo que duas delas exigiam um conhecimento elementar do conteúdo para sua resolução, duas um conhecimento intermediário e as outras duas exigiam que o aluno demonstrasse um conhecimento mais aprofundado sobre o assunto tratado.

Dessa forma procuramos uniformizar ao máximo o estilo e complexidade das avaliações, diferenciando apenas na metodologia utilizada ao trabalhar com o conteúdo. Sendo que, nos dois primeiros conteúdos estudados trabalhamos da forma que tradicionalmente utilizamos, com aulas expositivas e dialogadas e nos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares utilizamos a metodologia de complementar as aulas com as atividades<sup>24</sup> que exigiam o uso da planilha eletrônica.

O GRÁF. 12 apresenta o comparativo realizado entre esses conteúdos trabalhados.

---

<sup>24</sup> Para maiores informações sobre as atividades, ver capítulo 4 – Atividades Propostas, página 46 à 59.

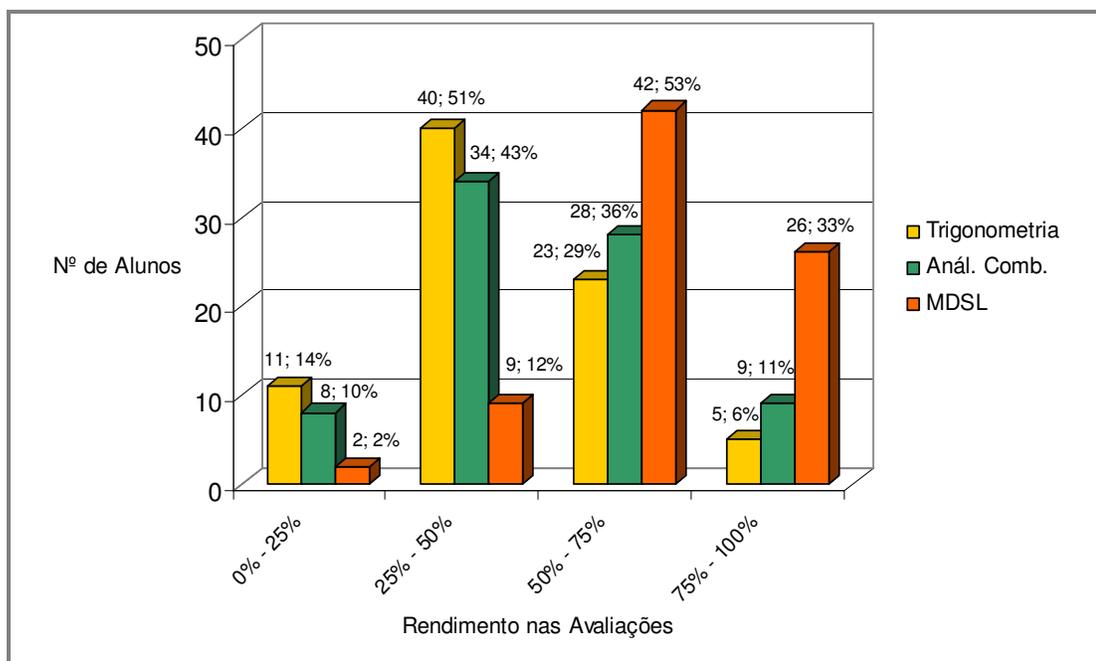


GRÁFICO 12 – Rendimento dos Alunos nas Avaliações de Três Conteúdos

Pelo GRÁF. 12, observamos que houve um aumento significativo no rendimento dos alunos nas avaliações de matrizes, determinantes e sistemas lineares (MDSL) em relação aos dois outros conteúdos anteriormente estudados. Enquanto que 65% e 53% dos alunos obtiveram notas inferiores a 50% do valor das avaliações, nos conteúdos de trigonometria e análise combinatória, respectivamente, este índice diminuiu para 14% nos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares.

Pelas últimas colunas do GRÁF. 12, podemos também observar que o rendimento dos alunos que conseguiram notas superiores a 75% do valor das provas nestes conteúdos, aumentou de 6% e 11%, respectivamente, para 33%. Assim, enquanto nos dois primeiros conteúdos, próximo de um décimo dos alunos conseguiu obter rendimento nesta faixa, no estudo de matrizes, determinantes e sistemas lineares, esse índice passou a ser de quase um terço.

Alguns outros fatores com certeza contribuíram para esses índices, talvez a maior facilidade do conteúdo ou a maior identificação dos alunos com a matéria, mas verificamos também que a dinâmica diferenciada, proporcionada pelas atividades com a planilha eletrônica, quebrou a rotina da sala de aula. Trouxe estímulo e despertou nos alunos um maior interesse em dedicar-se aos estudos. O

que reforça a necessidade do uso de metodologias que proporcionem uma nova dinâmica no cotidiano da sala de aula. Novas discussões, novos debates, uma nova forma de se estudar matemática

Diante do exposto, ressalto a importância que a utilização da planilha eletrônica teve na obtenção destes resultados. Não somente porque contribuiu significativamente na simplificação e agilidade nas resoluções das atividades propostas e no entendimento do conteúdo de matrizes, determinantes e sistemas lineares, objetivo inicial deste trabalho, como também serviu como instrumento desafiante na busca das soluções através das ferramentas do programa, e estímulo para posteriormente aferir o resultado obtido através da solução manual, levando, é claro, à apreensão dos conceitos e algoritmos necessários a aprendizagem destes conteúdos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Ao terminar este trabalho nos sentimos satisfeito com o estudo realizado. Tivemos a oportunidade de experimentar novas práticas pedagógicas, analisar criticamente o desenvolver do processo e através dos resultados obtidos, concluir que o estudo da matemática pode sim ser mais prazeroso e desafiante e, ainda propor o uso da planilha eletrônica como uma alternativa eficaz no ensino de matrizes, determinantes e sistemas lineares.

O objetivo deste trabalho foi mostrar a utilidade da planilha eletrônica como recurso pedagógico no estudo e entendimento dos conteúdos de matrizes, determinantes e sistemas lineares, através da resolução de situações-problema. Para tanto nos propusemos: a discutir o uso de recursos tecnológicos como instrumento didático no ensino da matemática; elaborar situações-problema que aliassem o estudo de matrizes, determinantes e sistemas lineares com o uso da planilha; aferir a aceitabilidade do uso de recursos tecnológicos no estudo da matemática e avaliar a contribuição do uso da planilha eletrônica para o entendimento desses conteúdos.

Ao iniciar a proposta para este trabalho tivemos ainda muitas dúvidas quanto ao conteúdo a ser trabalhado e o *software* que seria aplicado. Ao mesmo tempo tinha o desejo de trabalhar com as turmas em que atuamos como docente no segundo ano do Ensino Médio. Seria assim uma grande oportunidade de rever e melhorar as nossas práticas, contribuindo para melhoria do aprendizado de nossos alunos. Passamos então a estudar qual seria o *software* ideal a ser utilizado. Após várias discussões e reflexões, chegamos à conclusão que a planilha eletrônica seria o programa que melhor se encaixaria neste estudo, que por ser uma tabela matricial, de fácil manuseio e acessibilidade, exerceria eficazmente esse papel. *Software* este que desenvolveu nos alunos uma relação entre o estudo da matemática e a utilização de ferramentas cotidianas e reduzindo a sensação de que a matemática é abstrata e distante da nossa realidade.

Trouxe-nos assim, a certeza de que a aprendizagem foi significativa, pois o estudo conseguiu criar um elo entre o novo conteúdo que era apresentado e o que já

se conhecia. Opção essa pela planilha eletrônica, que considero acertada, devido aos resultados obtidos.

Em seguida começamos a desenvolver as atividades que seriam aplicadas. Atividades desafiantes para os 26 alunos do curso de técnico em informática e, por isso já terem um maior domínio e conhecimento do programa, bem como estimulantes para os demais alunos. Pensando sempre nos objetivos propostos e nos possíveis resultados a serem alcançados, concluímos que compensaria dispensar um pouco mais de tempo na elaboração das atividades e preparação do tutorial descritivo. Dessa forma o tutorial contribuiu bastante, fornecendo um conhecimento básico do programa e de sua aplicação dentro dos objetivos das atividades. Levou-nos a concluir que esse tempo empregado na elaboração das atividades foi compensado ao longo do período em que foram realizadas, pois possibilitou um bom entendimento das atividades e com isso, minimizou a necessidade de intervenções e assim possibilitou-nos um maior tempo para dedicar, juntamente com os alunos, aos debates e discussões dos resultados obtidos.

Outro aspecto importante foi o fato de que o computador mostrou-se como instrumento motivador para a maioria dos alunos. Percebemos que muitos desses alunos, que normalmente apresentam dificuldades em matemática, na resolução de uma atividade ao cometerem um erro aritmético que comprometa o resultado, mostram-se frustrados e desinteressados em voltar ao exercício e encontrar o erro cometido. Preferem, assim, abandoná-lo e dar prosseguimento a outro exercício. O uso da planilha proporciona a esses alunos obterem soluções corretas. Com isso, mostram-se mais estimulados e desafiados a obter também, de forma manual, os mesmos resultados obtidos através da planilha. Prática essa que contribuiu no aprendizado do conteúdo, na correção das deficiências aritméticas apresentadas e, conseqüentemente no rendimento das avaliações.

Nesse período, de aproximadamente dois meses, em que as atividades foram realizadas notamos um aumento na intensidade dos trabalhos, tanto por parte dos alunos, quanto por nossa parte como mediadores do processo. Na forma como normalmente vínhamos trabalhando com esses conteúdos, em anos anteriores, era comum que alguns alunos preocupados com o entendimento da matéria ou com dúvidas sobre a resolução de determinado exercício, nos abordassem no início das

aulas e esporadicamente nos corredores. No entanto, com a nova metodologia utilizada notamos um aumento significativo nessas abordagens. Alunos que normalmente não demonstravam interesse pelos conteúdos estudados passaram a nos procurar, querendo não somente sanar dúvidas, como querendo sugestões sobre a melhor formatação dos trabalhos. Assim, tivemos o cuidado de disponibilizar um tempo maior para o atendimento a esses alunos, de forma a sanar as dúvidas em tempo hábil e, dessa forma, aproveitar o interesse demonstrado por eles e estimulá-los ainda mais à realização das atividades. Tivemos também a preocupação em acessar diariamente o *e-mail* disponibilizado para a troca dos trabalhos e responder às solicitações feitas, de forma a não permitir que as dificuldades encontradas interferissem na realização das atividades e servirem de empecilho e desestímulo ao desenvolvimento do trabalho.

Vale ressaltar, ainda, que o uso da planilha eletrônica possibilitou aos alunos um novo olhar para as questões matemáticas. A preocupação com os cálculos e operações matemáticas ficou em segundo plano, a facilidade na obtenção dos resultados possibilitou a esses alunos que se ocupassem agora mais com os resultados obtidos e sua interpretação, na validade e coerência das respostas. Os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), traçam como objetivo da matemática a constituição de habilidades e competências que permitam ao educando, dentre outras, a capacidade de identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos. Anteriormente, essas ponderações e discussões praticamente eram inexistentes, pois o objetivo até então era certificar a obtenção da resposta correta e não o significado da resposta obtida.

Finalizando, percebemos que trabalhar com recursos computacionais em nossas práticas contribuiu para a melhoria do entendimento do conteúdo, aumento da participação dos nossos alunos durante as aulas, no interesse dos mesmos pela matemática. Verificamos que os resultados obtidos por esses alunos foram superiores aos resultados que vinham obtendo em anos anteriores, quando trabalhamos apenas de forma expositiva e com resolução de exercícios. Pretendemos desta forma, continuar a aplicar *softwares* às nossas práticas, visto que demonstraram ser um importante recurso para o incentivo e suporte ao estudo

da matemática. Esperamos assim, que este trabalho contribua e sirva para motivar professores, na incessante busca pelo aprimoramento e crescimento profissional, a utilizarem recursos computacionais em suas práticas pedagógicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

BELLONI, Maria Luiza. *O que é mídia-educação*. Campinas, SP: Autores Associados, 2009.

BOYER, Carl B. *História da matemática*. São Paulo: Edgard Blucher, 199.

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996.

COX, Kenia Kodel. *Informática na educação escolar*. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

EVES, Howard. *Introdução à história da matemática*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2004.

FELDMANN, Marina Graziela. *Formação de professores e escola na contemporaneidade*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2009.

FERRETTI, C. J. *et al. Novas tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa* / Paulo Freire. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL, Antonio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

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

LEITE, Lígia Silva (Coord.). *Tecnologia educacional: Descubra suas possibilidades na sala de aula*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2003.

MAIA, C.M.; SCHEIBEL, M.F. *Didática: organização do trabalho pedagógico*. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2006.

MIRANDA, Raquel Gianolla. *Informática na educação: representações sociais do cotidiano*. São Paulo: Cortez, 2006.

MORAN, J. Manoel; MASETTO, M. Tarciso; BEHRENS, M. A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas, SP: Papirus, 2011.

OLIVEIRA, Ramon. *Informática educativa: dos planos e discursos à sala de aula*. Campinas, SP: Papirus, 2002.

SILVEIRA, Amélia (Coord.); 2. ed. Blumenau: Edifurb, 2004.

SMOLE, K. C. Stocco; DINIZ, M. I. S. Vieira. *Matemática: ensino médio*, v. 2. 6 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

SUTHERLAND, Rosamund. *Ensino eficaz de matemática*. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009.

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

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental: Matemática*. Brasília, DF, 1997. Disponível: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>>. Acesso em: 03 Janeiro 2013.

\_\_\_\_\_. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília, DF, 2000. Disponível: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 03 Janeiro 2013.

\_\_\_\_\_. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. V.2. MEC, Brasília, 2006. Disponível: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)>. Acesso em: 08 Fevereiro 2013.

\_\_\_\_\_. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+*: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. MEC, Brasília, 2002. Disponível: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 03 Janeiro 2013.

\_\_\_\_\_. *Coleção explorando o ensino – Matemática: Volume 3: capítulo 1, parte 2.* MEC, Brasília, 2006. Disponível: <[http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EnsMed/expensmat3\\_1\\_2.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EnsMed/expensmat3_1_2.pdf)>. Acesso em: 01 Fevereiro 2013.

\_\_\_\_\_. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.* MEC, Brasília, 2000. Disponível: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 01 Fevereiro 2013.

BRICKLIN, D. *First Advertisements for VisiCalc.* 2010. Disponível: <<http://www.bricklin.com/history/firstad.htm>>. Acesso em: 02 fevereiro 2013.

CONFORTO, D.; SANTAROSA, L. M. C. *Acessibilidade à Web: Internet para todos.* . Revista de Informática na Educação: Teoria, Prática – PGIE/UFRGS. V.5 N° 2 p.87-102. nov/2002. Disponível: <<http://pan.nied.unicamp.br/~proinesp/material/arquivos/Semana%203%20-%20Internet%20/Leituras/Leitura%20Complementar%20-%20Acessibilidade/acessibilidade.pdf>>. Acesso em: 31 dezembro 2012.

FREIRE, M. P. F.; PRADO, M. E. B. B.; MARTINS, M. C.; SIDERICOUDES O. A. *Implantação da Informática no Espaço Escolar: Questões Emergentes ao Longo do Processo.* Núcleo de Informática Aplicada à Educação – NIED. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, 1998. Disponível: <<http://edutec.net/Textos/Alia/MISC/edbrisol.htm>>. Acesso em: 30 dezembro 2012.

GATTI, B. A. *Análise das políticas públicas para formação continuada no Brasil, na última década.* Revista Brasileira de Educação v. 13 n. 37 jan./abr. 2008. pág. 57-70.

Fundação Carlos Chagas. 2008. Disponível: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v13n37/06.pdf>>. Acesso em: 31 dezembro 2012.

MARINHO, S. P. P.; LOBATO, Patrícia; ARAÚJO, M. C. A. [colaboradora]. *A tecnoausência na formação inicial do professor contemporâneo: motivos e estratégias para a sua superação. O que pensam os docentes das licenciaturas?* 2004. Relatório final de pesquisa apresentado ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq. PUC Minas, Belo Horizonte, 2004. Disponível: <[http://www.pucminas.br/imagedb/mestrado\\_doutorado/publicacoes/PUA\\_ARQ\\_ARQUI20120828100639.pdf?PHPSESSID=97fcc17e5cc52b7e32f9e70fe01aa425](http://www.pucminas.br/imagedb/mestrado_doutorado/publicacoes/PUA_ARQ_ARQUI20120828100639.pdf?PHPSESSID=97fcc17e5cc52b7e32f9e70fe01aa425)>. Acesso em: 22 dezembro 2012.

MECONI JUNIOR, R.; *Estratégias pedagógicas com uso de tecnologias na formação de professores - matrizes e determinantes.* Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível:

<[http://www.sapientia.pucsp.br//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=12313](http://www.sapientia.pucsp.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=12313)>. Acesso em: 29 dezembro 2012.

MORAN, J. M. *Novas tecnologias e o re-encantamento do mundo*. Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro, vol. 23, n.126, setembro-outubro 1995, p. 24-26. Disponível: <<http://www.eca.usp.br/moran/novtec.htm#educação>>. Acesso em: 31 dezembro de 2012.

MORESI, Eduardo (organ.); *Metodologia da Pesquisa*. Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2003. Disponível: <[http://www.unisc.br/portal/upload/com\\_arquivo/metodologia\\_da\\_pesquisa..pdf](http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodologia_da_pesquisa..pdf)>. Acesso em: 12 fevereiro 2013.

OLIVEIRA JUNIOR, N. N.; *O ensino da informática na perspectiva Freireana - Análise de uma prática escolar*. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível: <[http://www.sapientia.pucsp.br//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=10286](http://www.sapientia.pucsp.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=10286)>. Acesso em: 29 dezembro 2012.

OLIVEIRA, M. C.; *Resignificando os conceitos de geometria Plana a partir do estudo de Sólidos Geométricos*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - PUC Minas, 2012. Disponível: <[http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat\\_OliveiraMC\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_OliveiraMC_1.pdf)>. Acesso em: 30 dezembro 2012.

PONTE, J. P. *Investigar a nossa própria prática: Uma estratégia de formação e de construção do conhecimento profissional*. Departamento de Educação e Centro de Investigação em Educação - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 2008. Disponível: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/04-Ponte-Corunha.pdf>>. Acesso em: 31 dezembro 2012.

POWER, D.J.A. *Brief History of Spreadsheets*. 2004. Disponível: <<http://dssresources.com/history/sshistory.html>>. Acesso em: 02 fevereiro 2013.

RIBEIRO, A.; CASTRO, J. M.; REGATTIERI, M. M.G. *Tecnologias na sala de aula: Uma experiência em escolas públicas de ensino médio*. Brasília: UNESCO, MEC, 2007. Disponível: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001510/151096por.pdf>>. Acesso em: 31 dezembro 2012.

SALESI, Luciana. *A influência do uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC) na formação de professores*. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2011. Disponível: <<http://bdtdj.ibict.br/executarAcao.jsp?codAcao=3&codTd=270505&url=http://tede.un>

oeste.br/tede/tde\_busca/arquivo.php?codArquivo=290>. Acesso em: 27 dezembro 2012.

SAVIANI, D. *Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro*. Universidade Estadual de Campinas. 2008. Disponível: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v14n40/v14n40a12.pdf>>. Acesso em: 30 dezembro 2012.

STEINHORST, A. C.; *O processo de construção dos conceitos de matrizes, determinantes e sistemas lineares no ensino médio, utilizando a planilha como recurso - Um estudo comparativo*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível: <[http://tede.pucrs.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=3647](http://tede.pucrs.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3647)>. Acesso em: 30 dezembro 2012.

TEIXEIRA, A. C.; MARCON, K. *Inclusão digital: experiências, desafios e perspectivas*. Passo Fundo: Editora Universidade Federal de Passo Fundo, 2009. 280p. Disponível: <<http://bibliotecadigitalepesquisa.blogspot.com.br/p/livros-digitais.html>>. Acesso em: 31 dezembro 2012.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Questionário Aluno

	<p><b>Pesquisa:</b> Uso da Planilha Eletrônica no Ensino da Matemática</p> <p><b>Atividade:</b> A planilha eletrônica nas operações com Matrizes, cálculo de Determinantes e resolução de Sistemas Lineares</p> <p><b>Autor:</b> Marco Aurélio Meira Fonseca</p>	
---	--	---

#### QUESTIONÁRIO

<p>1) Gênero/idade:</p> <p>( ) Masculino                      ( ) Feminino                      Idade: _____</p>	
<p>2) Escolarização:</p> <p>Escola: _____</p> <p>Série: _____                      Turma: _____                      Turno: _____</p>	
<p>3) Como você avalia o seu conhecimento em informática?</p> <p>( ) Ruim                      ( ) Regular</p> <p>( ) Bom                      ( ) Ótimo</p>	<p>4) Com que frequência você normalmente utiliza o computador?</p> <p>( ) Não utilizo</p> <p>( ) Raramente</p> <p>( ) Regularmente</p>
<p>5) Você já conhecia a planilha eletrônica?</p> <p>( ) Sim                      ( ) Não</p>	<p>6) Com que frequência você normalmente utiliza a planilha eletrônica?</p> <p>( ) Não utilizo                      ( ) Raramente</p> <p>( ) Regularmente</p>
<p>7) Você sentiu dificuldade em utilizar a planilha eletrônica?</p> <p>( ) Sim</p> <p>( ) Parcialmente</p> <p>( ) Não</p>	<p>8) Você conseguiu entender e utilizar bem todas as funções e comandos do programa exigidos?</p> <p>( ) Sim</p> <p>( ) Parcialmente</p> <p>( ) Não</p>
<p>9) Você normalmente tem dificuldades de compreender os conteúdos de Matemática?</p> <p>( ) Sim</p> <p>( ) Parcialmente</p> <p>( ) Não</p>	<p>10) Quando você estudou na sala de aula o conteúdo de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares. Sentiu dificuldade em compreendê-los?</p> <p>( ) Sim</p> <p>( ) Parcialmente</p> <p>( ) Não</p>

<p>11) Você conseguiu fazer todas as atividades de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares propostas com a planilha eletrônica?</p> <p>( ) Sim ( ) Parcialmente ( ) Não</p>	<p>12) Você gostou de fazer as atividades de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares com o uso da planilha eletrônica?</p> <p>( ) Sim ( ) Parcialmente ( ) Não</p>
<p>13) Na sua opinião as atividades de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares com a planilha eletrônica contribuíram no aprendizado do conteúdo?</p> <p>( ) Sim ( ) Parcialmente ( ) Não</p>	<p>14) No que diz respeito aos conteúdos de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares, após as atividades feitas com a planilha eletrônica, avalie a sua dificuldade em relação a esses conteúdos:</p> <p>( ) Entendi ( ) Entendi parcialmente ( ) Continuo sem entender</p>
<p>15) Qual foi a sua impressão ao utilizar esse software (planilha eletrônica) em sala de aula?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>16) Qual a sua opinião sobre o uso de softwares matemáticos como ferramenta de ensino da Matemática?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

**APÊNDICE B – Tutorial da Atividade 1: Soma de Matrizes**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1		<b>Matriz A</b>							<b>Matriz B</b>								
2		2	3	4				-3	0	5							
3		1	3	-2				4	1	2							
4		0	-2	-5				-2	5	-1							
5					<b>Matriz Soma</b>				<b>Matriz Soma</b>								
6					-1	3	9		-1	3	9						
7					5	4	0		5	4	0						
8					-2	3	-6		-2	3	-6						
9																	
10																	
11																	
12		<b>Tutorial:</b>															
13																	
14		Como exemplo vamos fazer a soma de duas matrizes 3x3 (A+B):															
15																	
16		1 - Escolha um intervalo de células (no nosso caso A2:C4) e em cada célula desse intervalo digite os termos da 1ª matriz que deseja somar															
17		(no nosso caso $a_{11}=2, a_{12}=3, a_{13}=4, a_{21}=1, a_{22}=3, a_{23}=-2, a_{31}=0, a_{32}=-2$ e $a_{33}=-5$ );															
18		2 - Escolha um outro intervalo de células (no nosso caso G2:I4) e em cada célula desse intervalo digite os termos da 2ª matriz que deseja somar;															
19		(no nosso caso $a_{11}=-3, a_{12}=0, a_{13}=5, a_{21}=4, a_{22}=1, a_{23}=2, a_{31}=-2, a_{32}=5$ e $a_{33}=-1$ );															
20		3 - Escolha uma nova célula (no nosso caso D6) e digite: = A2 (ou = e clique com o mouse sobre a célula A2) + G2 (ou clique com o mouse sobre sobre G2) e enter;															
21		4 - Estenda este procedimento para a célula E6 ( no caso: =B2+H2) até a célula F8 (no caso: =C4+I4) obtendo assim a matriz 3X3 D6:F8 soma das matrizes A2:C4 e G2:I4.															
22		<b>Obs:</b> A formatação das matrizes, como bordas e cor do plano de fundo, fica a critério de cada um.															
23		Outra forma para se fazer a soma entre as duas matrizes é utilizando a barra de fórmulas do programa:															
24																	
25		1 – Como o mouse selecionar um intervalo para a matriz soma (por exemplo: H5:J7),															
26		2 - Na <b>barra de fórmulas</b> (espaço em branco após $f_x$ ) digitar =( e com o mouse selecionar o intervalo da 1ª matriz A2:C4 ou digitar A2:C4)+(com o mouse selecionar															
27		o intervalo da 2ª matriz G2:I4ou digitar G2:I4 ) e Ctrl+Shipt+Enter. (este último comando estenderá a soma para todas as células do intervalo selecionado).															
28		Obtendo assim a matriz 3X3 H6:J8 soma das matrizes A1:C3 e G1:I3.															
29																	

**APÊNDICE C – Atividade 1: Soma de Matrizes**

Microsoft Excel - Atividade 01 - Soma de Matrizes

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

D23

**Atividade 1:**

Um fazendeiro produz tomate, pimentão, cenoura e quiabo. Por se tratar de produtos perecíveis, ele efetua três colheitas semanais, nas terças, quintas e sábados.

As tabelas abaixo apresentam a colheita semanal (caixas de produtos) deste fazendeiro num determinado mês.

Com o intuito de ter uma melhor visão de sua produção, o fazendeiro resolveu organizar novas tabelas:

**TABELA A** - Que represente sua produção mensal de cada tipo de produto por dia de colheita. Assim, poderá visualizar qual dia da semana a produção é maior.

**TABELA B** – Que represente a quantidade colhida por semana de cada produto, constando a soma mensal de sua produção.

Assim, poderá visualizar qual é a semana do mês mais produtiva e o total de sua produção.

Construa as tabelas A e B desejadas pelo fazendeiro utilizando as duas formas de soma de matrizes vistas como exemplo e responda:

1 - Em qual dia da semana a sua colheita foi maior?

2 - Em qual semana deste mês obteve a maior produção de cada produto?

3 - Qual foi a semana em que ele colheu a maior quantidade de caixas de verduras? E qual foi sua produção total mensal?

	1ª semana			2ª semana			3ª semana			4ª semana		
	Terça	Quinta	Sábado									
Tomate	23	18	12	15	22	17	12	45	13	31	30	21
Pimentão	14	11	18	21	17	13	27	13	43	23	16	14
Cenoura	27	32	45	32	30	27	18	30	27	18	24	31
Quiabo	60	28	47	55	43	65	43	11	15	25	22	16



**APÊNDICE E – Atividade 2: Multiplicação de matrizes por Escalar**

Microsoft Excel - Atividade 02 - Multipl. de Matriz por Escalar

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10 N I S

G14

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	<b>Atividade 2:</b>										
2	Um representante comercial vende 5 tipos de produtos, sendo que cada um desses produtos é fabricado por 4 empresas.										
3	A tabela A abaixo fornece o preço de custo de cada produto. Com o intuito de organizar o seu lucro, o representante resolveu elaborar duas outras tabelas :										
4	<b>Tabela 1</b> - Que forneça o preço de venda dos produtos, já que a margem de lucro é de 25% sobre o preço de custo de cada produto										
5	<b>Tabela 2</b> - Que forneça o lucro obtido pela venda de cada unidade de produto.										
6	Construa as tabelas desejadas pelo representante, utilizando soma e produto de escalar por matrizes e responda:										
7	Na sua opinião, existe algum dos fabricantes em que o representante deverá empenhar mais para vender os seus produtos, pois lhe dará maior lucro?										
8	Justifique sua resposta:										
9											
10	<b>Tabela A</b>										
11		<b>Fabricante X</b>	<b>Fabricante Y</b>	<b>Fabricante Z</b>	<b>Fabricante T</b>						
12	<b>Produto A</b>	47,30	43,80	51,00	49,20						
13	<b>Produto B</b>	12,20	16,30	14,50	17,50						
14	<b>Produto C</b>	135,00	112,50	109,80	115,20						
15	<b>Produto D</b>	22,00	23,00	19,10	16,20						
16	<b>Produto E</b>	14,70	15,10	14,90	13,90						
17											
18											



**APÊNDICE G – Atividade 3: Multiplicação de matrizes**

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - Atividade 03 - Multiplicação de Matrizes". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Inserir", "Formatar", "Ferramentas", "Dados", "Janela", and "Ajuda". The toolbar contains various icons for file operations and editing. The active cell is G12. The worksheet content is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Atividade 3:</b>									
2	O fazendeiro da atividade 1, pode fornecer seus produtos para três comerciantes, como ele pretende fornecer para apenas um deles,									
3	resolveu montar uma tabela que mostre o valor obtido com a venda de seus produtos se fornecido para cada comerciante.									
4	Assim, poderá verificar qual a melhor opção de venda para sua produção.									
5	A tabela A abaixo fornece o valor pago por cada comerciante para cada caixa de verdura.									
6	Usando multiplicação de matrizes, construa uma nova tabela que forneça o preço de venda da produção,									
7	levando em consideração a tabela B da atividade 1, que fornece a produção do fazendeiro.									
8	Para qual dos comerciantes, baseado na produção do mês em questão, é mais vantajoso para o fazendeiro fornecer seus produtos?									
9										
10	<b>Tabela A</b>									
11		Tomate	Pimentão	Cenoura	Quiabo					
12	Comerciante A	25,00	32,00	16,00	12,00					
13	Comerciante B	23,00	30,00	17,00	14,00					
14	Comerciante C	24,00	31,00	15,00	13,00					
15										
16										
17										



**APÊNDICE I – Atividade 4: Cálculo de Determinantes de Matrizes 2x2**

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - Atividade 04 e 05 - Determinantes 2x2 e 3x3". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Inserir", "Formatar", "Ferramentas", "Dados", "Janela", and "Ajuda". The toolbar contains various icons for file operations and calculations. The active cell is D27. The worksheet contains the following text:

**Atividade 04:**

a - Usando as duas formas de se obter o determinante através da planilha eletrônica, calcule os determinantes das matrizes **A** e **B** abaixo.

b - Multiplique todos os elementos da primeira linha de **A** por 3 e calcule o determinante da matriz obtida. Justifique o resultado encontrado:

c - Calcule o determinante da matriz (**AxB**) e compare com o resultado do "**det(A) x det(B)**", justifique sua resposta.

The matrices are defined as follows:

Matriz A		Matriz B	
-1	3	2	-2
2	1	4	1



**APÊNDICE K – Atividade 5: Cálculo de Determinantes de Matrizes 3x3**

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - Atividade 04 e 05 - Determinantes 2x2 e 3x3". The menu bar includes Arquivo, Editar, Exibir, Inserir, Formatar, Ferramentas, Dados, Janela, and Ajuda. The toolbar contains various icons for file operations and editing. The active cell is E19. The worksheet contains the following text:

**Atividade 05:**

1 **a** - Usando as duas formas de se obter o determinante através da planilha eletrônica, calcule os determinante da matriz A abaixo.

2 **b** - Multiplique os elementos de uma das colunas por um escalar qualquer e some o resultado obtido com os respectivos elementos de outra coluna,

3 obtendo assim uma matriz **B** (por exemplo: multiplique cada elemento da 1ª coluna por 2 e some-os aos elementos da 3ª coluna,

4 assim o primeiro elemento da 3ª coluna passará a ser:  $a_{13} = 2 \times 3 + 1 = 7$ ,  $a_{23} = 2 \times 1 - 1 = 1$ ,  $a_{33} = 2 \times 4 + 0 = 8$ ).

5 Calcule através da planilha eletrônica o valor do determinante da matriz **B**; justifique o resultado obtido.

6 **Obs.:** Este procedimento poderá ser obtido multiplicando qualquer coluna ou linha por qualquer valor, que o resultado seria o mesmo.

7 Teste multiplicando os elementos de uma linha por outro valor e some o resultado a outra linha.

8

9

10

11 **Matriz A**

3	-2	1
1	2	-1
4	2	0

12

13

14

15

16

17

18

APÊNDICE L – Tutorial da Atividade 6: Cálculo de Determinantes de Matrizes nxn

1	Matriz A (desenho 1)						Matriz A (desenho 2)						Matriz A (desenho 3)				
2	-2	-1	1	2	6		-2	-1	1	2	6		-1	2	-1	1	
3	-1	2	0	-1	1		-1	2	0	-1	1		-6	-1	10	22	
4	2	3	-4	2	-2		2	3	-4	2	-2	<b>det (A) = (-1)<sup>4</sup>.</b>	5	2	-2	-10	
5	1	0	2	2	2		1	0	2	2	2		1	-3	5	11	
6	3	-2	-1	3	5		3	-2	-1	3	5						
7																	
8	Matriz A (desenho 4)						Matriz A (desenho 5)										
9	-1	2	-1	1		16	-45	32									
10	-6	-1	10	22	<b>det (A) = (-1)<sup>5</sup>.</b>	-5	22	-12	<b>det (A) = 736</b>			<b>det (A) = 736</b>					
11	5	2	-2	-10		12	-25	16									
12	1	-3	5	11													
13																	
14	<b>Tutorial:</b>																
16	Neste exemplo iremos calcular o determinante de uma matriz 5x5, para qualquer outra matriz quadrada o procedimento é análogo.																
17	<b>Obs.:</b> O determinante da matriz 5x5 será calculado utilizando a <b>Regra de Chió</b> .																
18	1 – Selecione um intervalo de células (no caso A2:E6) e digite em cada célula do intervalo os elementos da matriz 5x5 cujo determinante iremos calcular ( <b>desenho 1</b> );																
19	2 - Note que o primeiro elemento da terceira coluna da matriz <b>A</b> é igual a <b>1</b> , assim ele será o nosso <b>pivô</b> ;																
20	3 - Eliminando a linha e a coluna as quais pertence o pivô e subtraindo de cada elemento restante o produto dos dois elementos eliminados, que pertenciam à linha e à sua coluna,																
21	obtemos a matriz do <b>desenho 2</b> , que multiplicada por <b>(-1)<sup>3+1</sup></b> terá o mesmo determinante da matriz <b>A</b> original ( <b>desenho 3</b> );																
22	4 - Como <b>(-1)<sup>4</sup></b> é igual a 1, o determinante de <b>A</b> será o mesmo da matriz do <b>desenho 4</b> ,																
23	5 - Aplicando o processo novamente na matriz 4 x 4, obteremos uma matriz 3 x 3, cujo determinante poderá ser calculado pela Regra de Sarrus,																
24	como <b>(-1)<sup>5</sup></b> é igual a -1, o valor do determinante será <b>menos</b> o valor do determinante da matriz do <b>desenho 5</b> ,																
25	6 – Selecione outra célula (por exemplo: M10), onde iremos calcular o determinante da matriz do <b>desenho 5</b> obtida e,																
26	digite: = -1*(G9*H10*I11+H9*I10*G12+I9*H11*G10 – (I9*H10*G11+H9*G10*I11+G9*H11*I10)) e enter.																
27	<b>Obs.:</b> Se quiséssemos, poderíamos aplicar novamente a Regra de Chió na matriz 3 x 3 e calcular o determinante da 2 x 2 obtida (faça um teste).																
28																	
29	<b>Outra maneira para calcular o determinante da matriz é utilizando a fórmula do programa:</b>																
30	1 – Selecione uma célula (no caso R10) onde iremos calcular o determinante;																
31	2 – Na barra de fórmulas clique em <b>fx</b> (aparecerá uma caixa de diálogo) em <b>selecione uma categoria</b> , selecione: <b>Matemática e Trigonometria</b>																
32	e em <b>selecione uma função</b> : <b>MATRIZ.DETERM.</b> , depois <b>OK</b> ;																
33	3 – Aparecerá um campo para inserir o intervalo da matriz em que iremos calcular o determinante, selecione com o mouse o intervalo ou digite: A2:E6 e depois ok.																

**APÊNDICE M – Atividade 6: Cálculo de Determinantes de Matrizes nxn**

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - Atividade 06 - Determinantes n x n". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Exibir", "Inserir", "Formatar", "Ferramentas", "Dados", "Janela", and "Ajuda". The toolbar contains various icons for file operations and editing. The active cell is N30, and the formula bar is empty. The worksheet grid shows the following content:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	<b>Atividade 06:</b>																				
2	1 - Calcule o determinante das matrizes <b>A</b> e <b>B</b> abaixo: <b>use a Regra de Chió</b> até obter uma matriz 2 x 2 e depois calcule o determinante desta matriz;																				
3	2 - Usando soma e multiplicação de matrizes, obtenha a matriz <b>M = (A + B) x B</b> ;																				
4	3 - Calcule o determinante da matriz <b>M</b> obtida ( <b>usando a barra de fórmulas do programa</b> );																				
5																					
6	<b>Matriz A</b>				<b>Matriz B</b>																
7	-1	0	4	2	0	1	-1	-3													
8	5	1	3	-2	1	1	-1	2													
9	2	1	-1	2	0	1	1	-3													
10	3	1	-3	4	3	-2	-1	4													
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					

**APÊNDICE N – Tutorial da Atividade 7: Resolução de Sistemas Lineares pela Regra de Cramer**

U11										=MATRIZ.DETERM(S6:U8)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Abaixo temos duas matrizes que representam o sistema linear: (a matriz do Sistema e a Matriz Completa do Sistema)										$x + y + 2z = 1$ $2x + 3y + 3z = 2$ $4x + 4y + 5z = 3$												
<b>Matriz do Sistema</b>			<b>Matriz Completa do Sistema</b>				<b>Matriz Ax</b>			<b>Matriz Ay</b>			<b>Matriz Az</b>									
x	y	z	x	y	z	B	B	y	z	x	B	z	x	y	B							
1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1							
2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2							
4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3							
det (A) = -4							det (Ax) = -1			det (Ay) = -1			det (Az) = -1									
							x = 1/4			y = 1/4			z = 1/4									
<b>Tutorial:</b>																						
Como exemplo iremos resolver o sistema linear acima, utilizando a <b>Regra de Cramer</b> :																						
1 – No intervalo <b>K6:M8</b> digite a matriz <b>Ax</b> , obtida pela substituição da <b>1ª coluna</b> da matriz do Sistema (valores de x) pela <b>4ª coluna</b> (coluna B) da matriz Completa do Sistema;																						
2 – No intervalo <b>O6:O8</b> digite a matriz <b>Ay</b> , obtida pela substituição da <b>2ª coluna</b> da matriz do Sistema (valores de y) pela <b>4ª coluna</b> (coluna B) da matriz Completa do Sistema;																						
3 – No intervalo <b>S6:U8</b> digite a matriz <b>Az</b> , obtida pela substituição da <b>3ª coluna</b> da matriz do Sistema (valores de z) pela <b>4ª coluna</b> (coluna B) da matriz Completa do Sistema;																						
4 – Nas células <b>C11</b> , <b>M11</b> , <b>Q11</b> e <b>U11</b> , calcule o determinante das matrizes <b>A</b> , <b>Ax</b> , <b>Ay</b> e <b>Az</b> , respectivamente;																						
<b>Obs:</b> Como o <b>det (A) = -4</b> , o sistema possui solução.																						
5 - Na célula <b>M13</b> digite: = <b>M11/C11</b> (obtendo assim, o valor de x); na célula <b>Q13</b> digite: = <b>Q11/C11</b> (obtendo assim, o valor de y);																						
na célula <b>U13</b> digite: = <b>U11/C11</b> (obtendo assim, o valor de z);																						
Assim, a solução do sistema é <b>S = {(1/4, 1/4, 1/4)}</b> .																						

**APÊNDICE O – Atividade 7: Resolução de Sistemas Lineares pela Regra de Cramer**

Microsoft Excel - Atividade 07 - Resolução de Sistemas Lineares

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

Arial 10

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		<b>Atividade 07:</b>								
2		1 - Determine, se existirem, as soluções dos sistemas lineares abaixo (use a <b>Regra de Cramer</b> ):								
3										
4		$2x + y + z = 9$ $-x + 2y + 2z = 3$ $-2x + 3y + 5z = 7$		$3x + y + 6z = 32$ $-5x + 3y - 8z = -12$ $x - 3y + 2z = -16$			<div style="border: 2px solid black; width: 80px; height: 80px; margin: 0 auto;"></div>			
5										
6										
7		2- Resolva o problema abaixo, utilizando a planilha eletrônica:								
8										
9		Em um supermercado, há três marcas de cestas básicas, A, B e C, cada uma contendo macarrão, arroz e feijão.								
10		As cestas diferenciam-se não pelo conteúdo, mas pela quantidade desses produtos, assim distribuídos:								
11		Cesta A - 3 pacotes de macarrão, 1 de arroz e 2 de feijão;								
12		Cesta B - 5 pacotes de macarrão, 2 de arroz e 3 de feijão;								
13		Cesta C - 2 pacotes de macarrão, 1 de arroz e 3 de feijão;								
14										
15		Sabendo que o preço das cestas são respectivamente, <b>R\$ 20,00</b> , <b>R\$ 35,00</b> e <b>R\$ 21,00</b> , qual é o valor do pacote de cada produto citado?								
16										
17										