

FACULDADE DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Aroldo César Steinhorst

**O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS
DE MATRIZES, DETERMINANTES E SISTEMAS
LINEARES NO ENSINO MÉDIO, UTILIZANDO A
PLANILHA COMO RECURSO: UM ESTUDO
COMPARATIVO**
PORTO ALEGRE

2011

AROLDO CÉSAR STEINHORST

**O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE MATRIZES,
DETERMINANTES E SISTEMAS LINEARES NO ENSINO MÉDIO,
UTILIZANDO A PLANILHA COMO RECURSO: UM ESTUDO
COMPARATIVO**

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

Orientador: Prof. Dr. Lorí Viali

PORTO ALEGRE

2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S774p Steinhorst, Aroldo César
O processo de construção dos conceitos de matrizes,
determinantes e sistemas lineares no ensino médio, utilizando a
planilha como recurso: um estudo comparativo / Aroldo César
Steinhorst. – Porto Alegre, 2011.
87 f.

Diss. (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) –
Faculdade de Física, PUCRS.
Orientador: Prof. Dr. Lorí Viali.

1. Educação. 2. Matemática – Ensino Médio. 3. Matrizes.
4. Determinantes. 5. Sistemas Lineares. 6. Planilhas Eletrônicas.
7. Resolução de Problemas. 8. Interdisciplinaridade. I. Viali, Lorí.
II. Título.

CDD 510.7

Bibliotecária Responsável: Dênira Remedi – CRB 10/1779

AROLDO CESAR STEINHORST

**O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE MATRIZES,
DETERMINANTES E SISTEMAS LINEARES NO ENSINO MÉDIO,
UTILIZANDO A PLANILHA COMO RECURSO: UM ESTUDO
COMPARATIVO**

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

Aprovado em 30 de março de 2011, pela Banca Examinadora.

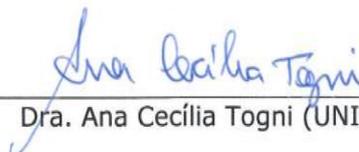
BANCA EXAMINADORA:



Dr. Lorí Viali (Orientador - PUCRS)



Dra. Lucia Maria Martins Giraffa (PUCRS)



Dra. Ana Cecília Togni (UNIVATES)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela benção da vida, e por estar presente em todos momentos de minha vida, iluminando-me para realizar mais esta conquista.

A minha esposa, Joseane, pelo carinho, amor e principalmente pela compreensão e apoio nos momentos mais difíceis em que passei, pois esteve sempre ao meu lado.

Aos meus pais, pela educação e pelo amor que me deram, e sempre me apoiaram no sentido de acreditar que seu filho poderia vencer. Valeu.

Ao Professor Dr. Lori Viali, pela orientação, disposição e dedicação em todos os momentos, que tornaram possível construir esse trabalho, significativo em minha vida.

Ao diretor Anderson Voos, pelo apoio para a realização desse curso.

A diretora acadêmica Roseli Agüero Garçia, pela colaboração e incentivo para iniciar essa caminhada com otimismo.

A Associação Sul-Riograndense da IASD, pelo apoio financeiro, que permitiu que esse sonho se realizasse.

Aos meus alunos do segundo ano do ensino médio de 2010, pela motivação para realizarem as atividades com seriedade, pois sem eles não seria possível a realização desse trabalho.

Aos colegas do Mestrado, pela amizade e companheirismo auxiliando no crescimento e conhecimento.

A Sara Borba, sempre disposta e dedicada. Obrigado pela força neste momento.

Aos professores do Programa, nas disciplinas que cursei, pois contribuíram para a elaboração desse trabalho.

“Ninguém educa ninguém, como tampouco
ninguém educa a si mesmo: os homens se educam
em comunhão, mediatizados pelo mundo.”

Paulo Freire (1977)

RESUMO

O trabalho investigou a aprendizagem em Matemática, por meio da construção de conhecimento dos conceitos de matrizes, determinantes e sistemas lineares, utilizando a planilha como recurso. O desenvolvimento da investigação ocorreu no primeiro semestre de 2010 com alunos do Ensino Médio de uma escola particular de Porto Alegre. O estudo foi comparativo com as duas turmas trabalhando de forma alternada com o sem o recurso da planilha. A metodologia da pesquisa foi qualitativa com a análise textual dos dados e teve como suporte teórico a aprendizagem significativa de Ausubel e a metodologia de ensino baseada na resolução de problemas segundo Polya. O trabalho foi desenvolvido na forma de um projeto interdisciplinar com as disciplinas de Física, Biologia e Educação Física. Os principais resultados obtidos foram que: a abordagem de resolução de problemas agregada ao uso da Planilha foi bem aceita pelos alunos, fortaleceu as atividades em grupo, melhorou a aprendizagem e despertou o gosto pelo estudo da Matemática em alunos que tinham reservas ao seu estudo anteriormente.

Palavras-chave: Ensino com a Planilha. Resolução de problemas. Interdisciplinaridade.
Ensino de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares.

ABSTRACT

The study investigated learning in Mathematics, through the construction of knowledge of the concepts of matrices, determinants and linear systems, using the spreadsheet as a resource. The development of research occurred in the first half of 2010 with high school students from a private school in Porto Alegre. The study was a comparison of two groups working in rotation with or without the use of the spreadsheet. The research methodology was qualitative with textual analysis of the data and had as theoretical support the Ausubel's meaningful learning, and the teaching methodology was based on the problem solving according to Polya. The study was conducted in the form of an interdisciplinary project with the disciplines of Physics, Biology and Physical Education. The main results were that: a problem solving approach aggregate to the use of spreadsheet was well accepted by students, strengthened the group activities, improved learning and awakened a taste for the study of Mathematics in students who had reservations to its learning earlier.

Keywords: teaching with spreadsheet. Problem solving. Interdisciplinarity. Teaching matrices, determinants and linear systems.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 JUSTIFICATIVA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	17
1.2 O PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO	18
1.3.1 Geral	18
1.3.2 Específicos.....	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 O ENSINO E A GERAÇÃO HOMO ZAPPING.....	20
2.2 INTERDISCIPLINARIDADE	22
2.3 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS INTERDISCIPLINARES.....	24
2.3.1 Resolução de problemas de acordo com Polya	26
2.3.2 Método do Ensino pela Descoberta (Ausubel).....	28
2.4 A PLANILHA	31
3 METODOLOGIA.....	34
3.1. SUJEITOS DA PESQUISA	34
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	36
3.3 INSTRUMENTOS	37
3.3.1 Questionário 1	37
3.3.2 Questionário 2	38
3.3.3 Questionário 3	38
3.3.4 Questionário 4	39
3.3.5 Procedimentos para as entrevistas	40
3.4 ATIVIDADES DIDÁTICAS	40
3.4.1 Turma 1 – Parte 1	41
3.4.2 Turma 2 – Parte 1	42
3.4.3 Turmas 1 e 2 – Parte 2	42
3.4.4 Projeto Interdisciplinar	42
3.4.5 Entrevistas	44
3.4.6 Análise Textual.....	44
3.4.7 Situações problemas trabalhados.....	45
4 A ANÁLISE DOS DADOS	52
4.1 VARIÁVEIS INTERVENIENTES	52
4.2. ANÁLISE DAS ATIVIDADES SEM A PLANILHA.....	54
4.3. MDSL SEM O USO DA PLANILHA	59
4.3.1 Cálculos aritméticos e as dificuldades na aprendizagem.....	59
4.4 ANÁLISE DAS ATIVIDADES COM A PLANILHA.....	61
4.5 O USO DA PLANILHA NO MDSL.....	66
4.5.1 O uso da planilha e a aprendizagem	66
4.5.2 Vantagens com o uso da Planilha	67
4.5.3 Motivação na Aprendizagem.....	68
4.6 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	70
4.6.1 As dificuldades na interpretação dos problemas	70

4.6.2 A resolução de problemas e a sua colaboração na aprendizagem	71
4.7 PROJETO INTERDISCIPLINAR	73
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
REFERÊNCIAS	80
ANEXOS	83

LISTA DE SIGLAS:

BLOG - é um site cuja estrutura permite a atualização rápida a partir de acréscimos dos chamados artigos, ou posts. Estes são, em geral, organizados de forma cronológica inversa, tendo como foco a temática proposta do blog, podendo ser escritos por um número variável de pessoas, de acordo com a política do blog.

COPACAPA – Nome do campeonato de futsal organizado pelos alunos, atividades esta do projeto interdisciplinar.

DP – Diagonal principal de uma matriz quadrada.

DS – Diagonal secundária de uma matriz quadrada.

FACEBOOK - O *Facebook* é uma rede social que reúne pessoas a seus amigos e àqueles com quem trabalham, estudam e convivem. As pessoas participam do *Facebook* para manter um relacionamento virtual.

IASD – Igreja Adventista do Sétimo Dia

MDSL – Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares

MP15 – Celular com múltiplas funções: Tv, faz vídeos, fotos, músicas, compartilha informações com outro aparelho.

MSN – Messenger é o portal de relacionamento da Microsoft com notícias, fotos e vídeos onde as pessoas conversam de forma interativa.

ORKUT - O Orkut é uma rede social filiada ao Google, criada em 24 de Janeiro de 2004 com o objetivo de ajudar seus membros a conhecer pessoas e manter relacionamentos.

SMS - Serviço de mensagens curtas entre celulares.

TWITTER - Twitter é uma rede social e servidor para microblogging, que permite aos usuários enviar e receber atualizações pessoais de outros contatos (em textos de até 140

caracteres, conhecidos como "tweets"), por meio do website do serviço, por SMS e por softwares específicos de gerenciamento.

ÍNDICE DAS FIGURAS:

FIGURA 1 – Visão geral de uma Planilha Excel destacando o procedimento “inserir função”.....	31
FIGURA 2 – Fluxograma dos instrumentos de coleta de dados utilizados.....	39
FIGURA 3 – Dificuldades em aprender Matemática.....	51
FIGURA 4 – Aprecia Matemática.....	52
FIGURA 5 – Matemática com computador.....	52
FIGURA 6 – Ilustração de uma solução correta utilizando a planilha.....	61
FIGURA 7 – Ilustração de erros no procedimento utilizando a planilha.....	62
FIGURA 8 – Erros de digitação dos dados levando a uma resposta equivocada.....	62
FIGURA 9 – Ilustração de outros tipos de erros com o uso da planilha.....	62
FIGURA 10 – Posse de Bola nos jogos.....	82
FIGURA 11– Estatísticas do Jogo – Nº de faltas.....	82
FIGURA 12 – Estatísticas do Jogo - Escanteios.....	83
FIGURA 13 – Estatísticas do Jogo - Finalizações.....	83
FIGURA 14 – Ajustamento de Curvas.....	86

ÍNDICE DAS TABELAS:

TABELA 1: Esquema de delineamento da pesquisa e aplicação dos instrumentos de coleta de dados.....	35
TABELA 2: Dados da situação problema três.....	46
TABELA 3: Dados de uma cesta básica para a situação problema seis	48
TABELA 4: Dados da situação problema um.....	53
TABELA 5: Dados da situação problema dois sem Planilha.....	54
TABELA 6: Dados da situação problema dois – Solução do problema sem Planilha.....	54
TABELA 7: Respostas certas e obtidas na situação problema seis.....	57
TABELA 8: Dados da situação problema um com Planilha.....	60
TABELA 9: Dados da situação problema dois com Planilha.....	60
TABELA 10: Dados da situação problema dois	61
TABELA 11: Estatísticas de alguns jogos (Holanda x Países listados).....	73
TABELA12: Cálculo da regressão múltipla.....	84
TABELA13: Matriz Escalar.....	84
TABELA 14: Matriz Inversa.....	84
TABELA 15: Ilustração do cálculo da matriz $[(X'X)^{-1}]X'$	85
TABELA16 : Resultados das operações entre as matrizes.....	85
TABELA17 : Peso e altura.....	86
TABELA 18: Estatísticas da Regressão.....	86

1. INTRODUÇÃO

No início do terceiro milênio a ciência está progredindo de forma acelerada, especialmente na área tecnológica, da qual dependemos para trabalhar, estudar, ou realizar atividades de pesquisa. Conseqüentemente a educação precisa acompanhar o desenvolvimento tecnológico e isso pode ser realizado por meio da pesquisa, entre elas, a de novas formas ou métodos de ensino. Utilizar um computador se tornou indispensável tanto no plano profissional quanto pessoal assim, os estudantes precisam ter contato com essa ferramenta nas instituições de ensino.

A utilização da tecnologia em sala de aula é um recurso didático que pode auxiliar na atração do educando e numa aprendizagem matemática mais efetiva. A Planilha é um bom recurso que pode ser utilizado no ensino com atividades que demandam tempo e, principalmente, muitos cálculos tediosos, como é o caso de conteúdos de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares.

A oferta de recursos tecnológicos crescem dia a dia e a escola precisa acompanhar esse desenvolvimento. Conforme Papert, “a escola é um notável exemplo de uma área que não mudou tanto. Pode-se dizer que não houve qualquer mudança na maneira como nós distribuimos a educação aos nossos estudantes” (1994, p.10).

Algumas escolas, poucas para as necessidades do país, estão com laboratórios de informática bem equipados, mas eles, em geral, não estão sendo usados pelos educadores. Estes recebem os laboratórios, mas não obtêm a capacitação, não são capacitados para tirar proveito do computador como recurso didático. Por outro lado, os alunos convivem com a tecnologia, na maior parte das atividades diárias, assim, quando chegam à sala de aula, se deparam com um professor que usa, principalmente, o quadro e o giz, como suportes para as informações a eles transmitidas.

Esta pesquisa foi uma tentativa de contribuir para aproximar a tecnologia da sala de aula de matemática, valorizando os conhecimentos tecnológicos dos alunos, relacionando-os com conteúdos matemáticos. Isso tornou as atividades didáticas mais próximas do cotidiano dos educandos, pois eles estão em boa parte do seu tempo ligados a um computador, conectados à rede, criando e comentando blogs e participando de jogos interativos.

O software que utilizamos é a Planilha com uma abordagem de resolução de problemas segundo Polya (1995), tendo como sujeitos os alunos de uma turma do segundo

ano do Ensino Médio de uma escola particular localizada em um bairro da zona sul de Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul. O trabalho foi realizado no primeiro semestre do ano de 2010.

O problema proposto é interdisciplinar, desenvolvido por meio de um projeto que engloba as disciplinas de Matemática, Física, Biologia e Educação Física. No contexto educacional atual, busca-se a interação entre as disciplinas. De acordo com Fazenda (1991, p.30), a questão epistemológica de “interdisciplinaridade como exigência do conhecimento”, leva à gênese e significação, do termo “interdisciplinaridade”. A autora constata que esse termo, não possui ainda um sentido único e estável. Embora as distinções terminológicas sejam inúmeras, seu princípio é sempre o mesmo: caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pela integração das disciplinas num mesmo projeto de pesquisa.

Com a resolução de problemas interdisciplinares, os alunos podem ter um rendimento melhor, pois eles relacionaram conteúdos de outras disciplinas e os aplicaram em Matemática. Dessa forma, estão desenvolvendo, principalmente, a criatividade e a inteligência para resolver problemas. Aplicando a Matemática, eles podem perceber sua utilidade e, dessa forma, diminuir ou modificar as atitudes negativas que muitos apresentam em relação a essa área de estudo.

No desenvolvimento do capítulo um, encontra-se a justificativa, contextualizando o conteúdo de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares (MDSL) na resolução de problemas utilizando a Planilha como recurso. O problema de pesquisa norteou a elaboração dos objetivos. No capítulo dois inicia-se com uma abordagem da geração Homo Zapping, como a geração digital, e que necessita-se pesquisar novos métodos de ensino, na conquista da aprendizagem dessa geração. Nesse mesmo capítulo apresentamos a teoria de Ausubel através da aprendizagem através do método da Descoberta na resolução de Problemas interdisciplinares e a teoria de Polya por meio do Método da Resolução de Problemas.

No capítulo três aborda a metodologia. Essa pesquisa baseou-se em um estudo de caráter exploratório, utilizando os métodos qualitativo e quantitativo. Para o embasamento desse trabalho foi utilizado um questionário com dados quantitativos que nortearam os questionários abertos em relação aos itens qualitativos. A pesquisa foi desenvolvida em dois momentos distintos. No primeiro, uma turma utilizou a Planilha como recurso no auxílio da resolução dos problemas, que envolveram conteúdos de MDSL. Uma segunda teve os mesmos conteúdos desenvolvidos sem o recurso computacional. Após esse procedimento, o

processo se inverteu, para que as duas turmas fossem analisadas com relação aos dois métodos.

No capítulo quatro foi apresentada a análise dos dados da pesquisa. Os resultados obtidos das situações problemas com e sem a utilização da Planilha. Posteriormente, elaborou-se uma análise textual obtida dos questionários realizados com os alunos, abordando suas reflexões sobre a resolução de problemas com e sem o uso da Planilha. A conclusão do trabalho é abordada no capítulo cinco. Apresento as considerações finais embasada nos relatos dos alunos e também nas minhas observações sobre a metodologia aplicada nas aulas.

1.1 JUSTIFICATIVA E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho com os conteúdos de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares (MDSL) apresenta dificuldades, pois são estruturas extensas e que necessitam de muitas operações aritméticas precisas para serem realizadas. A multiplicação de matrizes, embora possível manualmente para elementos com baixa dimensão, torna-se virtualmente impraticável de ser realizada, em sala de aula, quando a ordem da matriz é superior a três. O excesso de cálculos não contribui para manter o interesse dos alunos, principalmente daqueles que apresentam dificuldades e que se constituem na maioria dos alunos.

Operações como a inversão de uma matriz ou o cálculo do seu determinante só podem ser ilustradas e praticadas com matrizes de ordem dois e, com extrema dedicação e paciência, com algumas de ordem três. Dessa forma, sem o recurso de um computador, os exemplos que podem ser oferecidos são meramente didáticos e praticamente sem utilidade prática.

A alternativa para superar as dificuldades enumeradas é utilizar a Planilha que irá se encarregar das operações de rotina que tomam tempo, não agregam valor e são fontes potenciais de erros, levando conseqüentemente ao desestímulo. Com o recurso da Planilha, praticamente não existem limites sobre a dimensão das matrizes sendo manipuladas e dessa forma, problemas aplicados e com utilidade prática podem ser tratados com facilidade.

A resolução de um problema que envolve um sistema linear de três equações e três variáveis já é um processo trabalhoso. Modelos com mais equações ou mais variáveis podem ser resolvidos com um custo alto de tempo e interesse, recursos que nem sempre estão disponíveis, pois as aulas de Matemática são poucas e os conteúdos extensos. São muitas as operações envolvidas no cálculo de um determinante, na multiplicação de matrizes e na obtenção da inversa de uma matriz.

Nem sempre a mecânica do processo do cálculo aritmético é o mais importante. Para um aluno do Ensino Médio, o essencial é entender os conceitos de matrizes, suas operações e aplicações e não ficar rastreando e corrigindo eventuais erros de aritmética. Usando a Planilha, esse problema deixa de existir, pois a atenção do aluno passa a estar voltada às atividades e aplicações propostas de MDSL, deixando para o computador a tarefa tediosa de somar, subtrair, multiplicar e inverter matrizes. Sendo assim, os processos mecânicos e repetitivos ficam para a Planilha, que é uma das finalidades de se usar da tecnologia.

Com a Planilha, podem-se criar aplicações (problemas) que envolvam matrizes de qualquer dimensão, sem a preocupação com os cálculos aritméticos, pois ela oferece procedimentos e funções específicas para lidar com matrizes e determinantes. A Planilha tem funções para multiplicar, somar, subtrair, inverter e determinar o determinante de uma matriz. Sendo assim, o aluno terá mais tempo para preocupar-se com a aplicação dos conceitos e com a interpretação da situação problema que está sendo apresentada, focando na compreensão e resolução. Livre dos cálculos que pouco ou nada agregam ao problema o professor terá mais tempo para trabalhar os métodos e as estratégias da Resolução de Problemas, principalmente os interdisciplinares, que exigem geralmente matrizes e sistemas de grandes dimensões.

1.2 O PROBLEMA DE PESQUISA

De que forma a Planilha pode contribuir para o ensino de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares?

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.3.1 Geral

Verificar como a planilha pode contribuir para o melhor entendimento de matrizes, determinantes e sistemas lineares, com alunos de Ensino Médio, utilizando-se de uma abordagem de resolução, de problemas interdisciplinares.

1.3.2 Específicos

- ✓ Coletar, resumir e interpretar a opinião dos alunos sobre o uso da planilha na compreensão dos conceitos de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares.
- ✓ Avaliar se a resolução de problemas interdisciplinares motiva os alunos a aprender e aplicar conteúdos de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares.

- ✓ Comparar a opinião dos alunos que utilizaram a Planilha com a dos que não a utilizaram nas atividades de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A escola está inserida, hoje, em um mundo diferente: a família mudou sua estrutura, a indústria já não é mais a mesma, comparada com algumas décadas passadas, em relação à tecnologia e a automação em muitos segmentos. A sociedade como um todo, está mudando. Uma nova cultura surgiu e observamos uma mudança na maneira como as pessoas se relacionam, convivem e trabalham. Contudo o ambiente escolar permanece alheio a esse processo e, de forma praticamente inalterada, não tem acompanhado e nem se adaptado ao desenvolvimento tecnológico.

2.1 O ENSINO E A GERAÇÃO HOMO ZAPPING

Os professores têm um grande desafio, pois os conhecimentos das várias disciplinas estão inseridos no processo de transição da era analógica para a digital. Os alunos já nasceram na era digital e esperam ser ensinados nesse contexto, pois este é o seu cotidiano. O professor foi formado e preparado para usar o quadro, o giz e o diálogo, utilizando como principal recurso a aula expositiva. Esse é ainda o principal cenário na maioria das escolas em nosso país.

Na sala de aula, o professor aplica seu plano de aula, e em seguida passa o seu conhecimento pelo método de aprendizagem transmissiva. Já o aluno vem para sala de aula com seu MP15, com suas músicas favoritas, atende seu celular e recebe de seus amigos mensagens do SMS, sem muito interesse nas atividades propostas pelo professor. Interessa-se apenas em conversar sobre as fases em que estão nos jogos e em outros assuntos relacionados com a Internet. Nas discussões, o assunto fica centrado nos últimos lançamentos de equipamentos eletrônicos, cada vez mais atrativos com a exploração de imagens coloridas e com a transmissão de informações em linguagem gráfica.

No ensino transmissivo, o professor faz uma breve explanação teórica sobre determinado conteúdo, explora o livro-texto com questionários para o aluno responder e posteriormente faz uma avaliação. Assim, não atrai o interesse desses “alunos nativos”. Enquanto que os professores aprenderam usando apenas caracteres em preto e branco, para ler textos e as cores somente usadas para ornamentar e ilustrar, esses alunos, segundo Veen e Wracking (2009), chamados de “geração homo zappiens” ou “nativos digitais”, aprendem usando imagens, ou seja, linguagem gráfica, como meio de receber informações. A linguagem

dos professores usada em sala de aula não compete com a linguagem gráfica dos alunos, o que torna o processo de aprendizagem pouco atrativo comprometendo o processo de ensino-aprendizagem, pois para que ela ocorra é necessário motivação.

A escola está estruturada para transmitir conhecimento de várias disciplinas, regidas por múltiplos professores, que apresentam seus conhecimentos, enquanto o papel do aluno é ouvir, copiar, repetir cálculos e trabalhar com textos. A motivação dos professores está no aprendizado dos alunos, na utilização da metodologia transmissiva. Porém, conforme Ween e Wracking (2009), o aluno está inserido em um meio escolar que não é mais “nativo”, e se sente um imigrante. Como eles já nasceram envolvidos com as tecnologias, conseguem receber rapidamente informações de múltiplas fontes e lidar com várias mídias ao mesmo tempo. Realizam múltiplas tarefas, fazem os trabalhos de casa no computador, e estão conectados a muitas pessoas, simultaneamente, mantendo uma “vida” virtual ativa no “MSN”, no “Facebook ou Orkut”, no “Twitter” ou nos “Blogs”.

Segundo Marc Prensky (2001) apud Veen (2009), o principal modelo de organização da educação é a forma de “rebanho”, em que os estudantes são distribuídos por anos e turmas mediante critérios que não visam o seu benefício, mas o da escola. Nesse modelo, é fácil constatar a falta de motivação e de empenho dos jovens em realizar as atividades propostas, atitude que muda logo que saem da escola e se envolvem em suas vidas digitais.

Fora da escola, os jovens podem escolher os grupos de interesse que querem participar e construir as suas próprias “turmas” de aprendizagem informal. Sendo assim, o autor defende a necessidade dos professores ouvirem esses “nativos digitais”, quanto a seus anseios, dificuldades de aprendizagem, como usam as ferramentas e tecnologias para se comunicar, pesquisar, criar e desenvolver sua capacidade de aprender. Nesse contexto, a sala de aula fará sentido para os alunos nativos da era digital, que farão um *link* entre eles e o professor.

Como a escola não acompanhou as mudanças tecnológicas e nem os professores tem recursos financeiros que os possibilitem adquirir ou acompanhar os avanços tecnológicos e fazer cursos de atualização, eles são obrigados a se conformar com uma realidade que não é mais a sua. Sendo assim, as dificuldades para a adequação do ensino a essa nova realidade são grandes.

De acordo com Veen e Wracking (2009), a “geração homo zappiens”, como é essa nova geração informatizada, aprende de uma forma diferente, com imagens, cores, sons e símbolos e com grande velocidade. Eles têm a habilidade de dividir a atenção por várias

fontes de conhecimento simultâneas. Essa geração tem a capacidade de prender a atenção de acordo com as fontes de informações, mantendo um nível básico de contato com cada uma delas. É esse aluno que está inserido em uma sala de aula, que há séculos, mantém a mesma estrutura. Como podemos reter a atenção desse aluno e despertar seu interesse por um conhecimento que está sendo apresentado sem nenhum desses atrativos?

Segundo Papert, (1994):

O computador é um dispositivo técnico aberto que estimula pelo menos alguns estudantes a impelir seu conhecimento até o limite para realçar o projeto através de uma ilimitada variedade de “efeitos”. Assim, aprender mais sobre técnicas de computação torna-se parte do projeto de uma forma que não ocorrera com o papel e o lápis. (p.66)

A escola e os educadores do século XXI devem analisar e repensar seus métodos de ensino. A “geração homo zappiens” está nas mãos de professores que ensinam com métodos praticamente sem o uso de tecnologia, mas requer abordagens compatíveis com a época em que está vivendo. Há necessidade de uma mudança de linguagem e de atualização dos recursos dos professores para poderem entrar no mundo desses novos alunos.

Na atualidade o papel do professor de Matemática é o de mediador. Ele deve fazer o aluno pensar, desenvolver seu raciocínio, progredir intelectualmente e motivá-lo para estudar, e a resolução de problemas interdisciplinares é uma alternativa. Por isso, o professor deste século, deve desenvolver novas metodologias de ensino, e a adaptando-se cada vez mais ao dia-a-dia do seu novo aluno e do meio em que ele vive inserido em uma cultura tecnológica e digital.

2.2 INTERDISCIPLINARIDADE

De acordo com Fazenda (1991), a interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pela integração das disciplinas num mesmo projeto de pesquisa. Uma das formas de trabalhar o Método da Resolução de Problemas é inserir situações problemas do dia-a-dia do aluno, envolvendo-o com outras disciplinas em um mesmo projeto. A característica de uma abordagem interdisciplinar é o tratamento sobre um determinado conteúdo sob "visões" ou paradigmas de várias disciplinas.

O aprofundamento dos conhecimentos interdisciplinares e a relação entre eles, consiste na relevância para planejar, executar, compreender e avaliar as situações de ensino e

aprendizagem. Nesse contexto, o objeto de pesquisa será realizado somente a partir de uma indagação sob uma perspectiva interdisciplinar.

Santos; Malachias (2008) (apud Klein, 1990),

Argumentam que a interdisciplinaridade não é corpo de conteúdos ou assuntos, mas o processo para construção de sínteses integrativas, um processo que se iniciaria com um problema, uma questão, um tópico ou assunto. A interdisciplinaridade consistiria em um processo de construção de conhecimento que se sobrepõe à fragmentação, à especialização e à tendência de produção de um conhecimento híbrido.

As autoras contrastam esse pensamento com o de Keeseey, que define a interdisciplinaridade como a prática da metodologia pela exploração dos conteúdos e pesquisa em disciplinas diferenciadas. Elas também caracterizam a interdisciplinaridade, conforme Romm, como estando direcionada pela investigação que leve à reflexão.

Uma abordagem interdisciplinar pode caracterizar-se pela existência de um objeto de interesse comum a diferentes disciplinas, o que na prática comprova o pensamento de Keeseey. Por exemplo: a Probabilidade é um conteúdo de Matemática e é abordado em Genética na Biologia. Igualmente as Funções também podem ser trabalhadas em Matemática e Física, aplicadas em um mesmo projeto. A Educação Física e a Matemática podem trabalhar temas comuns como Estatística e Funções.

Uma das formas práticas de trabalhar esses temas interdisciplinares é a elaboração de situações problemas envolvendo os alunos e os professores de várias disciplinas. Nesse método, são trabalhados os conhecimentos teóricos dessas disciplinas, e pela Matemática, são encontradas as ferramentas de cálculos, necessárias para as devidas soluções.

Na construção e na elaboração desses problemas, os alunos explicitam suas hipóteses e conhecimentos prévios, buscam informações em livros-texto e, com auxílio do professor e colegas, encontram as soluções. Por meio da elaboração de hipóteses sobre o fenômeno observado, com a utilização dos conhecimentos de diferentes disciplinas, obtém-se uma aprendizagem significativa e eficiente em relação aos conteúdos abordados. Por intermédio da Informática pode-se elaborar o trabalho de forma interdisciplinar, pois o aluno utiliza um software para construir os gráficos e as tabelas. Ao trabalhar com o computador, os alunos podem-se utilizar dados reais, representando situações verdadeiras vivenciados pelos alunos no seu dia-a-dia, e não os contidos apenas nas atividades dos livros didáticos. Essas informações poderão ser elaboradas a partir de uma situação real, construída com os alunos em outra disciplina que poderão ser trazidos para o laboratório de informática. Por exemplo: trabalhar com Física e Educação Física ao mesmo tempo, usando dados de velocidade e

tempo, ordenando a elaboração de uma série temporal. Em Física, relacionando com a Matemática, podem ser trabalhados exercícios como o consumo de energia de uma cidade durante um período de tempo. Com esses elementos é possível apresentar o Método dos Mínimos Quadrados, os conceitos de Erro Médio e Aderência. Ilustrar essas equações (curvas) por meio de diagramas de dispersão, ajustá-las de formas diferentes e trabalhar modelos matemáticos ou probabilísticos.

2.3 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS INTERDISCIPLINARES

O objetivo de trabalhar problemas envolvendo temas interdisciplinares é uma forma de o professor desenvolver o conhecimento dos alunos como um método mais atrativo, desafiar a curiosidade deles e dar-lhes uma formação crítica e criativa. O professor como um organizador de um ambiente de aprendizagem, precisa buscar novos recursos que permitam dinamizar e cativar o aluno para a descoberta da resolução de um problema. A escola tem um compromisso com o aluno, desenvolver seu conhecimento, tornando-o um pesquisador. A reflexão e a aptidão permitirão também descobrir em um meio intelectual, a solução dos problemas da nossa sociedade.

As disciplinas normalmente trabalham seus conteúdos sem relação com outras áreas, o professor e seus alunos serão impulsionados a pesquisar e a observar se o conteúdo estiver de uma forma interdisciplinar. Dessa maneira, trabalhar a resolução de problemas interdisciplinares, com o uso da Planilha, é uma proposta metodológica inovadora, que visa a formação integral do aluno.

De acordo com Fazenda (1991, p.30), a questão da “interdisciplinaridade como exigência do conhecimento é epistemológica”. Segundo a autora, a interdisciplinaridade advém de um estudo de origem e significação e não possui ainda um sentido único e estável, apesar das muitas distinções terminológicas. Entretanto, seu princípio continua caracterizado pela intensidade das permutas entre os especialistas e as disciplinas do projeto de pesquisa.

Essas formas de classificar o conhecimento são artificiais: raramente um problema se encaixa unicamente dentro dos limites de uma só disciplina. Por isso, quando nos propomos a estudar problemas reais em vez dos conteúdos geralmente demarcados para uma disciplina, acabamos tendo que adotar uma abordagem interdisciplinar.

Muitos autores preferem termos como multidisciplinar, transdisciplinar ou ainda outros. As nuances de sentido entre esses vários conceitos não são tão importantes aqui quanto o contraste entre uma abordagem disciplinar e uma abordagem que envolve várias

disciplinas de forma integrada, que chamaremos de interdisciplinar, por ser este o termo mais comum.

A prática interdisciplinar está centralizada na ação. Dessa maneira, o uso do diálogo estabelecido entre as disciplinas e entre os participantes das ações, promove identidade às disciplinas, tornando-as fortes a ponto de transformar a prática pedagógica. Essa posição está embasada em considerar o conhecimento passível de questionamentos constantes das próprias posições assumidas e dos procedimentos adotados, isso inclui o respeito ao que é individual e a busca da totalidade do conhecimento pela investigação.

A importância do processo consiste na interação das disciplinas para o desenvolvimento das ações cooperativas e reflexivas. Ao compartilhar ideias - alunos e professores, indivíduos geradores de ações particularizadas - é formado um processo de construção coletiva do conhecimento nas disciplinas, não permitindo o fracionamento deste, porque todos estão inseridos em uma investigação e re-descoberta conjunta.

A aplicação prática dos conceitos de interdisciplinaridade fará o aluno desenvolver o aprendizado e permitirá que ele empregue seus conhecimentos prévios de temas interdisciplinares em um mesmo objeto de estudo. Um destes poderá ser o uso do método de resolução de problemas, com o auxílio de outras disciplinas como a Informática. Sendo assim, o aluno irá valer-se de ações que se traduzem em uma intenção educativa. Além disso, esse benefício será para ampliar a capacidade do estudante para expressar-se através de múltiplas linguagens e novas tecnologias e induzi-lo a se posicionar diante da informação de forma crítica e interativa.

A postura interdisciplinar, envolvendo problemas dessa ordem, incita o pensamento e possibilita a superação de dicotomias tradicionais da visão de um mundo mecanicista, quer seja de uma linguagem natural, artificial, ou seja, uma linguagem computacional, que é a linguagem gráfica contemporânea.

Segundo Fazenda (1991, p.5), na dimensão explorada pela interdisciplinaridade, não basta ser bom de conteúdo. É preciso ser belo. "Uma coisa bonita não precisa ser explicada, ela toca você no seu sentido maior, no sentido de existir". Sendo assim, desenvolver no aluno uma nova forma de estudar, e relacionar os conteúdos, criando novas possibilidades de desenvolver suas habilidades de aprendizagem, será produzir um contexto de estudo mais atrativo e belo. Restringirá a preocupação do aluno sobre a finalidade do estudo de determinado conteúdo, pois ele mesmo constatará a aplicação prática do conhecimento. Assim terá mais sentido estudar e superar a preocupação de estudar somente para alcançar a

aprovação na disciplina. O professor alcançará também êxito: o interesse do aluno em estudar para desenvolver o conhecimento e transformar a aprendizagem em significado.

2.3.1 Resolução de problemas de acordo com Polya

Para a resolução de problemas conforme Polya (1995), o professor deve auxiliar seus alunos, exigindo tempo, prática e princípios firmes. Dessa maneira, o professor deve saber até onde poderá ajudar seu aluno a encontrar as saídas, descobrir as variáveis e o que realmente o problema está solicitando. Ele deve orientá-lo na interpretação e na busca do melhor método de resolução. O professor deverá manter um equilíbrio, com um auxílio discreto, até o aluno desenvolver sua criatividade e sua compreensão.

Há dois objetivos que o professor poderá ter: uma indagação ou uma sugestão para a resolução de um problema. Ele auxiliará o aluno na resolução de um problema que lhe é apresentado e depois desenvolverá no estudante a capacidade de resolver outros problemas futuros sozinho. Obtendo a resolução, terá começado a desenvolver sua capacidade. Conforme Polya (op. cit.), uma das atividades que poderão ajudar na resolução de um problema, é o professor dramatizar um pouco as suas idéias e fazer a si próprio as mesmas indagações, para ajudar os alunos.

Na contemporaneidade, é necessário desenvolver a paciência nos alunos, pois estão inseridos em um contexto digital e as suas respostas são obtidas rapidamente, basta dar um “enter” no teclado do computador, ou um clique no “mouse” e pronto. Para resolver um problema. Dificilmente as respostas são obtidas rapidamente. O professor tem que estar ciente quanto ao trabalho com essa “geração”, buscando situações problemas de maneira que sejam atrativas aos alunos, recorrendo à participação e interesse no aprendizado. Um dos meios é utilizar o computador, que já faz parte do dia-a-dia do aluno, é resolver um problema com a Planilha e tornar o exercício atrativo.

Conforme Pallof e Pratt (2002) (apud Polya, 1995), usando a tecnologia em sala de aula, o professor abrirá uma nova área de investigação: “o que aprendemos sobre a aprendizagem quando usamos a tecnologia?”. Como o processo de aprendizagem sempre é centrado no aluno, e como os adolescentes permitem negociações, pode-se direcionar a técnica a ser aplicada. À medida que eles sentem mais confiança em dominar uma situação problema, começam a fazer comentários da atividade em busca de uma ou mais soluções.

Para resolver um problema, conforme Polya (1995) tem-se dois objetivos: primeiro deve-se dirigir aos seus alunos indagações, sugestões e auxiliá-los na busca de soluções. E

sempre trabalhar sem que o aluno perceba que está fazendo a atividade, mas porque ele está descobrindo os caminhos, para que depois num segundo momento, ele os aplique nas resoluções presentes e futuras.

Para o autor, a resolução de um problema passa por quatro fases de trabalho:

Primeiro, temos de compreender o problema, temos de perceber claramente o que é necessário.

Segundo, temos de ver como os diversos itens estão interrelacionados, como a incógnita está ligada aos dados, para termos a idéia da resolução, para estabelecermos um plano.

Terceiro, executamos o nosso plano.

Quarto, fazemos um retrospecto da resolução completa, revendo-a e discutindo-a (POLYA, 1995, p. 4).

Essas etapas são importantes para finalizar o processo. Entretanto, o estudante não terá a noção de todas elas e poderá deixar de lado alguma fase por falta de noção de como resolver o problema, ou por não tê-lo compreendido corretamente. Nesse momento é importante a intervenção do professor que traçará planos, para que seus alunos consigam seguir os estágios corretamente e atinjam o objetivo, que é a resolução do problema.

A compreensão do problema é parte fundamental para começar a resolvê-lo. O professor deverá estar ciente na escolha do problema a ser trabalhado. Em uma primeira abordagem, ele deverá ser moderado na questão de dificuldade e ser acessível ao nível em que aluno se encontra. Gradualmente, será aumentado o grau de exigência.

De acordo com Polya:

A generalidade é uma importante característica das indagações e sugestões a nossa lista. Tomem-se as indagações: Qual é a incógnita? Quais são os dados? Qual é a condicionante? Elas são de aplicação geral, podemos fazê-las com sucesso ao tratarmos os problemas de qualquer tipo. A sua utilização não está restrita a nenhum assunto em particular. O nosso problema pode ser algébrico ou geométrico, matemático ou não, um problema científico importante ou um mero enigma. Não há diferença, as indagações fazem sentido e podem auxiliar-nos a resolver o problema (1995, p. 2).

O caminho que vai desde a compreensão de um problema até o estabelecimento de um plano, poderá ser difícil para o aluno. O principal fator para resolver um problema é o estabelecimento de um plano e a criação de idéias. Após várias tentativas, poderá vir a informação principal e norteadora. As indagações e sugestões nas discussões dos problemas tendem a provocar tal informação, e a montagem de estratégias ou o plano de resolução do problema. Uma das situações mais importantes é talvez lembrar de um problema semelhante resolvido, e aplicar as mesmas estratégias para a resolução deste.

Com relação ao conteúdo e a sua formalização, no que se refere à escolha do problema, o professor implantará em sala de aula uma dinâmica em que os próprios alunos se deparem e se proponham a resolver os problemas. Estes devem ter um vínculo entre o conteúdo matemático e a realidade ou cotidiano do aluno. À medida que o professor experimentar as atividades relacionadas à resolução de problemas terá que mudar seus procedimentos quanto às avaliações. Dessa forma, o ensino da Matemática será realizado com uma nova metodologia de ensino.

2.3.2 Método do Ensino pela Descoberta (Ausubel)

Conforme Ausubel (1980), o método de resolver problemas significa que ao invés de os alunos se preocuparem com memorização de fórmulas, buscam resolver problemas contextualizados, tendo como prerrogativa que tenham certa base, um conhecimento prévio para trabalhar com um problema. Então, aprender a lidar com vários tipos de problemas, faz com que o aluno memorize cada tipo de solução.

Em relação a esse estudo, o autor faz as seguintes considerações:

[...] a aprendizagem por descoberta reside no fato: se o conteúdo principal do material a ser aprendido vai ser apresentado ao aluno, ou pode ser descoberto por ele. [...] o aluno deve primeiramente descobrir este conteúdo através da produção de proposições que representem ou a solução para o problema sugerido ou a seqüência de etapas para a solução (AUSUBEL, 1980, p.51).

Todo professor usa técnicas pedagógicas na construção do conhecimento de seus alunos. Conforme Ausubel (op.cit.), a aprendizagem pela descoberta, como um método de ensino, tem as suas próprias estratégias para utilizar em novas aprendizagens, especialmente no caso de resolução de problemas, e, em alguns casos, para incentivar a criatividade.

O autor citado insere alguns argumentos que dão suporte à aprendizagem pela descoberta:

(1) todo verdadeiro conhecimento é auto descoberto; (2) o significado é um produto exclusivo de uma descoberta criativa e não verbal; [...] (3) o método da descoberta é o principal método para a transmissão do conhecimento da matéria; [...] (4) a capacidade de resolver problemas é o objetivo principal da educação; [...] (5) a descoberta organiza eficientemente a aprendizagem para uso posterior; (6) a descoberta é um gerador singular da motivação e da autoconfiança; (7) a descoberta assegura “conservação da memória (AUSUBEL, 1980, p. 434)

Uma das finalidades da aprendizagem pela descoberta é transformar cada aluno em um pensador crítico e criativo. Que por suas observações e razões, possa desenvolver o conhecimento de uma forma crescente, descobrindo as leis da natureza e agrupando a seus conhecimentos derivados de sua cultura.

Por outro lado, o educador pode se direcionar para outro parâmetro:

A aprendizagem proposicional é característica da situação dominante na aprendizagem receptiva, quando proposições substantivas são apresentadas ao aluno, a quem se exige apenas aprender e memorizar o significado (AUSUBEL, 1980, p.51)

A aprendizagem proposicional tem sua característica em que o aluno precisa apenas memorizar o conteúdo, especialmente na proposição de um problema sugestivo. O problema com esse ensino é que é baseado na verbalização mecânica e memorização de idéias para as quais os alunos não tinham referência adequada na sua experiência. Essa forma de ensinar é chamada por Ausubel de autoritária, pois é apenas um repasse de conhecimento daquele que tem consciência de propósitos para alguém que carece de conhecimento.

Quanto ao método da descoberta, é centrado no estudante, sua natureza e participação no processo educativo. Na resolução de um problema é necessário que o aluno tenha uma base mínima de compreensão de idéias capazes de verbalizar, para não encontrar o fracasso na resolução de um problema. Nesse sentido, a resolução de problemas é uma forma de testar o aluno para ver se ele realmente compreende os conceitos que expõe. Caso obtenha um mau desempenho na resolução de um problema, ele possa desenvolver seu conhecimento em busca de outros caminhos, da solução possível.

O autor reforça essa metodologia com a seguinte afirmação:

[...] a aprendizagem pela descoberta aumenta a aprendizagem, a retenção e a possibilidade de transferência, mas se (1) o faz suficientemente, para aprendizes que são capazes de aprender significativamente os conceitos e princípios sem ele, de modo a justificar o gasto de tempo que requer; e (2) em vista destas considerações de tempo e custo, o método da descoberta é uma técnica exequível para transmitir o conteúdo substantivo de uma disciplina intelectual ou científica a alunos cognitivamente amadurecidos que já dominaram os seus rudimentos e vocabulário básico (AUSUBEL, 1980, p.441).

Por isso, a escola deve concentrar seus esforços na escolha do método de ensino que contextualize o adolescente em seu meio. A maioria dos estudantes será capaz de buscar o domínio intelectual relacionando com as disciplinas que está cursando, para atingir o seu objetivo de aprendizagem, que está ao seu alcance. A técnica torna-se uma estratégia da descoberta, como um método científico. Esse método é importante, pois trabalhando os conteúdos de forma transmissiva, depois de um determinado tempo, tornam-se obsoletos para o aluno. Dessa forma, aplicar um método de ensino é encontrar um processo de aprendizagem que desenvolva no aluno o querer aprender.

De acordo com as pesquisas de Ausubel (op.cit), o homem nasce com o poder do pensamento original, e em todos os lugares está a originalidade restrita por uma herança conceitual particular. Porém, com um exame mais aprofundado esses conceitos também se revelam como instrumentos necessários do pensamento eficaz. A descoberta está no

entusiasmo do novo conhecimento que surge, na interação das informações que cada ser possui com o novo aprendizado, por intermédio das técnicas de resolução de problemas e na busca de uma nova compreensão do método científico. Assim, o aluno desenvolverá as habilidades nas formulações de hipóteses ao resolver um problema, relacionando sua aprendizagem com a investigação e resolvendo sozinho a proposta.

Conforme Ausubel,

A característica essencial da aprendizagem por descoberta, seja a formação de conceitos ou a solução automática do problema, e que conteúdo principal daquilo que vai ser aprendido não é dado, mas deve ser descoberto pelo aluno, antes que possa ser significativamente incorporado a sua estrutura cognitiva. (1980, p.20).

O professor deve provocar os educandos por meio de situações desafiadoras e questionamentos para que os conceitos sejam construídos e descobertos. A aprendizagem quando é construída por meio da realidade de aluno, em situações problemas, tem mais significado e proporciona uma aprendizagem igualmente significativa.

Seguindo a mesma linha de pensamento desse autor, grande parte das informações adquiridas pelos alunos em seu cotidiano, é apresentada preferencialmente pela descoberta. Segundo Ausubel (op. cit.), a característica essencial da aprendizagem por descoberta, seja constituir conceitos ou encontrar a solução de um problema, é que o conteúdo escolhido, que vai ser aprendido não é fornecido, mas deve ser descoberto. O aluno deve encontrar informações, interpretar a estrutura cognitiva existente, encontrar uma forma de organizar e transformar a combinação integrada, de tal forma, que dê origem ao produto final desejado, até a descoberta de uma relação perdida entre meios e fins.

O conhecimento adquirido pela aprendizagem receptiva também é usado na solução de problemas diários. É comumente utilizado em sala de aula tanto para aplicar, ampliar, integrar e avaliar matérias, como para submeter à compreensão do conteúdo. Um dos objetivos da descoberta é desenvolver a capacidade do aluno em utilizar o conhecimento adquirido, na solução de problemas particulares, de seu cotidiano.

Sendo assim,

A aprendizagem por descoberta significativa representa um outro emprego cognitivo de um repertório de conceitos existentes no aluno. É exemplificada pelos (1) tipos mais simples de operações de solução de problema, onde a solução de problema imediato requer que o aluno seja capaz de formulá-lo como um caso especial de um conceito ou proposição já significativos e mais gerais e (2) os tipos mais complexos de solução de problema, onde os conceitos e proposições existentes podem ser desdobrados, elaborados, qualificados ou reorganizados de modo a satisfazer as exigências particulares das relações entre meios e fins que o aluno é obrigado a descobrir. (AUSUBEL, 1980, p.79).

Os conceitos adquiridos são também empregados em variedades mais simples ou mais complexas de soluções criativas de problemas na descoberta de novos conceitos.

2.4 A PLANILHA

A Planilha é um tipo de programa de computador que utiliza tabelas para realização dos cálculos e apresentação dos dados. Uma tabela é uma representação matricial, isto é, os dados apresentados estão em linhas e colunas. Esse tipo de ferramenta foi criado por Dan Bricklin, em 1978, na época em que era um estudante de pós-graduação da Universidade de Harvard, com a finalidade de realizar tarefas acadêmicas. A primeira versão operacional era uma matriz de cinco colunas e vinte linhas. Em janeiro de 1979, juntamente com seu amigo Bob Frankston, fundou a empresa Software Arts e juntos desenvolveram a primeira versão comercial da Planilha que foi denominada de VisiCalc (*Visible Calculator*) (BRICKLIN, 2010).

O software obteve sucesso imediato, e vendeu quase um milhão de cópias, fazendo com que muitas pessoas fossem incentivadas a comprar um computador pessoal, como aponta Viali:

A planilha incentivou o desenvolvimento do microcomputador, pois antes do seu lançamento não existia um programa que justificasse realmente a compra de um micro. Em 1979 a planilha tornou-se disponível para o público através da plataforma Apple II e o impacto foi quase imediato, pois muitas pessoas compravam o micro apenas para usar este software (2006 f, p. 1).

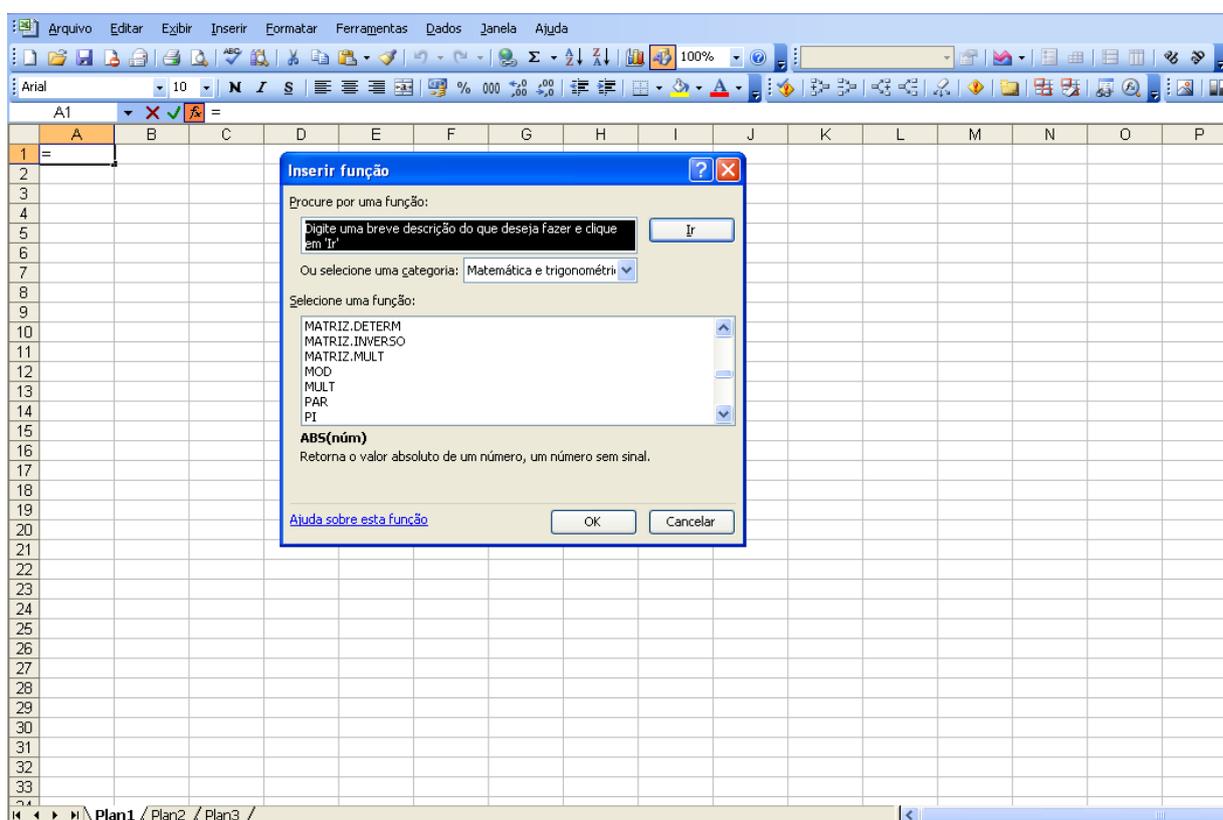
Mais tarde, entre os anos de 1982 e 1983 foi desenvolvida por Mitch Kapor, a Planilha Lotus 1-2-3, que rapidamente tornou-se o novo padrão, por apresentar mais recursos que a VisiCalc. No ano de 1985 a Lótus adquiriu a empresa Software Arts e descontinuou o VisiCalc, dominando o mercado até o ano de 1995, quando foi adquirida pela IBM – *International Business Machines* (POWER, 2004).

Posteriormente, entre 1984 e 1985, o domínio do mercado foi conquistado pela Planilha Excel, da Microsoft, desenvolvida inicialmente para os computadores Macintosh. Foi o primeiro recurso a usar relações gráficas, símbolos visuais e os conhecidos como menus. A utilização dessa ferramenta teve aceitação imediata por facilitar que esses itens fossem selecionados apenas por um clique do “mouse”, facilitando o uso (POWER, 2004).

A Planilha em sua apresentação é uma matriz. Existem muitas possibilidades em Matemática para utilizá-la. Em uma Planilha, podemos fazer operações com matrizes, como soma, subtração, multiplicação, cálculo da inversa, cálculo do determinante e obtenção da

transposta. Essas atividades realizadas sem o computador são operações muito trabalhosas. Por exemplo: para a resolução de um Sistema Linear, é necessário inverter uma Matriz, e sem a Planilha ficamos limitados a resolver somente um sistema de duas, no máximo, três variáveis. Problemas desse porte servem apenas como exemplos didáticos, nunca como exemplos de aplicações práticas. Dessa maneira, o aluno fica com a impressão que a Matemática não possui utilidade funcional, pois tudo está no terreno das suposições.

A Figura 1 mostra a Planilha “Excel” versão 2003, que pode ser apresentada de vários modos, dependendo dos recursos que estão sendo utilizados:



Fonte: Software Microsoft Excel (versão 2003)

Figura 1 – Visão geral de uma Planilha Excel destacando o procedimento “inserir função”.

Sem o uso da Planilha, não se pode trabalhar com matrizes compostas com números racionais e irracionais, pela dificuldade de se realizar os cálculos. Isso se torna uma perda ao aprendizado do aluno, pois limita a escolha dos problemas serem trabalhados nas aulas de Matemática. O ideal é trabalhar com questões reais, como elaborar situações que envolvam compras em um supermercado, problemas construídos a partir de uma aula de Educação Física, com os dados das atividades esportivas. Outras construções como ajustamento de curvas são temas necessários em disciplinas como Biologia, Física e Química.

Com o uso da Planilha, essas dificuldades são eliminadas, e pode-se empregar qualquer tipo de número, e resolver praticamente todos os tipos de problemas. Dessa forma, as atividades são todas possíveis de serem realizadas, como calcular o determinante ou a inversa de uma matriz de qualquer ordem. Assim, o aluno utilizará a Planilha e verificará os resultados obtidos e relacionará com os conceitos de Matrizes. Ele deixa de se preocupar com os cálculos aritméticos envolvidos na resolução de problemas transferindo essas tarefas para o computador.

3 METODOLOGIA

Essa pesquisa baseou-se em um estudo de caráter exploratório, conduzido por intermédio dos métodos quantitativo e qualitativo. Para o embasamento desse trabalho foi utilizado um questionário com dados quantitativos que nortearam a elaboração de outros questionários de caráter qualitativos. Segundo Flick:

Esses métodos distintos continuam sendo autônomos, operando lado a lado, tendo como ponto de encontro o tema de estudo. [...] Empregar ou não, os métodos ao mesmo tempo, ou utilizá-los um após o outro, é um fator de menor relevância se comparado a idéia de enxergá-los em igualdade no papel que desempenham no projeto. (FLICK, 2004, p.274)

A abordagem quantitativa foi utilizada no questionário 1 e levantou alguns dados biográficos. Nos questionários 2, 3 e 4, foram utilizadas questões abertas, caracterizando o trabalho como qualitativo/quantitativo. Segundo Moreira:

Os interpretacionistas enxergam a vida humana como ativamente construída pelas pessoas em contato com as outras. O comportamento humano é visto como interativo e interpretativo. [...] o estudo do comportamento humano é o estudo das experiências vividas de cada um e a experiência humana estriba-se nos sentidos, interpretações, atividades e interações das pessoas. (MOREIRA, 2001, p.46).

A investigação foi conduzida na sala ambiente da disciplina e no laboratório de Informática. Os alunos trabalharam em duplas ou trios tendo, assim, a oportunidade de interagir, discutir e analisar estratégias com os colegas e com o professor. O uso do computador foi uma ferramenta essencial nessas atividades e possibilitou a construção de novos conhecimentos.

As tarefas foram planejadas e organizadas para ser distribuídas tanto escritas em papel, para o uso nas atividades de sala de aula, quanto na forma virtual, para a utilização no laboratório. As tarefas de laboratório foram planejadas de modo a facilitar a execução das atividades propostas. Inicialmente foi realizada uma introdução à Planilha one foram realizadas atividades de familiarização com o programa. Posteriormente foram iniciadas as atividades envolvendo o conteúdo de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares (MDSL).

3.1. SUJEITOS DA PESQUISA

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu em uma escola particular em Porto Alegre tendo como objeto de investigação duas turmas de 36 alunos do segundo ano do Ensino Médio. A escola oferece Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio, tendo turno integral

do 1º ao 5º ano e possui aproximadamente 1500 alunos. O colégio dispõe de dois laboratórios de informática com 20 computadores cada, um auditório para 500 pessoas, um ginásio de esportes e duas bibliotecas sendo uma para ensino Educação Infantil e o quinto ano e outra para os níveis sexto ano ao Ensino Médio. A metodologia de ensino predominante na escola é a tradicional ou transmissiva, sendo que cada disciplina adota um livro ou apostila. As salas de aulas são ambientes climatizados e todas dispõem de um equipamento multimídia.

O Ensino Médio tem três turmas de primeiro ano, duas do segundo e três do terceiro. A pesquisa foi realizada com as duas turmas de 36 alunos do 2º ano do Ensino Médio, entre os meses de maio a setembro no ano de 2010. As idades dos alunos variavam entre 15 e 18 anos, sendo que 57 % tinham 15 anos, 32 % têm 16 anos, 8% tinham 17 anos e 3% 18 anos.

O Currículo de Matemática do Ensino Médio compreende os seguintes conteúdos e cargas horárias distribuídas nos três anos de ensino.

Primeiro ano, com os conteúdos de:

Álgebra (revisão de conteúdo do Ensino Fundamental), Teoria dos Conjuntos e Conjuntos Numéricos, Funções, Trigonometria no Triângulo Retângulo, Função Afim, Função Quadrática, Função Modular, Estatística, Potenciação e Função Exponencial, Função Logarítmica, Progressão Aritmética, Progressão Geométrica, Matemática Financeira e Geometria Plana. Esses conteúdos são distribuídos ao longo de quatro bimestres com 4 horas aulas (50 minutos) semanais e a carga horária anual é de 160 horas.

Segundo ano, com os conteúdos de:

Geometria Espacial e de Posição, Geometria Espacial, Matrizes, Determinantes, Sistemas Lineares, Resolução de Triângulos, Sistema Trigonométrico e Funções Circulares, Relações e Transformações trigonométricas, Análise Combinatória, Probabilidade e Estatística.

Esses conteúdos são distribuídos ao longo de quatro bimestres com 5 horas aulas (50 minutos) semanais e a carga horária anual é de 200 horas.

Terceiro Ano com os conteúdos:

Primeiro e segundo bimestres: Geometria Analítica: Ponto no Plano Cartesiano, Retas e Circunferência; Números Complexos e Polinômios. Terceiro e quarto bimestres: revisão de conteúdos, preparação para o vestibular.

Esses conteúdos são distribuídos ao longo de quatro bimestres com 5 horas aulas (50 minutos) semanais e a carga horária anual é de 200 horas.

Quanto à avaliação, em todos os estudos realizados durante o ano letivo, o aluno será considerado parte atuante, bem como sendo conhecedor dos critérios de avaliação adotados pelo professor. Ele é avaliado no seu desenvolvimento ao longo do processo ensino-aprendizagem e não por intermédio de um só instrumento. São utilizadas provas escritas, trabalhos individuais e em grupo, pesquisas, debates, dinâmicas, exercícios e atividades realizadas em aula e em casa, entre outros.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em dois momentos distintos. No primeiro, uma turma utilizou a Planilha como recurso no auxílio da resolução dos problemas interdisciplinares, que envolveram conteúdos de Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares (MDSL). Uma segunda teve os mesmos conteúdos desenvolvidos sem o recurso computacional. Após esse procedimento, o processo se inverteu, para que as duas turmas fossem analisadas com relação aos dois métodos.

Durante esse processo, foram aplicados questionários em momentos distintos e uma entrevista. Ao final de cada etapa, em que cada turma recebeu um método diferente, foram aplicados os questionários. Após o término de todos os questionários, foi realizada a entrevista. Esses procedimentos podem ser melhor visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Esquema de delineamento da pesquisa e aplicação dos instrumentos de coleta de dados.

Turma 1		Turma 2	
Parte 1	Com Planilha (8+3) h	Parte 1	Sem planilha 8 h
Aplicação do questionário 2		Aplicação do questionário 3	
Parte 2	Sem planilha 8 ha	Parte 2	Com Planilha (8+3) h
Aplicação do questionário 3		Aplicação do questionário 2	
Aplicação do questionário 4			
Entrevistas			

Após a aplicação desses questionários, os alunos participaram de um projeto interdisciplinar, um campeonato de futebol, juntamente com as disciplinas de Biologia, Física e Educação Física. As duas turmas retornaram ao laboratório de informática para trabalhar

com os elementos coletados do campeonato, usando a Planilha. Os dados foram colocados de forma matricial, para então realizarem as operações com matrizes. O projeto foi executado pelas duas turmas.

3.3 INSTRUMENTOS

As informações coletadas na pesquisa foram reunidas a partir dos seguintes itens:

- Foram aplicados quatro questionários, com questões abertas e fechadas. O primeiro foi para verificar algumas variáveis sociográficas, bem como o conhecimento de Informática e o relacionamento com Matemática e foi aplicado a todos os alunos envolvidos no experimento. O segundo e o terceiro questionários foram aplicados nos momentos finais das partes 1 e 2, com a finalidade de coletar informações dos alunos sobre as aulas que usaram ou não a Planilha. Esses questionários foram aplicados aos alunos da turma que usou a Planilha (questionário 2) e da turma que não usou a Planilha (questionário 3). Após, a parte 1 e parte 2, isto é, troca de métodos entre as turmas, foi aplicado o quarto questionário, com a finalidade de coletar informações sobre as aulas de resoluções problemas com ou sem a Planilha.
- As entrevistas semi-estruturadas aprofundaram as respostas obtidas nos questionários 2, 3 e 4, ao final da parte 1 e 2. A finalidade foi identificar principalmente diferenças, semelhanças, condução e problemas enfrentados em relação aos métodos propostos. Os alunos selecionados para a entrevista foram escolhidos proporcionalmente quanto ao sexo, ao rendimento em Matemática e ao conhecimento de Informática.

3.3.1 Questionário 1

Em um primeiro momento, os alunos responderam o Questionário 1, visando determinar as variáveis intervenientes na aprendizagem dos conteúdos a serem trabalhados.

As variáveis levantadas foram:

- a) Ter computador em casa (sim, não);
- b) Se tiver computador, ter acesso à internet (sim, não);
- c) Conhecer alguma planilha de cálculo (Excel, por exemplo), (sim, não);
- d) Caso sim, se usou a Planilha para alguma atividade na escola (sim, não);
- e) Caso sim, se usou a Planilha para alguma atividade fora da escola, (sim, não);
- f) Apreciar o uso do computador (nem um pouco, pouco, mais ou menos, muito);

- g) Apreciar Matemática (nem um pouco, pouco, mais ou menos, muito);
- h) Apreciar ter aulas de Matemática no computador (nem um pouco, pouco, mais ou menos, muito);
- i) Ter dificuldades em aprender Matemática (nem um pouco, pouco, mais ou menos, muito);
- j) Classificar o grau de dificuldade para lidar com alguns conteúdos de Matemática:
 - o Regras de sinais (nem um pouco, pouco, mais ou menos, muito);
 - o Operação com decimais (nem um pouco, pouco, mais ou menos, muito);
 - o Interpretação de problemas (nem um pouco, pouco, mais ou menos, muito);
 - o Operações com frações (nem um pouco, pouco, mais ou menos, muito).
- k) Foram levantadas as seguintes variáveis biográficas:
 - o Idade;
 - o Sexo;
 - o Tipo de escola estudou (sempre em particulares, sempre em públicas, parte em particulares, parte em públicas);
 - o Reprovação em Matemática (sim, não).

3.3.2 Questionário 2

Esse instrumento abordou uma análise sobre as atividades desenvolvidas pelos alunos, apresentando sua posição sobre a aprendizagem, tendo o computador como um facilitador para aprender Matemática, especificamente com relação ao uso da Planilha. Os questionamentos foram os seguintes:

- l) Citar aspectos negativos em aprender matrizes com a utilização da Planilha;
- m) Citar alguns aspectos positivos em aprender matrizes com a utilização da Planilha;
- n) Resolver problemas com o uso computador facilitou o entendimento das operações com matrizes;
- o) Descrever o rendimento no conteúdo de matrizes usando a Planilha;

3.3.3 Questionário 3

Esse Instrumento tratou de questões sobre o posicionamento dos alunos com relação a sua aprendizagem, quanto às aulas sobre Matrizes, Determinantes e Sistemas Lineares, por

intermédio do método de resolução de problemas, segundo Polya (1995), sem o uso do computador.

Os questionamentos foram os seguintes:

- a) Dificuldades encontradas no aprendizado de Matemática, especialmente no conteúdo de Matrizes, por intermédio de Resolução de Problemas;
- b) Dificuldades encontradas para interpretar os problemas;
- c) Comparar o estudo de Matemática utilizando ou não o método de Resolução de Problemas;
- d) Citar as operações com matrizes que teve mais dificuldades de compreensão. Apresentar os possíveis motivos;
- e) Citar a preferência entre os métodos tradicional ou de Resolução de Problemas. Explicar o porquê da preferência;
- f) Citar a principal dificuldade em aprender operações com MDSL;

3.3.4 Questionário 4

Ao concluir a aplicação do questionário 2 e 3, respectivamente, as duas turmas foram submetidas ao questionário 4, com a finalidade de realizar uma análise mais abrangente das atividades desenvolvidas. Esse momento era necessário para que os alunos tivessem uma visualização do todo e então pudessem comparar as aulas com e sem o uso do computador. Foi uma oportunidade para a verificação dos aspectos negativos e ou positivos com relação à aprendizagem de Matemática com o uso do computador e a resolução de problemas. Os questionamentos foram os seguintes:

1. Descrever seu rendimento em relação a sua aprendizagem, no conteúdo de MDSL sem o uso da Planilha;
2. Descrever seu rendimento em relação a sua aprendizagem, no conteúdo de MDSL com o uso da Planilha;
3. Dar um parecer sobre estudar um conteúdo matemático MDSL com o método de resolução de problemas;
4. Citar contribuições sobre o aprendizado do conteúdo de Matemática com a Planilha;
5. Descrever motivações no aprendizado da Matemática com o uso do computador. Explicar essas motivações.
6. Comparar a aprendizagem com e sem o uso do computador;

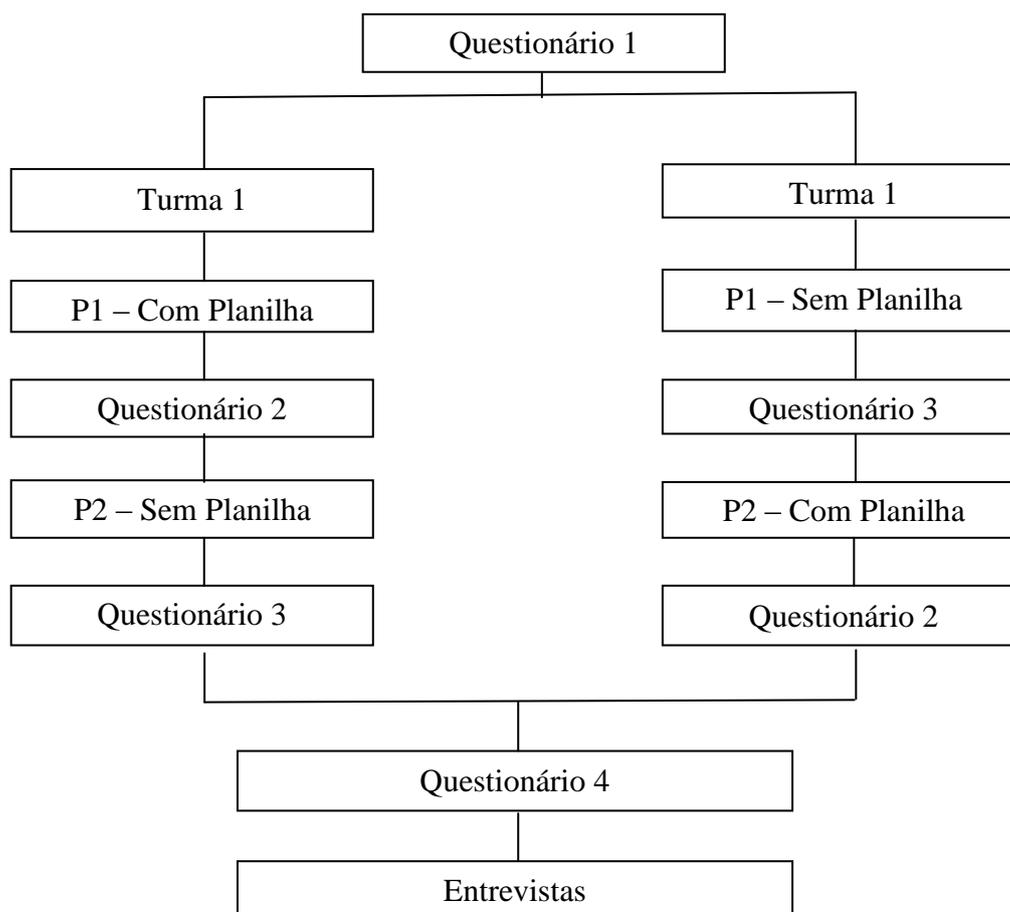


Figura 2 – Fluxograma dos instrumentos de coleta de dados utilizados.

3.3.5 Procedimentos para as entrevistas

A seleção dos alunos para a entrevista foi feita proporcionalmente ao número de meninos e meninas. Quanto à escolha do aluno para a entrevista, levou-se em consideração algumas características levantadas no Questionário 1. Essas informações forneceram o perfil dos alunos e o parecer deles em relação ao conhecimento de Informática (alunos que não têm conhecimento, ou têm pouco e alunos que têm um bom conhecimento nessa área) e ao conhecimento na resolução de problemas em MDSL.

3.4 ATIVIDADES DIDÁTICAS

No início do processo os alunos foram envolvidos em um projeto interdisciplinar, com as disciplinas de Biologia e Educação Física. O projeto consistiu em elaborar um campeonato de futebol de salão feminino e masculino com o Ensino Médio, aproveitando que em junho e julho do corrente ano, houve a Copa do Mundo. As equipes montadas foram

identificadas com os nomes de cada país participante da Copa e parte das regras do campeonato foi igual às regras da Copa do Mundo.

Os alunos foram informados sobre a metodologia de ensino e que seriam aplicados questionários de avaliação. Enquanto o projeto estava em andamento, iniciaram as aulas de pesquisa com as turmas, a Turma 1 com aulas com computador (Parte 1) e a Turma 2 com as aulas como regularmente trabalhadas na escola (Parte 2).

As duas turmas tiveram aulas com o objetivo de nivelar o conhecimento sobre o uso da Planilha. Inicialmente foram abordados conhecimentos básicos referentes ao manuseio da Planilha: expressões, fórmulas, endereçamento, operações necessárias para a cópia, operações com sinais. Além disso, foram realizadas operações com o ponteiro do mouse como seleção e outras ações distintas como posicionamento no interior ou na borda da célula. Essa primeira abordagem foi para verificar o domínio da ferramenta, pois havia alunos que não conheciam o software. Após essa etapa, foram verificados os pré-requisitos (através de atividades, resolução de equações, etc) de cada aluno, como operações aritméticas e algébricas, conhecimentos estes necessários para trabalhar a resolução de problemas. Como foi detectado que alguns alunos apresentaram dificuldades, foram oferecidas aulas de reforço, no turno contrário, à tarde, na sala ambiente de Matemática.

As atividades foram realizadas com grupos de dois ou três integrantes nas duas partes do trabalho. Em cada encontro os alunos da Turma 1, na parte 1 receberam virtualmente uma ou duas situações problemas para resolverem, e para a Turma 2, na parte 1, os problemas foram distribuídos por escrito.

O primeiro passo para interpretar o problema, foi fazer a modelagem matricial, para então buscar o método de resolução. Dessa forma, eles se depararam com diferentes tipos de matrizes, em suas interpretações e tiveram que aplicar as operações. Os problemas iniciais visavam trabalhar com operações de adição e subtração de matrizes e o produto de um escalar por uma matriz.

3.4.1 Turma 1 – Parte 1

O trabalho de nivelamento com a Planilha envolveu uma etapa de familiarização com o recurso, totalizando três horas aulas. Nesse período foram desenvolvidas as seguintes atividades: como usar o menu e seus aplicativos, bem como o ponteiro do mouse, a montagem de uma fórmula específica e então as operações matemáticas. Após essas primeiras aulas,

introduziram-se as situações problemas, num total de 11 horas aulas. Os alunos realizaram essas atividades em grupos de dois ou três integrantes, por computador.

Foram apresentadas aos alunos situações problemas para que fossem solucionadas que requeriam a modelagem na forma matricial. Por meio do estudo dessas tabelas (Matrizes), eles teriam que resolver os problemas, buscando construir gradativamente os conceitos de Matrizes, utilizando como recurso a Planilha. Ao final dessa atividade, os alunos responderam o segundo instrumento (questionário 2) de coleta de dados.

3.4.2 Turma 2 – Parte 1

Essa turma recebeu aulas ministradas sem o uso da Planilha. Nesse momento, a metodologia aplicada foram aulas como regularmente trabalhadas na escola. Os alunos receberam em folhas avulsas as situações problemas e formaram duplas ou trios para realizarem as atividades. Foram necessárias 11 horas aulas para a realização dessas atividades. Porém em cada atividade apresentada, os alunos foram orientados a interpretar os problemas e por meio de debates nos grupos construíram as soluções possíveis. No final da parte 1 da pesquisa, os alunos responderam ao terceiro instrumento (questionário 3) de coleta de dados.

3.4.3 Turmas 1 e 2 – Parte 2

Após, concluída a parte 1, o processo se inverteu, a Turma 1 trabalhou com as aulas como regularmente trabalhadas na escola, e a Turma 2 foi para o laboratório, onde passaram a realizar as atividades com o uso do computador. Ao final desse procedimento, a Turma 1 respondeu ao Questionário 3 e a Turma 2 ao Questionário 2.

3.4.4 Projeto Interdisciplinar

As duas turmas voltaram ao laboratório subdivididas em grupos para mais três horas aulas de trabalho com os dados coletados do COPACAPA, projeto interdisciplinar que compreendeu múltiplas atividades de pesquisa, envolvendo as disciplinas de Matemática, Biologia, Educação Física e Física.

Os grupos foram subdivididos em:

- a) Equipe organizadora do projeto (professores e líderes dos subgrupos).

Equipe que fiscalizava o andamento do projeto. Havia um representante de cada equipe que participava das reuniões administrativas.

b) Equipe para elaboração da COPACAPA;

Esta equipe organizou o campeonato de futsal.

c) COPACAPA estatística;

Esse grupo realizou as seguintes atividades: coleta de dados dos jogos, organização dos dados de forma matricial, gráficos comparativos entre as equipes e ajustamento de curvas. O grupo da coordenação foi o que organizou os outros grupos para realizarem a atividade interdisciplinar, com a finalidade de elaborar uma situação problema: avaliar o peso de um estudante, tendo-se uma altura conhecida.

d) A economia da copa na África;

Analisar a economia da África, antes e depois de ser escolhida como sede da Copa do Mundo; benefícios que trouxe ao país escolhido como sede da Copa mundial (confecção de maquete com apresentação da localização da Copa e do CAPA). Fazer a apresentação dessa pesquisa em painéis.

e) COPACAPA acústica;

Estudo da intensidade do som nos estádios de futebol.

f) COPACAPA saúde (6 grupos);

- Anatomia e fisiologia celular (construção celular).

Construção de uma célula com suas organelas, representando a fisiologia dos carboidratos, proteínas, água e isotônicos.

- Alimentação (proteínas e carboidratos), visando à anatomia e fisiologia celular.

Representação dos principais tipos de proteínas e carboidratos utilizados pelos atletas, por intermédio de exposição de alimentos.

- Hidratação (água e isotônicos), visando à anatomia e fisiologia celular.

Exposição de isotônicos e água utilizados pelos atletas.

- Tipagem sanguínea

Análise dos tipos sanguíneos por meio da leitura de lâminas com o uso dos antígenos.

- Doação de sangue.

Divulgação da coleta para a comunidade pela distribuição de folders em semáforos, casas e comércio.

Coleta de sangue pelo Hemocentro com o apoio dos alunos.

- Cadastro de medula óssea.

Preenchimento da ficha cadastral pelos alunos, fornecida pelo Hemocentro. Partes dessas atividades foram realizadas na feira de ciências denominada Escola Aberta, com os visitantes.

g) COPACAPA cinematográfica e de ornamentação;

O projeto foi apresentado pelos alunos em uma feira de ciências do colégio, denominada Escola Aberta, no dia 04 de julho de 2010.

3.4.5 Entrevistas

Foram realizadas duas entrevistas, uma para cada turma, num total de 12 alunos. Elas foram gravadas em áudio, com perguntas referentes aos questionários aplicados anteriormente. A seleção dos alunos para entrevista seguiu os seguintes critérios:

1. Dificuldades ou não em Matemática;
2. Proporção entre meninas e meninos;
3. Dificuldades ou não quanto ao uso da Planilha;
4. Dificuldades ou não quanto à resolução de problemas;
5. Ter ou não conhecimento em informática.

As entrevistas foram posteriormente transcritas e nelas foram analisadas questões como a preferência ou não de aprender Matemática com a Planilha, bem como assimilar essa disciplina com a resolução de problemas. Os alunos também foram solicitados a comentar sobre a preferência de trabalhar em grupos ou individualmente nas atividades propostas.

3.4.6 Análise Textual

Os dados coletados foram analisados por intermédio da Análise Textual Discursiva que “corresponde a uma metodologia de análise de dados e informações com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos”, segundo Moraes e Galiazzi (2007, p. 8).

A produção textual é um processo que visa oportunizar o aprender e o comunicar, desenvolvendo o conhecimento e aprofundado em fenômenos investigados. Conforme Moraes, a pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise criteriosa desse tipo de informação. O objetivo da análise textual discursiva é a produção de metatextos baseados nos textos do corpus, descritivos e interpretativos organizados a partir das unidades de significado e de categorias.

O primeiro elemento do ciclo é a desmontagem, ou desintegração do texto e a codificação de cada unidade, com o objetivo de buscar o sentido. Ela deve destacar seus elementos constituintes e colocar o foco nas informações que atribuem sentido e significado, para que a leitura encontre alguma perspectiva teórica. O conhecimento da teoria fundamenta à pesquisa e para atingir esse objetivo foram necessárias várias leituras do texto. Foi necessário ainda a reescrita de cada unidade, de modo que fosse encontrado o significado completo.

O segundo elemento do ciclo foi o processo de categorização das unidades, comparando-as para encontrar elementos semelhantes, formar os grupos e nomeá-los em diferentes níveis, definindo as categorias. De acordo com Galiazzi, et. al. (2007) o pesquisador pode chegar a essas categorias por meio de dois métodos: o Dedutivo, que constrói categorias antes mesmo de examinar o “corpus” (conjunto de documentos a serem analisados, para obterem os resultados válidos e confiáveis); e o método Indutivo, que implica em produzir as categorias a partir das unidades de análises construídas a partir do corpus.

Quando as categorias foram definidas, iniciou-se o processo de construção da estrutura de um metatexto, para então, argumentar defender a abordagem qualitativa.

A categorização é parte do processo de análise e interpretação de informações na pesquisa qualitativa. Ela está relacionada à linguagem e sua construção consiste em agrupar por semelhança. Para tal é necessário ter especificado seus critérios de classificação. Estes, uma vez descritos e explicitados com clareza, permitem que as informações sejam sintetizadas e organizadas, dando base à estrutura de um metatexto.

A pesquisa é baseada e encaminhada a partir das categorias que são construídas por um conjunto de idéias. A produção textual pressupõe a construção ou reconstrução das informações no textos com o objetivo da produção de metatextos. Estes se baseiam nos textos do “corpus” e estabelecem diálogo com uma comunidade de especialistas. O autor faz a sua escrita, pensando na reescrita e preocupa-se com a finalização, objetivando a qualificação e o aperfeiçoamento. A pesquisa utilizou a abordagem Naturalista Construtiva, com o propósito de compreender os problemas interdisciplinares elaborados nas disciplinas de Educação Física e Matemática.

3.4.7 Situações problemas trabalhados

A aplicação dos problemas foi feita gradativamente conforme um grau crescente de dificuldade tanto nas aulas com o computador quanto sem essa ferramenta. Os problemas

apresentados foram os mesmos em ambas as situações de uso. Cada problema teve um objetivo específico que são apresentados após a descrição de cada um.

Situação problema um:

Um supermercado tem um estoque mensal inicial de cereais: 1005 Kg de feijão, 325 Kg de pipoca, 3245 kg de arroz, 234 kg de ervilha, 245 kg de amendoim, 104 kg de linhaça. Durante o mês, o gerente da loja, preocupado com a falta de mercadoria fez uma reposição no estoque de 905 Kg de feijão, 140 Kg de pipoca, 2050 kg de arroz, 400 kg de ervilha, 125 kg de amendoim, 32 kg de linhaça. Durante o mês o supermercado vendeu 1805 Kg de feijão, 425 Kg de pipoca, 4445 kg de arroz, 235 kg de ervilha, 305 kg de amendoim, 122 kg de linhaça. No final do mês, o gerente deu uma ordem a seu funcionário responsável pelo estoque, para verificar quantidade de cereal ainda estocado. Encontre qual foi o levantamento que o funcionário apresentou ao gerente.

Esse primeiro problema teve a finalidade de conceituar matriz e nele foi solicitado que os alunos colocassem os dados nesse formato para observar os diferentes tipos de matrizes. Após, conforme fossem bem sucedidos teriam que descobrir como aplicar as operações de adição e subtração de matrizes.

Situação problema dois:

Uma rede de supermercados possui duas unidades de moinhos. Durante o ano de 2009 a unidade I produziu 200 t de farinha de trigo, 150 t de farinha de cevada, 100 t de farinha de centeio, 90 t de farinha de milho. A unidade II teve uma produção em 2009 de: 100 t de farinha de trigo, 79 t de farinha de cevada, 85 t de farinha de centeio, 33 t de farinha de milho.

- a) Construa uma tabela representando as duas unidades produtoras.*
- b) Em uma tabela represente toda a produção do supermercado no ano 2009.*
- c) No início do ano de 2010 o supermercado comprou novos equipamentos com o objetivo de aumentar em 40% a sua produção. Qual será a produção esperada em cada uma das duas unidades?*

O objetivo desse segundo problema foi o de representá-lo na forma matricial. Aplicar a operação de adição de matrizes e posteriormente realizar a operação de multiplicação de uma matriz por um escalar.

Situação problema três:

Um empresário oferece mensalmente alimentos a dois orfanatos. Para o primeiro são doados 25 kg de arroz, 20 kg de feijão, 30 kg de farinha e 32 kg de batata. Para o segundo são doados 28 kg de arroz, 24 kg de feijão, 35 kg de farinha e 38 kg de batata. O empresário fez a cotação de preços, em reais, em dois supermercados. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Dados da situação problema três

<i>Produto (1kg)</i>	<i>Supermercado - <u>Center-Centro</u></i>	<i>Supermercado - <u>Por Menos</u></i>
<i>Arroz</i>	<i>R\$ 1,29</i>	<i>R\$ 1,27</i>
<i>Feijão</i>	<i>R\$ 1,96</i>	<i>R\$ 1,98</i>
<i>Farinha</i>	<i>R\$ 1,25</i>	<i>R\$ 1,20</i>
<i>Batata</i>	<i>R\$ 1,25</i>	<i>R\$ 1,99</i>

Apresentando os dados em uma tabela, determine o gasto mensal desse empresário, por orfanato, supondo que todos os produtos sejam adquiridos no mesmo estabelecimento que representa a melhor opção de compra.

Esse problema teve a finalidade de mostrar o procedimento de multiplicação entre matrizes. Os alunos precisavam buscar estratégias para montar as matrizes e então realizar as multiplicações. O aluno deveria perceber que para multiplicar ele deveria respeitar a condição de que a primeira matriz tenha o número de colunas igual o número de linhas da segunda matriz. O objetivo principal do problema foi o de descobrir o motivo de existir esta restrição na realização da operação de multiplicação de matrizes.

Situação problema Quatro:

Numa lanchonete os pastéis têm preço único e os refrigerantes também. Nesse lugar, paguei R\$ 17,40 por cinco pastéis e três copos de refrigerante, e meu amigo pagou R\$ 10,80 por três pastéis e dois copos de refrigerante. Qual é o preço do pastel e do refrigerante?

Esse problema teve a finalidade de aplicar os métodos de Cramer e o matricial de resolução de um sistema linear: O primeiro passo foi interpretar e montar a situação problema em um sistema linear de duas variáveis. Os alunos já conheciam procedimentos de adição e de substituição para a resolução do sistema linear. Contudo, na Planilha, esses métodos não são possíveis de serem aplicados.

Situação problema Cinco:

Haverá um show de rock em um local com capacidade de 400 lugares e que está dividido em três setores: A, B e C. O preço do ingresso do setor A é de R\$ 10,00, no B é R\$ 15,0 e no C é R\$ 20,00. O local ficou totalmente lotado, não houve distribuição gratuita de ingressos, propiciando uma arrecadação de R\$ 5.500,00 para o espetáculo. Sabe-se que a diferença do número de lugares dos setores A e B, somada ao dobro do número de lugares do setor C é 300. Quantos lugares há em cada setor?

Nas aulas com uso da Planilha, foi apresentado o método de resolução matricial que exige a determinação da inversa de uma matriz. Assim o objetivo deste problema foi de conceituar e determinar a inversa de uma matriz.

Situação problema Seis:

Um empresário doa mensalmente alimentos (Cesta Básica) para um orfanato. Um de seus funcionários ficou com a obrigação de fazer a compra da cesta básica e enviar para o orfanato. O funcionário tinha um limite de R\$ 280,00 para gastar. A Tabela 3 apresenta as compras da cesta básica do mês de janeiro.

O Funcionário fez as compras até o mês de Abril, deste ano. No mês de fevereiro, houve um aumento de 10% na cesta básica em relação ao mês de janeiro; no mês de março a cesta básica baixou 5% em relação ao mês de fevereiro; no mês de abril, teve outro aumento de 4%, agora em relação ao mês de março, sendo que neste mês o empresário doou duas cestas básicas, por causa da festa de Páscoa. Coloque os dados na forma matricial.

a) Verifique se o funcionário conseguiu ou não comprar as cestas básicas em cada mês.

b) Qual foi a inflação do período?

Esse problema teve a finalidade de fazer com que os alunos modelassem problemas envolvendo a multiplicação de um escalar por uma matriz e operações aritméticas entre matrizes. O objetivo do exercício foi reforçar os conhecimentos dos novos métodos de resolução de um problema já desenvolvidos nas situações problemas anteriores, bem como a interpretação do problema quanto à resolução.

Tabela 3: Dados de uma cesta básica para a situação problema seis

	Alimentação	Quantidades	Janeiro
1	Arroz – tipo 2 (pac. 5 Kg)	3	5,40
2	Feijão Cariquinha (pac. 1 Kg)	4	12,00
3	Açúcar Refinado (pac. 5 Kg)	2	10,00
4	Farinha de Trigo (pac. 1 Kg)	3	4,30
5	Farinha de Mandioca Torrada(pac. 500 g)	1	2,10
6	Batata (Kg)	4	8,60
7	Cebola (Kg)	1	1,60
8	Alho (Kg)	0,2	2,00
9	Ovos Brancos (Dz)	4	11,60
10	Margarina (pote c/ 250 g)	2	4,00
11	Extrato de Tomate (emb. 350-370 g)	3	4,80
12	Óleo de Soja (900 ml)	4	9,43
13	Leite em Pó Integral (emb. 400-500 g)	4	14,30
14	Macarrão c/ Ovos (pac. 500 g)	3	10,30
15	Biscoito Maisena (pac. 200 g)	4	12,00
16	Carne de Primeira (Kg)	3	45,40
17	Carne de Segunda s/ Osso (Kg)	4	32,30
18	Frango Resfriado Inteiro (Kg)	5	14,30
19	Salsicha Avulsa (Kg)	0,5	3,20
20	Lingüiça Fresca (Kg)	0,3	12,40
21	Queijo Mussarela Fatiado (Kg)	0,5	8,60
22	Sabão em Pó (pac. 2 Kg)	1	8,50
23	Sabão em Barra (unid .)	7	12,56
24	Água Sanitária Cândida (l)	2	4,30
25	Detergente Líquido (bem. 500 ml)	2	1,80

Situações problemas Sete e Oito:

Esses dois problemas tiveram a finalidade de fazer com que os alunos modelassem problemas como Sistemas Lineares de três equações e aplicassem os métodos de resolução matricial de de Cramer. O objetivo do exercício foi reforçar os conhecimentos dos novos métodos de resolução de um sistema linear.

07. (UEL – PR) Em uma lanchonete, Aline comeu uma coxinha e tomou um suco, pagando R\$ 2,00; Marcelo comeu uma coxinha e um quibe, pagando R\$ 2,20; Nilze comeu um quibe e tomou um suco, pagando R\$ 1,80. O preço de cada coxinha é:

- (a) R\$ 1,40
- (b) R\$ 1,20
- (c) R\$ 1,00
- (d) R\$ 0,80
- (e) R\$ 0,60

08. (UF – MA) Em um restaurante são servidos três tipos de salada: A, B e C. Num dia de movimento, observam-se os clientes X, Y e Z. O cliente X serviu-se de 200 g da salada A, 300 g da B e 100 g da C e pagou R\$ 5,50 pelo seu prato. O cliente Y fez seu prato com 150 g da salada A, 250 g da B e 200 g da C e pagou R\$ 5,80. Já o cliente Z serviu-se de 120 g da salada A, 200 g da B e 250 g da C e pagou R\$ 5,76. Qual o preço do quilo das saladas A, B e C, respectivamente?

Situação Problema do Projeto

Usando a planilha com os dados das alturas e massas de 12 atletas (masculinos e femininos), que se destacaram no campeonato de futsal, executar as seguintes tarefas:

- a. Construir um diagrama de dispersão dos dados.
- b. Determinar a equação da reta dos mínimos quadrados que se ajusta aos dados.
- c. Estimar a altura de um estudante conhecendo a sua massa.
- d. Estimar a massa de um estudante conhecida a sua altura.

Foram montadas duas equipes, uma de cada turma, para trabalhar a estatística com os resultados dos jogos: criar gráficos para exemplificar os resultados obtidos e apresentar esses resultados de forma multimídia.

A atividade proposta foi coletar a estatística dos jogos e dos atletas como: altura, sexo, massa, passes errados, passes certos, números de faltas, finalizações, gols sofridos, gols pró e cartões. Com esses elementos, foram construídos gráficos comparativos, utilizando a Planilha. Os itens coletados para a situação problema foram dos principais atletas: goleiro menos vazado, goleador e equipe campeã.

Com os conhecimentos já adquiridos sobre matrizes e determinantes, foi realizado um estudo sobre o ajustamento de curvas pelo método dos mínimos quadrados. Os alunos levaram essas informações para o laboratório de informática e os colocaram na forma

matricial para elaborar a situação problema. Posteriormente, eles construíram um diagrama de dispersão, fizeram o ajuste e determinaram os parâmetros da equação resultante.

4 A ANÁLISE DOS DADOS

4.1 VARIÁVEIS INTERVENIENTES

As variáveis que poderiam afetar o desenvolvimento da pesquisa, foram extraídas do Questionário 1, que foi elaborado para dar início às atividades com as turmas. A finalidade da utilização desse instrumento foi avaliar o grupo de alunos em relação ao conhecimento de Informática e Matemática e priorizar a abordagem quantitativa. Essas informações viabilizaram o parâmetro da pesquisa e os procedimentos iniciais no laboratório de informática. A coleta de dados envolveu 72 alunos e apresentou os seguintes resultados:

- As idades dos alunos variaram de 15 a 18 anos, sendo que a maioria de 15 e 16 anos;
- 57% foram do sexo masculino e 43% feminino;
- 54% dos alunos sempre estudaram em escolas particulares, 1% vieram de escolas públicas e 24% estudaram parte em públicas e parte em particulares;
- Quanto a dificuldades na disciplina de Matemática, 15% afirmaram ter muita dificuldade, 48% mais ou menos, 21% revelaram pouca e 10% não tinham. Destes, 79% nunca reprovaram em Matemática e 21% reprovaram;

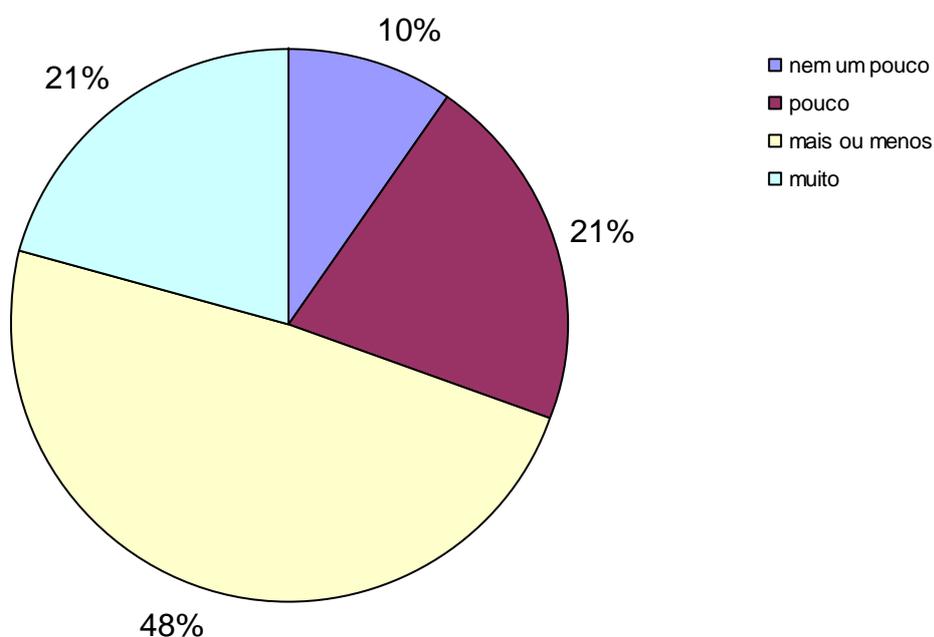


Figura 3 - Dificuldades em aprender Matemática

- 97% dos alunos tinham computador em casa, sendo que 90% com acesso à Internet. Destes, 38% já tinham utilizado a Planilha;

- 85% conheciam a planilha e destes apenas 33% já a tinham utilizado em atividades extra-curriculares;
- Todos os alunos, de alguma forma, revelaram apreciar o uso do computador, entretanto, quando se trata da Matemática, 11% disseram não apreciar nem um pouco, 22% gostavam pouco, 46 % mais ou menos e 21 % apreciavam muito;

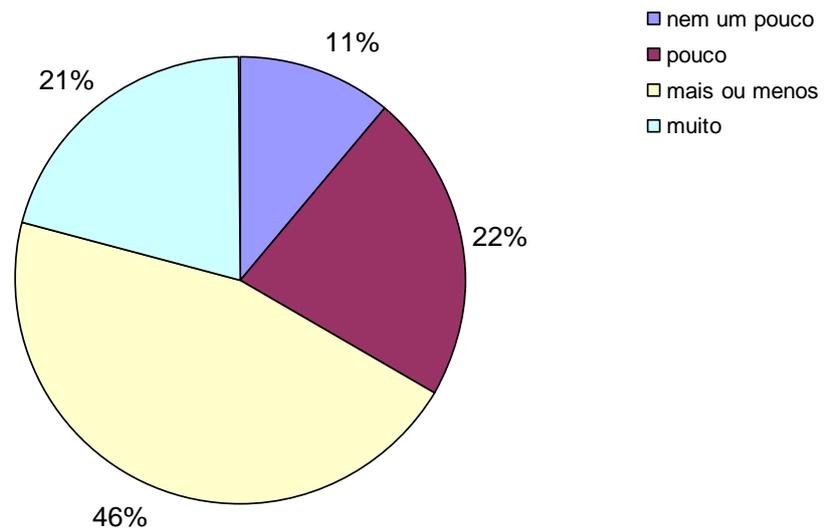


Figura 4 – Aprecia Matemática

- Nessa pesquisa, os alunos responderam que apreciariam ter aulas de Matemática no computador: 46% apreciariam muito, 33% mais ou menos, 17% pouco e 4% nem um pouco.

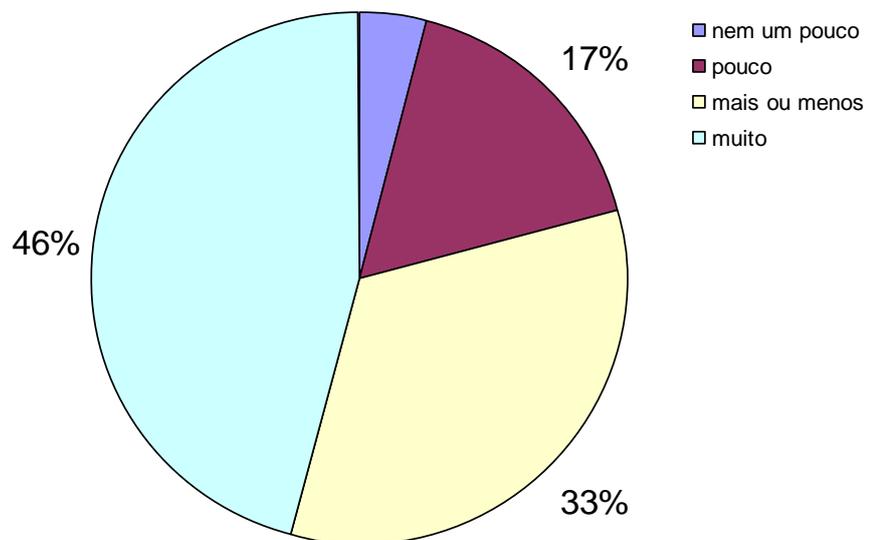


Figura 5 – Matemática com computador

Os critérios que contribuíram para a estruturação dos grupos distintos de alunos foram as variáveis utilizadas nos questionários. Entre elas destacam-se o percentual de alunos que possuíam dificuldade em Matemática, os que tinham computador em casa e se utilizavam da Planilha e os que apreciavam o uso do computador nas aulas de Matemática.

Esses dados proporcionaram um trabalho diferenciado em que o professor precisou fazer articulações para o bom andamento da pesquisa. Isso aconteceu porque o primeiro instrumento de levantamento de dados evidenciou a necessidade de se fazer um trabalho diferenciado com alguns alunos. Essas atividades envolveram aulas de reforço em turno contrário, para aqueles que apresentaram mais dificuldade em Matemática e em Informática. Essa forma de trabalho requereu “disponibilidade do professor para auxiliar os grupos na busca das informações e da organização do espaço-tempo escolar” (LAURINO, DUVOISIN, ARAÚJO, 2008, 2008).

4.2. ANÁLISE DAS ATIVIDADES SEM A PLANILHA

Essa atividade foi realizada em sala de aula com as duas turmas. Os alunos receberam uma folha com a situação problema e realizaram as atividades em duplas ou trios.

As tarefas que envolveram muitos cálculos aritméticos foram realizadas com o uso de calculadora. O objetivo do estudo não era se deter nos cálculos aritméticos, mas trabalhar com matrizes. O uso da calculadora se justificou, pois os problemas apresentavam operações com decimais e sem esse auxílio o rendimento cairia bastante.

Situação problema um

Essa atividade foi realizada em duplas e em trios. Foram utilizadas calculadoras para realizarem os cálculos aritméticos. Os tipos de matrizes apresentadas pelos alunos foram às seguintes:

Tabela 4: Dados da situação problema 1

Tipo	Porcentagem
6x1	36
3x2	8
2x3	54

As resoluções envolveram somas e subtrações de matrizes e 64% dos alunos obtiveram resultados corretos.

Os principais erros cometidos foram: a colocação incorreta dos dados na matriz e as operações aritméticas de soma e subtração. Esses erros ocorreram principalmente por falta de atenção.

Situação problema dois

Nessa situação problema os alunos usaram vários tipos de matrizes para realizar as operações de cálculo entre matrizes.

Tabela 5: Dados da situação problema dois sem Planilha

Tipo	Porcentagem
2x2	68
4x2	8
4x1	12
1x4	12

Na solução do problema foram apresentados os seguintes tipos de matrizes:

Tabela 6: Dados da situação problema dois – solução do problema sem planilha

	Tipo	Porcentagem
Uma matriz	2x2	27
Duas matrizes	2x2	49
Uma matriz	4x2	4
Uma matriz	4x1	12
Uma matriz	1x4	8

Essa atividade fez com que os alunos ficassem com muitas dúvidas, pois havia muitas respostas diferentes. Alguns grupos montaram apenas uma matriz e colocavam todos os dados dentro dela, ou seja, os dados dos dois supermercados. Porém, outros grupos montaram uma matriz para cada supermercado e também com tipos diferentes. Isso causou uma discordância entre eles, porque receberam a resposta de que ambos estavam corretos, mas que apenas estavam colocando seus dados em matrizes de tipos diferentes. Nessa situação problema 82 % dos resultados foram corretos.

Os motivos dos 18% que não conseguiram um resultado satisfatório foram erro nas operações de soma entre matrizes de ordem 2 e erros na multiplicação de um escalar por uma matriz.

Situação problema três

Nessa situação problema, apresentou-se a multiplicação entre matrizes. Para se construir a matriz, com oito dados, os únicos tipos apresentados foram uma 4×2 e uma 2×4 . Houve dificuldade para que os alunos identificassem o procedimento de multiplicação entre matrizes, pois confundiram com a operação de multiplicação de uma matriz por um escalar. Ao trabalhar desta forma, os estudantes verificaram que a solução estava incorreta. Eles conseguiram interpretar o problema, mas a resposta era diferente.

Nesse momento, as estratégias adotadas foram os motivos pelos quais os alunos não acertaram suas respostas. Eles não haviam compreendido que o único meio de fazer o produto entre as matrizes seria linha por colunas. Por meio da interpretação da situação problema, os alunos entenderam que teriam que encontrar apenas quatro respostas, pois havia dois supermercados, e dois orfanatos. Dessa forma, verificaram que o produto entre as matrizes teria que ser entre uma matriz do tipo 2×4 por outra 4×2 , para que apresentasse uma resposta do tipo 2×2 , ou seja, as quatro respostas, que eles desejavam encontrar. O produto entre a matriz 4×2 por uma 2×4 resultava em uma 4×4 , ou seja, havia 16 elementos na matriz, mas pela interpretação do problema teria que resultar uma matriz 2×2 . Esse procedimento finalizou com 73% dos trabalhos com resultados corretos.

Dentre os alunos que obtiveram resultados incorretos o principal motivo foi a troca de linhas por colunas. Eles erraram os cálculos. Os dados dos preços das mercadorias eram números racionais o que gerou dificuldades adicionais. Para alguns alunos, a falta de atenção foi o principal motivo para os erros cometidos.

Situação problema quatro

Nesse problema, muitos grupos identificaram diretamente o sistema linear de duas variáveis e aplicaram os métodos que mais conheciam para a resolução, como os métodos da Adição e de Substituição. Contudo, o solicitado era resolver por intermédio de matrizes.

Primeiramente, para aplicar o Método de Cramer foi necessário representar matricialmente o sistema linear, isto é, construir a matriz dos coeficientes, as das variáveis e a dos termos independentes. A matriz dos coeficientes foi denominada D , a da variável “ x ” D_x e a da variável “ y ” D_y .

O segundo procedimento foi obter os determinante de cada uma das matrizes D , D_x e D_y . A partir desses resultados foi possível obter as razões entre D_x e D para encontrar o preço do pastel e da mesma forma o preço do refrigerante por meio da razão entre D_y e D . Muitos

alunos encontraram os resultados utilizando os métodos de Adição ou Substituição. Utilizaram a maneira mais fácil e conhecida, já que para eles o método de Cramer era mais difícil e trabalhoso de ser aplicado.

Avaliando-se os resultados dessa tarefa verificou-se que 51% dos alunos aplicaram o método de Cramer e conseguiram encontrar a solução correta e 21% tiveram dificuldades no cálculo dos determinantes. Ainda 16% estudantes não conseguiram terminar a aplicação do método de Cramer, deixando os cálculos incompletos e 12 % não aplicaram Cramer aplicando os métodos de Adição ou Substituição.

Os erros que mais apareceram foram de cálculos aritméticos na multiplicação e com a regra dos sinais. Outro erro observado foi a troca das diagonais, a principal pela secundária nas matrizes formadas para a determinação dos determinantes.

Após a apresentação do método de Cramer foi discutido a resolução pelo método Matricial. Esse procedimento exige a inversão da matriz dos coeficientes. Nesse caso, foi proposto que os alunos realizassem o cálculo apenas como demonstração. Ao final do procedimento eles demonstraram pouco apreço por essa abordagem, apesar de conseguirem encontrar a solução, pois eles a acharam muito mais difícil do que os outros métodos.

Tanto nas aulas com quanto sem computador os alunos foram apresentados a dois novos métodos de resolução de um sistema linear: o de Cramer e o matricial. Com a Planilha, a realização dos dois procedimentos foi, como esperado, bem mais rápida.

Situação problema cinco

Inicialmente os alunos foram orientados a resolver o problema do sistema linear utilizando o método matricial. Para tal foi fornecido um exemplo ilustrando a identificação das matrizes dos coeficientes, variáveis e dos termos independentes.

Foi explicado que cada método tem a sua finalidade e que em cada situação ele poderá ser o mais adequado ou não. Nesse caso o sistema era de três variáveis e os alunos deveriam verificar a viabilidade de cada método. Eles perceberam que aplicar o Método de Cramer era mais fácil do que o matricial. Nessa situação problema apenas dois grupos não conseguiram obter as respostas corretas em virtude de erro no cálculo dos determinantes.

A finalidade dessa situação problema foi trabalhar com um sistema linear de três variáveis. O procedimento foi semelhante a situação problema quatro. Com as atividades sem o recurso da planilha os alunos descobriram que a resolução pelo método de Cramer era a mais viável que os métodos de adição, substituição ou comparação, que eles já conheciam.

Situação problema seis

A partir desse momento os alunos já conheciam os métodos propostos de resolução de um sistema linear. Já tinham conhecido o tipo e a ordem de uma matriz, bem como as operações básicas entre matrizes. Nessa situação problema os alunos tiveram que montar uma matriz genérica, identificando os produtos de uma cesta básica. Outra matriz também foi construída com os preços de cada produto e após foi realizada a multiplicação de um escalar por uma matriz.

Esse problema foi o que deu mais trabalho aos alunos. A cesta básica tinha 25 elementos e, assim eles tiveram que montar uma matriz com 25 elementos. Alguns alunos utilizaram uma matriz coluna e outros uma linha, porém estes últimos desistiram posteriormente ao perceberem que era mais difícil trabalhar com a matriz nesse formato.

A primeira dificuldade apresentada foi quanto ao cálculo do percentual. Foi necessário fazer uma revisão desse conteúdo para poder seguir adiante. A atividade foi bastante trabalhosa, pois os alunos tiveram que calcular o valor do aumento ou desconto de cada produto no mês em questão para posteriormente realizar a soma de todos os elementos de cada matriz. Essa atividade foi finalizada em duas horas aula, Mesmo com o recurso da calculadora, ocorreram muitos erros. Eles foram motivados pela pressa de alguns alunos que desejavam terminar o mais rápido possível e assim acabavam digitando valores errados na calculadora.

No início, os resultados divergiram entre os grupos ocasionando certa discórdia, mas depois que eles acertavam a atividade era finalizada sem problemas. Outra dificuldade enfrentada aqui foi na interpretação da inflação. Muitos não sabiam o significado de inflação. Novamente foi necessário fazer uma pausa nos trabalhos para fornecer explicações.

Somente alguns grupos conseguiram interpretar o problema de forma direta, isto sem a necessidade realizar cálculos. Alguns alunos somaram todos os valores com uma calculadora. Outros, apenas usaram a planilha do mês de janeiro e realizaram um cálculo simples de um percentual para obter as respostas finais de cada mês.

A Tabela 7 apresenta as repostas observadas e correspondentes a cada mês.

Tabela 7 – Respostas certas e obtidas na situação problema seis

Respostas	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Inflação
Certas (%)	73	69	65	65	77

Situações problemas sete e oito

Esses dois problemas foram propostos em conjunto. O objetivo foi fazer um fechamento revisando os conhecimentos adquiridos. Os dois métodos aplicados pelos alunos foram o de substituição e o de Cramer. Os grupos que iniciaram pelo método de substituição encontraram mais dificuldades, pois os cálculos ficaram muito extensos. Já os grupos que optaram pelo método de Cramer obtiveram os resultados rapidamente. Como os grupos interagiam logo todos constataram que pelo método de Cramer era bem mais fácil e rápido chegar a solução. Os resultados mostraram que 80% das respostas estavam corretas.

Os motivos dos erros dos 20% que não chegaram a uma solução correta foram:

- erros de sinais, no cálculo do valor do determinante;
- entradas erradas na calculadora;
- colocações de dados errados nas matrizes;
- matrizes construídas de forma equivocada.

Como cada problema tinha quatro determinantes envolvidos na obtenção da solução algumas das matrizes estavam corretamente construídas bem como estavam corretos os cálculos dos determinantes. Ou seja, os problemas não estavam totalmente errados evidenciando que os alunos apreenderam os métodos de resolução, mas cometeram erros no caminho da obtenção da solução.

4.3. MDSL SEM O USO DA PLANILHA

4.3.1 Cálculos aritméticos e as dificuldades na aprendizagem

A resolução dos problemas sem o recurso da planilha com a utilização apenas de uma calculadora, lápis e papel apresentou dificuldades. Os principais problemas observados foram:

- nas operações que envolviam regras de sinais;
- na divisões que envolviam números racionais (com vírgula), divisões que resultavam em números grandes para serem escritos, pois tinham que utilizar pelo menos quatro casas após a vírgula;
- nas operações do produto de uma matriz por um escalar e
- na multiplicação entre matrizes;

- na resolução de um sistema linear pelos métodos de Cramer, de substituição ou de adição.

Essas atividades para serem realizadas necessitaram de tempo, pois envolviam muitos cálculos, isto é, trabalho braçal e essa foi uma das dificuldades para realizá-las sem o computador. A geração “Homo Zappiens”, segundo Veen (2009), aprecia realizar várias atividades ao mesmo tempo e quando ficam “zapeando”, normalmente suas atividades são rápidas e uma de suas características é a impaciência para realizar apenas uma tarefa. No entanto, nesse tipo de atividade é necessário paciência, pois elas requerem um tempo longo para serem realizadas corretamente.

Alguns depoimentos sobre as dificuldades enfrentadas pelos alunos em relação as operações com matrizes e a resolução dos problemas sem o auxílio da planilha foram os seguintes:

- Aluno_14 “muita demora e dificuldade na resolução”;
- Aluno_8 “a parte mais difícil não foi a matriz em si, mais os cálculos matemáticos envolvidos. Sem o computador os cálculos são mais extensos”;
- Aluno_15 “eu tive dificuldade principalmente em resolver cálculos em que na planilha era só colocar os valores e ele fazia a conta.” Em sala de aula as operações matemáticas tinham que ser realizadas, multiplicar uma matriz é um processo longo, que na planilha é rápido;”
- Aluno_16 “na verdade, interpretar os problemas não foi o pior, o pior foi à quantidade de cálculos”.

A dificuldade com os cálculos aritméticos tornou-se bastante cansativa para os alunos, provocando falta de atenção, fazendo com que cometessem mais erros, principalmente em relação à regra de sinais, multiplicação e divisão, fatores esses que não são primordiais no que se refere ao conteúdo de MDSL. O mais importante nessa situação é que o aluno compreenda as definições, os conceitos, as regras e as propriedades das MDSL. Essas dificuldades são acentuadas no cálculo manual e com o uso da planilha deixam de existir. O aluno que apresenta dificuldades com essas operações encontrará mais facilidade com o uso do recurso.

4.4 ANÁLISE DAS ATIVIDADES COM A PLANILHA

Nessas atividades os alunos usaram apenas os computadores. As situações problemas foram recebidas em arquivos em cada máquina. As tarefas foram realizadas em duplas ou em trios.

Situação problema um

Os tipos de matrizes apresentadas, pelos alunos, foram as seguintes:

Tabela 8 - Dados da situação problema um com planilha

Tipo	Porcentagem
6x1	6
3x2	25
2x3	69

Essa atividade apresentou 81 % de resultados corretos. As atividades de construção das matrizes, ou seja, a escolha inadequada do tipo de matriz foi o erro mais cometido. Muitos alunos não conseguiram montar corretamente as matrizes, nomear, interpretar os algoritmos e realizarem as operações. Outro erro recorrente foi a colocação errônea dos dados na matriz. No entanto, a maioria dos alunos conseguiu nomear corretamente a matriz, atribuir corretamente os dados e utilizar os algoritmos de forma adequada.

Situação problema dois

A diversidade de matrizes ocorreu também com o recurso da planilha a exemplo do que já havia ocorrido sem o seu uso. A Tabela 9 apresenta os principais tipos que os alunos acharam adequados para a solução do problema dois

Tabela 9 - Dados da situação problema dois com a planilha

Tipo	Percentual
2x2	68
4x2	22
4x1	10

A Tabela 10 apresenta um relatório dos vários tipos de matrizes que foram utilizadas pelos alunos na tentativa de resolução da situação problema dois.

Tabela 10 - Dados da situação problema dois

Quantidade	Tipo	Porcentagem
Uma matriz	2x2	39
Duas matrizes	2x2	46
Uma matriz	4x2	7
Uma matriz	4x1	8

A análise dos resultados verificou que 72% dos alunos obtiveram resultados corretos. A principal dificuldade encontrada foi na aplicação adequada dos algoritmos de cálculo. Na pergunta final em que era questionado como aumentar em 40% a produção esperada dos supermercados, os alunos não conseguiram diferenciar 0,40 de 1,40 para multiplicar a matriz.

Situação problema três

Alguns grupos não atribuíram nomes as matrizes ao utilizar as fórmulas. Um grupo fez as duas multiplicações possíveis para verificar qual dava as quatro respostas, ou seja, por meio da tentativa e erro buscaram chegar a solução. Tentaram as multiplicações 4x2 por 2x4 que resultou em uma matriz 4x4, encontrando 16 respostas. Então mudaram o procedimento, realizando a multiplicação de uma 2x4 por uma 4x2 obtendo uma matriz resposta de ordem 2, chegando assim aos quatro valores que formavam a solução. Também tentaram realizar o produto de uma matriz 4x2 por outra 4x2 obtendo da planilha um sinal de erro, codificado como “#VALOR!”. A Turma 2 teve mais facilidade, pois como já haviam resolvido o problema anteriormente no papel, isto permitiu um melhor rendimento quando utilizaram a planilha.

Orfanatos		Orfanatos			
25	28	25	20	30	32
20	24	28	24	35	38
30	35				
32	38				
Preços		Resposta correta			
1,29	1,27	148,95	171,03		
1,96	1,98	174,41	200,7		
1,25	1,2				
1,25	1,99				

Figura 6 – Ilustração de uma solução correta utilizando a planilha

#VALOR! #VALOR!	16 valores			
#VALOR! #VALOR!	67,81	56,28	83,15	89,54
	104,44	86,72	128,1	137,96
	64,85	53,8	79,5	85,6
	86,97	72,76	107,15	115,62

Figura 7 – Ilustração de erros no procedimento utilizando a planilha

A	25	20	30	32	
	28	24	35	38	
B	1,27	1,29			C
	1,96	1,98			148,45
	1,25	1,2			171,53
	1,25	1,99			173,85
					201,26

Figura 8 - Erros de digitação dos dados levando a uma resposta equivocada

Outro procedimento de cálculo que apareceu em alguns grupos foi o ilustrado na Figura 10.

Orfanato 1	F	Orfanato 2	E
25	20	28	24
30	32	35	38
Mercado 1	G	Mercado 2	H
1,29	1,96	1,27	1,98
1,25	1,25	1,2	1,99
Orf. 1Merc. 1		Orf. 2 Merc.1	
32,25	39,2	36,12	47,04
37,50	40	43,75	47,5
	148,95		174,41
Orf. 1Merc.2		Orf.2 Merc.2	
31,75	39,60	35,56	47,52
36	63,68	42	75,62
	171,03		200,7

Figura 9 – Ilustração de outros tipos de erros com o uso da planilha

Para a obtenção da solução correta os alunos realizaram os seguintes cálculos:

$=F*G$, $=F*H$, $=E*H$ e $=E*G$. Nesse procedimento a planilha multiplica entre si cada elemento, ou seja $f_{11} \times g_{11}$ e depois $f_{12} \times g_{12}$. Após foi realizada a soma de todas as células, criando uma fórmula para cada matriz, como por exemplo: $= a_{11} + a_{12} + a_{21} + a_{22}$. O caminho utilizado foi mais trabalhoso, mas permitiu chegar a solução.

Um grupo não conseguiu realizar a tarefa corretamente porque montou erroneamente os dados da matriz, colocando-os de forma aleatório e não como ordenamente como o necessário. Não seguiram os passos determinados na resolução da situação problema um. Outro grupo não soube montar as duas matrizes e, desta forma, não conseguiu finalizar o problema. Dois grupos montaram corretamente as matrizes, mas as multiplicaram de forma equivocada na planilha e não conseguiram finalizar a tarefa. Nessa situação problema 56% dos trabalhos foram executados corretamente.

O motivo principal das soluções equivocadas ou dos grupos que não conseguiram realizar a tarefa foi o a multiplicação incorreta das matrizes. A maioria dos grupos soube montar a matriz, contudo não conseguiram realizar a multiplicação.

Situação problema quatro:

Nessa atividade os alunos conseguiram trabalhar com grande êxito utilizando o método de Cramer. Apenas um grupo não conseguiu encontrar a resposta correta. A proposta era que fizessem também a resolução por meio do método matricial. Foi ilustrado o cálculo da inversa de uma matriz por intermédio de um exemplo. A dificuldade principal enfrentada pelos alunos continuou sendo a realização da multiplicação entre as matrizes. O motivo do erro foi o a utilização do tipo incorreto de matriz. Alguns grupos relutaram em trabalhar com o método matricial, por achá-lo mais difícil do que o de Cramer, mas 50% dos grupos conseguiram aplicá-lo corretamente.

$$\begin{cases} 5x + 3y = 17,40 \\ 3x + 2y = 10,80 \end{cases}$$

Regra de Cramer

$$\begin{vmatrix} 5 & 3 \\ 3 & 2 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 17,40 \\ 10,80 \end{vmatrix}$$

$$W \times R = J$$

$$D = \begin{vmatrix} 5 & 3 \\ 3 & 2 \end{vmatrix} = 1 \qquad D_x = \begin{vmatrix} 17,40 & 3 \\ 10,80 & 2 \end{vmatrix} = 2,4 \qquad x = \frac{D_x}{D} = 2,4$$

$$D_y = \begin{vmatrix} 5 & 17,40 \\ 3 & 10,80 \end{vmatrix} = 1,8 \qquad y = \frac{D_y}{D} = 1,8$$

Figura 11 – Ilustração de de uma resolução pelo método de Cramer com auxílio da planilha

Forma Matricial

$$W \times R = J$$

$$\begin{vmatrix} 5 & 3 \\ 3 & 2 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 17,40 \\ 10,80 \end{vmatrix}$$

$$R = W^{-1} \times J$$

$$\begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2 & -3 \\ -3 & 5 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 17,40 \\ 10,80 \end{vmatrix}$$

Final

$$\begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2,40 \\ 1,80 \end{vmatrix}$$

Figura 12 – Ilustração da aplicação correta do método matricial com o uso da planilha

Situação problema cinco

Nessa situação problema, voltou-se para o problema quatro em que foi utilizado o método de resolução matricial. No problema quatro, os alunos não acharam vantagem na abordagem matricial, mas nesta situação problema eles puderam verificar que esse método é mais viável e bem mais rápido para se chegar a solução. Isso porque, não é necessário montar as quatro matrizes (no caso de um sistema três variáveis e três equações) e depois calcular o determinante, para aplicar o método de Cramer. Com esse entendimento, os alunos verificaram que em um sistema linear de três ou mais variáveis é mais viável aplicar o método matricial para a solução de um sistema linear. Mesmo assim alguns grupos ainda relutaram e utilizaram apenas a regra de Cramer.

A forma matricial foi ilustrada, também, em sala de aula, na situação problema quatro. Depois de aplicado o método de Cramer, foi aplicado o matricial. Neste momento, foi apresentado um exemplo ilustrando o cálculo da inversa de uma matriz. Posteriormente, os

alunos foram incentivados a aplicar o método a um sistema de duas variáveis. Após a atividade, os alunos não aprovaram o método matricial achando mais fácil a abordagem de Cramer em que não é necessário se inverter matrizes. Nessa situação problema 85% dos grupos chegaram ao resultado correto. As causas principais de erros foram de digitação e de aplicação incorreta da regra de Cramer.

Situação problema seis

Os alunos receberam o problema digitado no processador de texto e tiveram que passá-lo para planilha. A primeira dificuldade foi quanto ao tipo de matriz que seria utilizada, ou seja, uma matriz linha, uma coluna ou uma quadrada. Essa dificuldade foi a mesma que os alunos que não utilizaram a planilha tiveram. Notaram que o uso de uma matriz linha ou matriz coluna não devia ser a adequada, pois a representação era muito grande, assim a decisão, adotada por todos, após alguma discussão, foi a opção pela matriz quadrada.

Situação problema sete e oito

Os alunos receberam essas duas situações problemas em um mesmo momento, pois eles tinham o mesmo objetivo, que era verificar a continuidade das aplicações dos conhecimentos nas operações que teriam que fazer na Planilha. A proposta feita para eles era para que aplicassem os métodos de resolução de Cramer e o matricial. Essa aula foi bem mais produtiva, pois eles já tinham adquirido mais desenvoltura com a planilha. Algumas dúvidas ainda ocorreram como a aplicação e construção de fórmulas e a utilização de alguns comandos de forma correta. Essa situação problema teve 88 % dos grupos concluindo as tarefas corretamente.

Os erros que mais comuns foram de falta de atenção na digitação dos dados na planilha e na aplicação das fórmulas. Apenas dois grupos não conseguiram concluir a atividade.

4.5 O USO DA PLANILHA NO MDSL

4.5.1 O uso da planilha e a aprendizagem

No início das aulas no laboratório de informática ao utilizar a planilha como meio de ensino de matrizes, observou-se que os alunos faziam comentários sobre as suas dificuldades, pois não dominavam a ferramenta. Esse fato se tornou para eles um ponto negativo, ou seja, segundo Ausubel (1980), a sua aprendizagem nesse momento tornou-se mecânica, porque as

novas informações não faziam conexão com outros conhecimentos na estrutura cognitiva. Quando o domínio da planilha se efetivou, houve um interesse maior e os alunos começaram a progredir no conhecimento de matrizes. Seguem alguns relatos:

Aluno_1: “Foi muito mais interessante, no começo um pouco difícil, mas depois peguei o jeito, com a planilha tudo se tornou mais fácil”.

Aluno _2: “Meu rendimento só apareceu depois de algumas aulas no laboratório, mas fluiu bem, melhor do que nas aulas convencionais”.

Analisando o instrumento de coleta um, constatou-se que 15% dos alunos têm muita dificuldade em Matemática. Observou-se também que dois alunos integrantes desse grupo se destacaram nas aulas com a planilha, pois se observou que eram da geração homo zapping. Eles se destacavam no desenvolvimento das atividades, pois quase sempre eram os primeiros a concluir as tarefas. Com a sua motivação e interesse, eles contagiaram os demais colegas a também realizarem as atividades propostas.

Conforme Papert (1994), o computador é um dispositivo técnico que estimula, pelo menos, alguns estudantes a impulsionar seu conhecimento para o desenvolvimento de uma proposta, por isso, ao buscar mais subsídios sobre técnicas de computação, atingem o objetivo da aprendizagem que não ocorreria somente com lápis e papel. Foi o caso dos dois alunos citados acima que possuíam dificuldade em Matemática nas aulas tradicionais, mas por intermédio da nova metodologia de ensino, relacionaram o novo conhecimento com o cotidiano o que aumentou o interesse em estudar matemática com o uso da planilha.

4.5.2 Vantagens com o uso da Planilha

O planejamento e a execução das atividades com o computador foi uma das maneiras de tornar as aulas de matemática mais práticas para os alunos. As respostas dos alunos em relação ao aprendizado de matrizes, determinantes e sistemas lineares com a utilização da planilha foram as seguintes:

- rapidez e eficiência para resolver os problemas;
- dados mais organizados;
- maior controle para realizar os cálculos;
- facilidade com os estudos e na resolução dos problemas mais difíceis;
- sem a necessidade de realizar os cálculos aritméticos existe grande economia de tempo que pode ser utilizada na interpretação e a análise dos problemas;

- a planilha proporciona uma melhor visualização dos problemas.

O fator de não precisar realizar cálculos envolvendo regra de sinais e valores decimais foi uma descoberta importante para os alunos, pois além de economizar tempo proporcionar maior segurança para superar as dificuldades. Os alunos comentaram o seguinte com respeito às aulas com o recurso da planilha:

Aluno_3 “As aulas foram bem descontraídas e foi uma forma bem diferente e interessante de se aprender e fazer matemática. Foi muito bom aprender matrizes com o uso da tecnologia”;

Aluno_4 “Os aspectos estão solucionados com a planilha proporcionam um raciocínio mais rápido e agilidade nos exercícios quando se aprende a dominar a Planilha”.

Os comentários mais frequentes foram a respeito da ausência dos cálculos envolvidos conforme relatde um aluno:

Aluno_5 “é um novo estilo de aprender. Até mesmo diferente, porque foge um pouco dos estilos de sala de aula. É muito mais eficiente, não precisava fazer cálculo”.

Conforme D’Ambrósio:

A tecnologia moderna gera oportunidades de aprendizagem que vai um passo além do que se pode obter com o tradicional papel e lápis. A tecnologia cria um espaço de investigação que junta o lúdico, o visual, e o dinâmico! Os alunos de hoje se sentem à vontade nesse espaço, e poderão transcender de um mundo escolar com motivação puramente extrínseca para um mundo matemático pessoal e repleto de motivação intrínseca. Criando assim um novo relacionamento entre o aluno e a matemática.

O uso da Planilha promoveu um novo relacionamento dos alunos com a disciplina de Matemática. A motivação em aprender, realizar as atividades, a disposição para continuar a aprender mais com atividades mais desafiadoras, tornou um ambiente promissor ao ensino e aprendizagem. A facilidade e rapidez que o uso da planilha proporciona contribuíram para o êxito nas operações de cálculos entre matrizes e auxiliaram nas conjecturas e levantamentos de hipóteses, em que os alunos participaram na construção e na resolução das suas atividades.

4.5.3 Motivação na Aprendizagem

Segundo Ausubel o papel da motivação na aprendizagem provoca controvérsia no ramo da psicologia. As posições variam desde que não é possível ter aprendizagem sem motivação e que a motivação não tem um papel significativo na aprendizagem. Segundo esse autor:

[...] o modo mais apropriado de ativar a motivação para aprender consiste em focalizar os aspectos cognitivos da aprendizagem ao invés dos motivacionais, e

confiar na motivação que se desenvolverá com base nas realizações educacionais bem sucedidas para a energização da aprendizagem posterior. (AUSUBEL, 1980, p. 335)

O conhecimento que os alunos já tinham sobre a informática motivou-os a estudar matrizes, pois conforme o questionário um, o uso do computador faz parte do seu cotidiano, o que possibilitou uma pré-disposição em aprender potencializando a aprendizagem posterior. Segundo Ausubel (op.cit) a relação de motivação e aprendizagem é recíproca, sendo necessária para a aprendizagem, por isso é motivo para um educador aplicar em sua metodologia de ensino a motivação do aluno para seu aprendizado.

O educador também necessita relacionar a sua prática pedagógica com o cotidiano do educando, para que a matemática faça sentido pra ele. Que ele possa ver a aplicação da matemática na vida das pessoas em diversas situações. De acordo com Allevato (2010)

A partir da investigação e da experimentação os alunos formulam, reformulam e rejeitam hipóteses; lançam novas questões e apresentam dúvidas em contextos não previstos pelo professor e que não surgiram em outro ambiente. As explorações implementadas conduzem-se, por vezes, por caminhos inesperados configurando uma forma de aprender e pensar como “rede”, tornado possível estabelecer conexões e novas relações de significados na aprendizagem.

O uso do computador na sala de aula promove a relação do cotidiano do aluno com o ensino. E conforme entrevista com os alunos, eles relataram o que estão aprendendo com a Planilha e um relatou que a estão utilizando na micro-empresa da família para fazer orçamentos. Também houve um relato de uma aluna que teve o interesse despertado pela planilha porque a sua mãe já a utilizava na atividade profissional, atividade esta que a estudante pretende seguir.

Conforme os resultados da entrevista e dos questionários constatou-se que a motivação do aluno está em aplicar seus conhecimentos no futuro profissional. Estudar desta forma, segundo os alunos, se torna menos monótono, porque aprender com o computador é uma maneira prática e moderna. Além disso, é um equipamento que eles têm domínio, usam diariamente, por isso eles vêem sentido para estudar Matemática. Dessa maneira, relacionar Matemática, uma disciplina geralmente temida, com o computador, é algo que causa satisfação e um meio de tornar o estudo matemático mais atrativo. Seguem alguns relatos que reforçam essa constatação:

Aluno_6 “Sim, porque aprendemos algo que podemos usar no futuro.”

Aluno_7 “A matéria se torna menos monótona.”

Aluno_8 “Sim, é um jeito prático e moderno de aprendizagem.”

Aluno_9 “Sim, pois vejo agora sentido para a matemática. “

Aluno_10 “A Sim, pois eu uso todo o dia, gosto de mexer no PC, e então aprender nele vais ser mais motivado.”

Aluno_11 “Sim, porque mistura algo que nos gostamos, computador, e que não gostamos, matemática.”

Contudo, constatou-se que existem alguns alunos que não gostaram de aprender matemática com o computador. Dizem que preferem o uso do papel, pois acham que assim tem um melhor rendimento. O motivo alegado é que eles ainda não têm muito acesso à tecnologia. Eles se expressaram da seguinte maneira:

Aluno_12 “... prefiro no papel, pois praticamos mais e temos um pensamento mais rápido.”

Aluno_13 “... porque consigo aprender melhor no papel, não no computador, não sei muita coisa de tecnologia.”

O método nem sempre atinge todos os alunos, pois sempre teremos alguns que preferirão trabalhar somente com lápis e papel e outros somente com o computador.

4.6 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

4.6.1 As dificuldades na interpretação dos problemas

A atividade de resolução de problemas, conforme relatos ficou evidente qdue a dificuldade foi quanto à interpretação dos mesmos, vejamos alguns relatos:

Aluno_14 “A maior dificuldade é de interpretar o problema, para resolver é preciso de um tempo para esquematizar ele e então conseguir resolver”;

Aluno_17 “Eu não tive muitas dificuldades em aprender matrizes, o mais difícil foi interpretar os problemas”;

Aluno_18 “O único problema foi na questão de interpretação, pois depois que se entende a resolução fica fácil”;

Aluno_19 “A minha maior dificuldade era que eu não sabia muitas vezes iniciar os cálculos, como montar uma matriz, ou seja, interpretar o problema”;

Aluno_20 “Compreender inicialmente o que se pedia nos problemas ou como e porque utilizar matrizes em certos problemas”.

Na resolução sem a planilha os alunos tiveram um tempo bem menor para gastar na interpretação, pois os cálculos demandavam a maior parte. Porém com o uso da planilha, não

era necessário fazer cálculos e assim eles dispunham de mais tempo para se preocupar com a interpretação dos problemas e as operações com as matrizes. Polya (1995) comenta que quando os alunos não conseguem resolver um problema, de uma maneira ou de outra, eles devem procurar uma situação problema anterior, ou outro problema semelhante que já tenham resolvido. Então devem pensar nas incógnitas desse outro problema, ou algum método de resolução anteriormente encontrado e ver se ele pode ser aplicado ou não na situação. Dessa maneira, os problemas propostos foram elaborados de tal forma, que os alunos foram orientados a buscarem as resoluções anteriores. Mesmo assim, o tempo foi uma variável interveniente a ser considerada, pois alguns são mais lentos na execução de operações matemáticas, ou apresentam mais dificuldade, e neste caso sem a ajuda da planilha essas dificuldades foram agravadas. As operações entre as matrizes foram uma das dificuldades a serem destacadas, conforme alguns relatos:

Aluno_20 “Compreender inicialmente o que se pedia nos problemas ou como e porque utilizar matrizes em certos problemas e principalmente na montagem correta das matrizes”;

Aluno_21 “No início tive certas dificuldades em montar as matrizes a partir dos dados”;

Aluno_26 “Tive dificuldade na hora de colocar na matriz”;

Aluno_03 “No começo foi um pouco complicado, mas depois de descobrir os macetes consegui realizar bem os exercícios”;

Aluno_18 “A grande quantidade de cálculos a serem feitos, acaba causando confusão, mas, no método de resolução de problemas, eu encontrei mais facilidade nas regras em como resolver a matriz”.

Os macetes que o aluno três se refere estão relacionados com as técnicas segundo Polya (1995) que são compreender o problema, buscar desenvolver um plano para relacionar os dados com algum método de cálculo, executar o método de resolução encontrado e por último confrontar a solução encontrada com a situação problema.

4.6.2 A resolução de problemas e a sua colaboração na aprendizagem

Quanto a aprendizagem com a utilização da resolução de problemas os alunos foram favoráveis principalmente ela colaborou na identificação do conteúdo matemático a ser aplicado e por que se aplicava aquele cálculo. As situações problemas envolveram o cotidiano conforme relato de um aluno:

Aluno_6 “Com resolução é mais fácil, porque envolve coisas do dia-a-dia”.

Essa declaração mostra que a resolução problema atrai o interesse do aluno. Ensinar um conteúdo matemático, com o método tradicional, nem sempre produz aprendizagem conforme o seguinte relato:

Aluno_27 “Seria muito difícil sem a resolução de problemas, pois não saberia nada”.

O aluno não faz relações com sua estrutura cognitiva, ou seja, com aquilo que já sabe, e conforme Ausubel (1980), sem esta relação não há aprendizagem, pois o conhecimento não é significativo para o aluno.

As aulas com resolução problemas foram mais interessantes, porque se via nos alunos o entusiasmo em participar das mesmas. Gostaram de trabalhar desta forma, principalmente porque foram além do método tradicional. Era algo novo, conforme relato deste aluno:

Aluno_28 “Resolução de problemas é muito bom, pois aprendemos a resolver coisas difíceis de uma forma fácil e rápida”;

Aluno_05 “Com resolução de problemas tu é obrigado a pensar. Sem resolução é só montar as matrizes”.

Mesmo achando difícil eles não desistiam de tentar encontrar a solução, como ocorre normalmente nas aulas tradicionais, conforme o seguinte este relato:

Aluno_09 “A resolução de problemas induz, ou seja, obriga o indivíduo a pensar e repensar, para assim compreender o objetivo e resolver o problema. Enquanto que sem a resolução de problemas, onde vamos direto ao ponto, é mais mecanizado, menos aprendizagem e mais decoreba de fórmulas”.

Esse aluno descobriu a essência da aprendizagem que é de pesquisar e pensar. Nossos alunos hoje precisam aprender a pensar e não apenas querer que as respostas venham imediatamente. As considerações de Onuchic (2009) sobre esse assunto nos falam que é necessário primeiro uma leitura inicial, para resolver um problema, se não houve um entendimento então, mais uma ou duas leituras de forma individual ou em conjunto. As dificuldades aparecem e então vem o auxílio do professor, refazendo outra leitura, buscando algumas formas de esclarecer as dúvidas. Se for necessário consultar algum livro ou um dicionário. Nesse trabalho cooperativo e colaborativo busca-se resolver o problema.

Para os alunos esse processo de interpretar um problema foi essencial, pois eles estavam construindo seu conhecimento, descobrindo formas de resolução. Veja-se os seguintes relatos:

Aluno_29 “Matemática com resolução de problemas foi melhor do que sem resolução de problemas, aprendi mais, acho que entendemos mesmo, já sem a resolução parece que passa reto, não conseguimos captar coisa alguma”;

Aluno_26 “Com resolução de problemas o meu ponto de vista é melhor, pois tu aprendes de onde surgiram todos os números, os cálculos. E sem resolução é bem mais rápido, mais prático, mas tu não entendes muito bem de onde surgiram os números”;

Aluno_30 “O método com problemas é bom para sabermos a origem de todos os resultados, mas só dificulta o número de cálculos. O método sem resolução é apenas mais fácil, porém não nos demonstra cada etapa de montagem”.

Os relatos desses alunos mostram a importância de se ensinar utilizando o método da resolução problemas, pois eles entendem o que estão fazendo, como eles dizem, “a informação não passa reto”. A aprendizagem é bem mais significativa, pois eles conseguem estabelecer as relações cognitivas.

4.7 PROJETO INTERDISCIPLINAR

Foram montadas duas equipes, uma de cada turma, para trabalhar as estatísticas com os resultados dos jogos, criar gráficos para exemplificar os resultados obtidos e apresentar esses resultados em painéis e multimídia.

A atividade proposta foi coletar estatísticas dos jogos e dos atletas como: a altura, o sexo, a massa, os passes errados, os passes certos, o número de faltas, as finalizações, os gols sofridos, os gols pró e os cartões. Com esses elementos, foram construídos gráficos comparativos, utilizando-se a planilha. Os itens coletados para a situação problema foram dos principais atletas: goleiro menos vazado, goleador e equipe campeã. Verificamos os dados estatísticos de alguns jogos: (Holanda x Outros países) conforme Tabela 11. O trabalho executado pelos alunos encontra-se no Anexo A.

Usando a Planilha, com os dados de alturas e massas de 12 atletas, que se destacaram no campeonato de futsal, tanto do sexo masculino quanto do feminino, os alunos trabalharam com os seguintes itens:

- a) Construir um diagrama de dispersão dos dados;
- b) Avaliar a massa de um estudante conhecida a altura;
- c) Determinar à reta dos mínimos quadrados para os dados.

Tabela 11 - Estatísticas dos jogos da Holanda x Países listados

Estatística	Brasil	Uruguai	EUA	Espanha	Itália	Espanha
Posse de bola (%)	61	54	59	55	63	52
Número de faltas	3	5	4	5	2	2
Finalizações	14	10	6	12	12	7
Escanteios	3	2	6	1	0	0
Gols feitos	5	2	4	2	4	3
Gols sofridos	1	1	0	3	0	3
Passes certos	15	11	17	9	12	8
Passes errados	8	6	7	14	18	9
Roubadas de bola	6	8	11	8	13	7
Cartões	1	0	0	0	0	0

Com os conhecimentos já adquiridos sobre matrizes e determinantes, foi realizado um estudo sobre ajustamento de curvas pelo método dos mínimos quadrados. Os alunos levaram essas informações para o laboratório de informática e transferiram as informações para a forma matricial, de modo, a obter a situação problema. Posteriormente, os alunos construíram um diagrama de dispersão, determinaram a equação da reta fazendo um ajuste linear. Os procedimentos de cálculos realizados pelos alunos para realizar esta atividade, estão no anexo A.

A Tabela 2 do anexo A mostra as alturas, arredondadas para centímetros, o sexo e as massas (em quilogramas) de uma amostra de 12 estudantes, extraídas ao acaso entre os alunos que participaram do campeonato de futebol de salão e das finais. Com os dados das alturas e das massas de alguns atletas femininos e masculinos os alunos realizaram os cálculos usando a planilha para ajustar um modelo linear de regressão múltipla tendo a variável massa como resultado, isto é, variável explicada. As tabelas dos cálculos da regressão múltipla e o gráfico do ajuste linear estão no anexo A.

Ressalte-se que essa atividade foi uma aplicação avançada dos conceitos estudados. Ela não costuma ser parte dos currículos do ensino médio e foi utilizada aqui como um desafio tanto para os alunos como para o professor. O objetivo foi mostrar que o ensino apoiado com recursos computacionais permite avançar para além do limite que se atinge com procedimentos tradicionais e normais e realizar tarefas com os alunos que, de fato, a primeira vista pareciam fora do alcance.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar é um desafio para os professores, principalmente na disciplina de Matemática. Ensinar não é uma tarefa fácil, principalmente com os alunos que temos hoje, que vivem num mundo virtual e que nos desafiam. A pesquisa em educação Matemática é um dos caminhos norteadores para os professores encontrarem soluções com relação a novos métodos de ensino. A tecnologia é o meio que está revolucionando o mundo e deve fazer o mesmo com a educação. Ela permite a utilização de exemplos reais e contextualizados, de fato, que na forma tradicional sempre ficam fora de alcance. Conforme Ausubel (1980), a aprendizagem para o aluno torna-se significativa, quando ele consegue fazer relações do que conhece com o novo conhecimento que está sendo apresentado.

Ensinar e estudar, com o uso do computador coloca o aluno atualizado com os avanços e inovações tecnológicas que ocorrem fora da escola, possibilitando que ele tenha uma inserção mais rápida no mercado de trabalho. O método de ensino utilizado na pesquisa colaborou para aprendizagem, trazendo mais informações, mais facilidades para obter resultados corretos e para a comprovação dos mesmos. Além disso, pode-se incluir a visualização do que está sendo realizado por meio da construção de gráficos de uma forma rápida e fácil.

O que se tem observado normalmente é que os alunos que têm dificuldades em Matemática acabam perdendo o interesse pela disciplina quando cometem erros, pois não conseguem superá-los e seguir em frente. Esse fator dificulta, principalmente, na resolução de um problema, pois o aluno precisa interpretar a solução e verificar o seu significado. Contudo, um simples erro de sinal, impede que esse momento aconteça freando a aprendizagem.

Entretando, constatou-se como um dos resultados relevantes do trabalho, que a utilização da Planilha fez com que, mesmos aqueles alunos com dificuldades de aprendizagem, comessem a se interessar em estudar Matemática. O principal motivo é que aqueles erros de operações aritméticas, que antes eram um entrave para a aprendizagem e fator de desestímulo, agora sejam facilmente superados, permitindo que o aluno avance para um estágio que antes ele normalmente não atingia. O aluno preocupa-se agora mais com a interpretação, com os métodos a serem aplicados, com a discussão desses métodos e, finalmente, com a interpretação dos resultados. Essas fases distintas são parte do processo de aprendizagem e sofriam interrupções constantes pelos erros nas operações elementares e com a utilização da Planilha isso não mais ocorre.

Para os alunos, o trabalho com a Planilha em num projeto interdisciplinar, proporcionou um novo estímulo. Nos encontros, as preocupações deles estavam apenas em interpretar os dados coletados e em como colocar essas informações na Planilha, a fim de conseguirem realizar as operações matriciais. A quantidade de cálculos e de operações aritméticas não mais eram o fator empeditivo porque elas são automaticamente realizadas pela Planilha. A preocupação dos alunos consistia em construir as matrizes na forma que o software realizasse as operações necessárias. O tempo que era gasto a procura dos erros e em cálculos improdutivos é agora utilizado em discussões sobre a interpretação do problema, a construção das matrizes, a adequação ao software e a viabilidade da resposta ou solução encontrada.

Segundo Polya (1997), quando um aluno resolve um problema, há uma pitada de descoberta e se ele for desafiado em sua capacidade inventiva e conseguir resolver o problema, ele terá uma experiência de descoberta, que poderá deixar uma marca para toda a sua vida. Essa é a oportunidade que um professor de Matemática tem, de fazer com que seus alunos resolvam problemas reais do cotidiano, desenvolvendo o intelecto, a curiosidade, sendo auxiliados por meio de indagações, estimulado para que crie o gosto por raciocinar e pensar na resolução do problema. O aluno precisa descobrir seus talentos e entender que resolver um problema de Matemática pode ser divertido, tanto quanto fazer outras atividades que gosta de realizar, pois uma atividade mental pode ser agradável quanto qualquer prática de um esporte ou hobby.

Por meio de situações problema reais os alunos tiveram seu interesse aumentado, ou seja, eles foram provocados a descobrir meios para solucionar os problemas, sendo assim eles utilizaram de uma forma nova e aplicada os conceitos dos novos conteúdos como o de MDSL. Desta forma a aprendizagem foi sendo construída gradativamente. A Planilha foi o recurso que tornou isso possível, pois com ela o aluno não se preocupou mais com cálculos e operações aritméticas. Com a Planilha são executadas atividades próximas à realidade dos alunos, pois é possível trabalhar com matrizes de qualquer ordem. A Planilha permite executar situações problemas que de outra forma seria impossível aplicar, ampliando as possibilidades para o professor preparar atividades reais. Atividades estas, que sem a Planilha, seria impossível realizar.

A motivação que o aluno deve ter está embasada na proposta metodológica do professor que, segundo Ausubel (1980), faz com que esse “novo conhecimento” tenha relação com os subsunçores, que permitem ao estudante, uma interação ao que ele conhece e ao que

está vindo de “novo”. A motivação está pronta, é base para início de um trabalho que terá a continuidade no aluno ao se aprofundar, pesquisar, desenvolver sua curiosidade para seguir com a proposta feita pelo professor. Dessa forma, tornará essa aprendizagem mais significativa para ele.

As tecnologias de informação e comunicação (TICs) devem estar aliadas da educação, especialmente da Matemática, pois elas tem um grande potencial educativo. Além disso, elas integram o cotidiano dos alunos e permitem que sejam abordados problemas reais ou quase reais, que são impossíveis se serem trabalhados sem o seu auxílio, dessa forma a aprendizagem ocorre de forma significativa. Para a geração “Homo Zapping”, que convive com a tecnologia, relacionar suas atividades educacionais com a sua realidade, principalmente com o uso do computador, pode ser uma ferramenta indispensável numa sala de aula.

Porém, a tecnologia não substitui o pensar, ela é um recurso apenas para auxiliar em questões mecânicas, mas na interpretação de um problema ela não irá ajudar. Essa é outra questão importante que foi salientada pelos alunos na pesquisa. A escolha da resolução de problemas mostra que eles desejam desafios e estão interessados em pensar e entender de onde origina a questão e o que acontece no processo. Estão interessados na aprendizagem significativa e não na mecânica.

A Planilha possibilitou que o aluno tivesse uma nova visão do estudo de Matemática. Deixando os cálculos e se envolvendo em um processo que o levou a pensar, criar, buscar, desenvolver o raciocínio lógico se empenhando em entender as regras e os procedimentos. De outra forma o erro em operações aritméticas pode desestimulá-lo a estudar a disciplina. Com o uso da Planilha, nem todos os procedimentos são necessários nas operações matemáticas, porque ela faz todos eles, trazendo mais segurança para o estudante. O objetivo agora está em conhecer e interpretar o conteúdo, buscando entender as definições e propriedades referentes ao mesmo. Inicia-se então o processo de aplicação dessas definições em uma situação problema.

Essa pesquisa trouxe outros questionamentos que podem ser examinados posteriormente. Ela focou os alunos utilizando recursos tecnológicos para aprendizagem. Esse trabalho abre possibilidades de investigações, sendo que futuramente a pesquisa poderá se direcionar para a utilização dos recursos tecnológicos pelos professores de outras áreas e em como a Planilha contribuirá com outras disciplinas e com outros conteúdos de Matemática.

Os alunos, em geral, demonstram pouco ou nenhum interesse pelo estudo da matemática, mas com o recurso da Planilha esse interesse pode aumentar, porque esse método

de ensino traz mais segurança para o aluno. Um erro qualquer envolvendo cálculos aritméticos pode desestimulá-lo e com o recurso da planilha esses erros são minimizados ou mesmo eliminados deixando mais tempo para pensar nas estratégias de solução do problema.

Esse trabalho deixou uma certeza a de que o ensino-aprendizagem de Matemática com auxílio de recursos tecnológicos é uma excelente alternativa para estimular a aprendizagem em Matemática. Ensinar essa disciplina de forma transmissiva é reduzir o ensino ao passado. Porque essa prática sempre tem levantado questionamento dos alunos sobre o “por que estarem aprendendo tal coisa e qual a finalidade de se realizar uma grande quantidade de cálculos?” Por isso, a experiência de ensinar Matemática com o recurso da Planilha proporciona um incentivo para o professor, pois ele pode ver os alunos interessados e motivados em estarem fazendo algo diferente com a Matemática, sem se preocupar com algumas dificuldades que sempre tiveram. A experiência de ensinar Matemática com o computador e com resolução de problemas, onde o aluno precisava interpretar o problema, descobrir qual o método possível de solução aumentou a motivação tanto dos alunos quanto do professor.

Nem tudo ocorreu sem problemas no desenvolvimento do trabalho. As maiores dificuldades foram com a primeira parte da pesquisa e com as aulas iniciais no laboratório com a utilização da Planilha. Lecionar com o auxílio do computador é bem diferentes do que o ensino tradicional de sala de aula. As demandas dos alunos no início eram muitas e não havia como atender a todos ao mesmo tempo. Contudo depois de algumas aulas à medida que todos foram se familiarizando com a Planilha as dificuldades passaram para as atividades com os conteúdo de MDSL, principalmente com o de Matrizes, com suas operações e nas resoluções dos primeiros problemas. Após os primeiras situações problemas essas também acabaram superadas.

Portanto, a Planilha é um recurso importante para se ensinar MDSL, pois proporcionou mais rapidez nos cálculos e motivou os estudantes pela segurança que proporcionou. Pode-se trabalhar com qualquer problema real, pois a preocupação com o excesso de cálculos é eliminada e o tempo passa a ser utilizado na resolução e as dificuldades dos alunos ficam restritas à interpretação do problema. A aplicação do método de resolução de problemas, segundo Polya, fazendo com que os estudantes desenvolvessem suas habilidades interpretativas é segundo Ausubel uma aprendizagem significativa e portanto duradoura.

Nessa trabalho enfrentei muitas dificuldades, principalmente porque não tinha experiência com aulas no laboratório de Informática. O atendimento tinha que ser praticamente individual e as dúvidas relacionadas ao software eram distintas e muitas vezes me faltavam informações a respeito da Planilha para resolvê-las. A cada aula tinha que me preparar melhor, o que proporcionou um crescimento nos procedimentos didáticos para as aulas futuras. As regras tinham que ser bem definidas com os alunos no atendimento, para conseguir atender a todos. Foi necessário construir alguns arquivos de auto-ajuda, sobre o uso da Planilha, para alguns alunos superarem suas dificuldades.

Minhas recomendações para quem deseja realizar um trabalho semelhante é elaborar um cronograma de cada aula no laboratório com os alunos, detalhadamente num Power Point, para que eles possam se sentir seguros de que serão atendidas em suas necessidades a cada momento, para que as aulas tenham um bom andamento e como consequência um bom rendimento. Utilizar aqueles alunos que apresentam um rendimento superior como monitores ou auxiliares do professor. Isso facilitará bastante o trabalho, principalmente de atendimento dos demais, durante as aulas no laboratório de Informática.

Trabalhar com a Planilha como auxílio ao conteúdo de MDSL foi uma experiência bastante positiva, pois me deu certeza de que os resultados aprendizagem obtidos por meus alunos foram bem superiores aos resultados que tive em anos anteriores. Consequentemente, irei continuar minha pesquisa com outros conteúdos de Matemática, principalmente em projetos interdisciplinares. Hoje não vejo mais sentido em ensinar a Matemática sem relacionar com tecnologia e com outras disciplinas. Esse trabalho me mostrou que essa forma de ensino motivou os alunos, mesmo os mais reticentes a estudar Matemática. Fez com que eles participaram mais e de forma melhor das aulas. Que desejasse participar das aulas porque estavam aprendendo e vendo o sentido nos conteúdos sendo apreendidos, pois estavam vivenciando a aplicação dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ALLEVATO, Norma S.G. **O computador e a aprendizagem matemática:** Reflexões sob a perspectiva da resolução de problemas. Disponível em : www.rc.unesp.br/serp/trabalhos_completos/completo4.pdf .Acesso em : 15 jul. 2010.

ALVES-MAZZOTTI ; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O método nas ciências naturais e sociais:** pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN,, HELLEN. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1988.

BICUDO, Maria Aparecida Vissiani; ROSA, Maurício. **Realidade e cibernundo:** horizontes filosóficos e educacionais antevistos. Canoas: Editora da Ulbra, 2010.

BLOG DA FORMAÇÃO. **Estudantes Digitais, Educadores Analógicos**. Disponível em :<http://blogdaformacao.wordpress.com/2008/09/30/estudantes-digitais-educadores-analogicos/> Acesso em : 16 jun. 2009.

BRICKLIN, D. **First Advertisements for VisiCalc**. 2003b Disponível em: <http://www.bricklin.com/history/firstad.htm>. Acesso em: 21 jan. 2010.

BRICKLIN, D. **The Idea**. 2003a. Disponível em: <http://www.bricklin.com/history/saiidea.htm>. Acesso em: 21 jan. 2010.

CEDILHA COMUNICAÇÃO E DESIGN. **Design Editorial, Desenvolvimento de Websites, portais e sistemas web, hospedagens de sites**. Disponível em: <http://www.infonauta.com.br/index.php>. Acesso em: 20 jul. 2009.

D'AMBRÓSIO, Beatriz S. **A Evolução da Resolução de Problemas no Currículo Matemático**. Disponível em : www.rc.unesp.br/serp/trabalhos_completos/completo1.pdf. Acesso em : 12 jul. 2010.

FAZENDA, Ivani (org.). **Integração e interdisciplinaridade no ensino Brasileiro**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 1992.

_____. **Interdisciplinaridade:** Um projeto em parceria. 1. ed. São Paulo: Loyola, 1991.

_____. **Práticas interdisciplinares na escola**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1993.

FLICK, Uwe. **Uma introdução à Pesquisa Qualitativa**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

KLEIN, J. T. **Interdisciplinarity:** history, theory and practice. Detroit: Wayne State University, 1990.

KEESEY, R. Transformations in disciplinary knowledge assumptions and their implication for reforming the undergraduate discipline. **Issues in Integrative Studies**, Ohio, n. 6, p. 82-125, 1998.

GALIAZZI, Maria do C. et. al. (orgs.). **Construção curricular em rede na educação em ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula**. Ijuí: Unijuí, 2007.

LAURINDO, Ivane A.; ARAUJO, Dovoisin S. de; ARAUJO, Márcia S. de. **Aprender educação em ciências**. Aprendendo a Proposta de Projetos de Aprendizagem. Ijuí: FINEP, 2008.

LUDKE, Menga. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA D. A. **O Método Fenomenológico na Pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2001.

MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

ONUCHIC, Lourdes de La Rosa; Allevato, Norma Suely Gomes. Trabalhando volume de cilindros através da resolução de problemas. **Educação Matemática em Revista**. Canoas: Editora da Ulbra, ano 10, n.10,v.1, 2009.

PAIVA, Manoel. **Matemática/Manoel Paiva**. 1ª Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

PALLOF, Rena M. **Construindo comunidades de aprendizagem no ciberespaço**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PAPERT, Seymour. **A maquina das crianças: repensando a escola na era da informática**; Porto Alegre: Artes Medicas, 1994.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

POWER, D. J. **A Brief History of Spreadsheets**. 2004. Disponível em: <http://dssresources.com/history/sshistory.html>>. Acesso em: 21 jan. 2006.

PRENSKY, Marc. **Digital Game-basic Learning**. New York: McGraw-Hill, 2001.

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. Disponível em: <http://euler.mat.ufrgs.br/~portosil/resu.html>. Acesso em: 11 out.2009.

ROMM, N. Interdisciplinary practice as reflexivity. **Systemic Practice and Action Research**, New York, v. 11, n. 1, p. 63-77, 1998.

SANTOS, Silvana; MALACHIAS, Maria Elena Infante. **Interdisplinariedade e resolução de problemas: algumas questões para quem forma futuros professores de ciências**. Disponível em: www.scielo.br. Acessado em: 11 out. 2009.

SPIEGEL, Murray Ralph. **Estatística**. São Paulo: McGraw-hill do Brasil, 1985.

VEEN, Win; WRAKKING, Bem. **Homo Zappiens**: educando na era digital. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VIALI, Lorí. **Statweb**. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famat/viali>. Acessado em: 20 dez.2009.

_____. **Página acadêmico/didático** prof. Lorí Viali. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famat/viali/>. Acessado 10 mar. 2011.

WIKIPÉDIA. **Dan Bricklin**. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Dan_Bricklin
Acesso em 14 jan. 2010.

ANEXOS

Gráficos elaborados pelos alunos, com relação à Tabela 11.

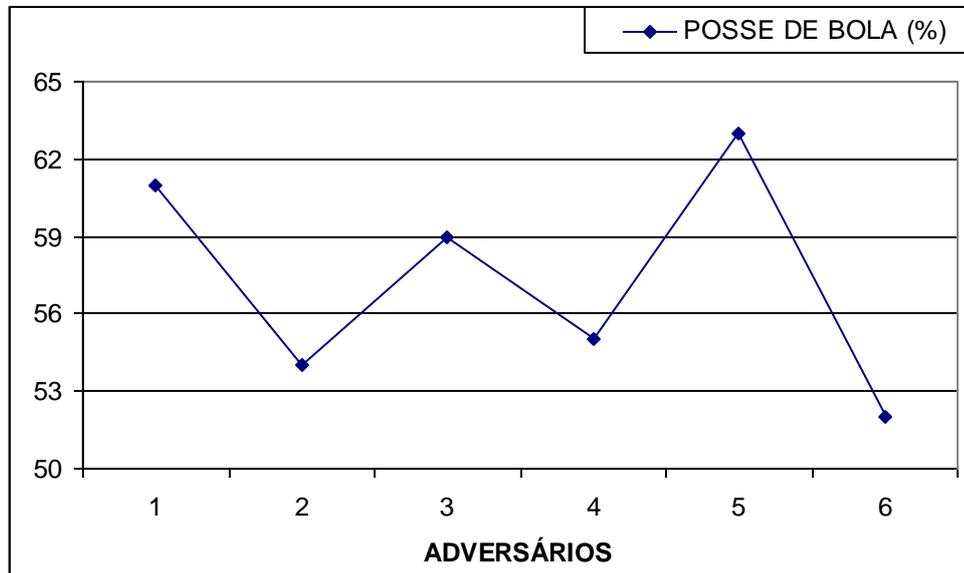


Figura 10 – Posse de Bola nos jogos

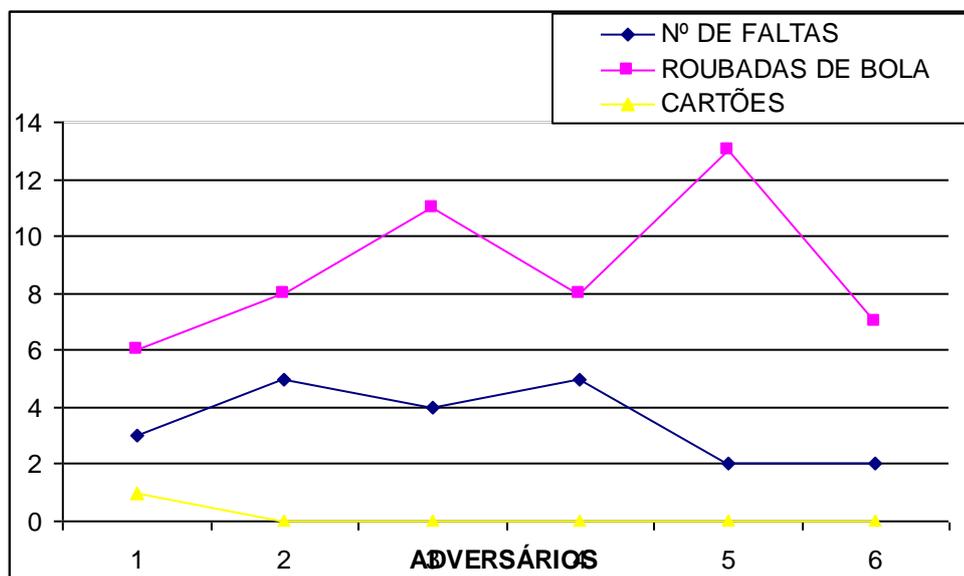
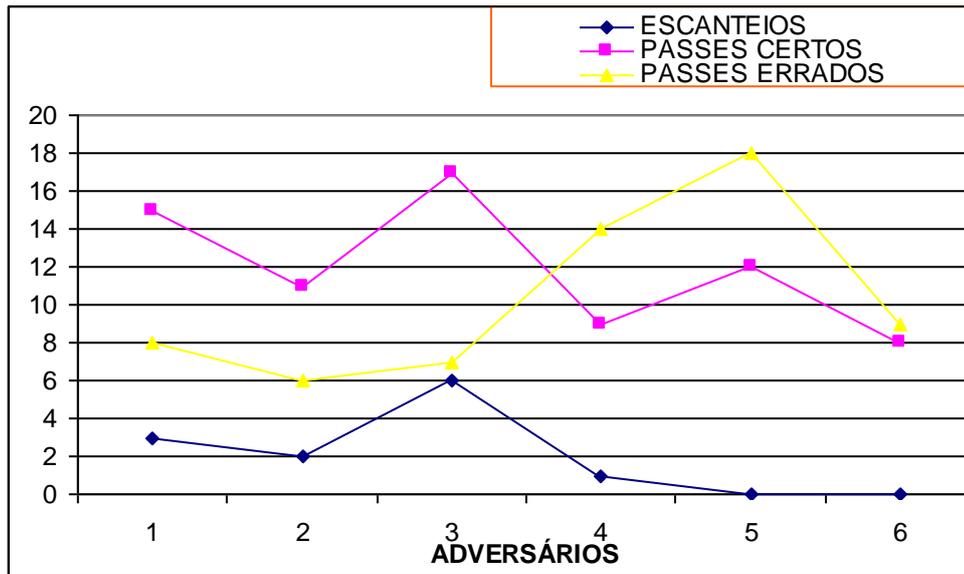


Figura 11 – Estatísticas do Jogo – Nº de faltas



Figuras 12 – Estatísticas do Jogo - Escanteios

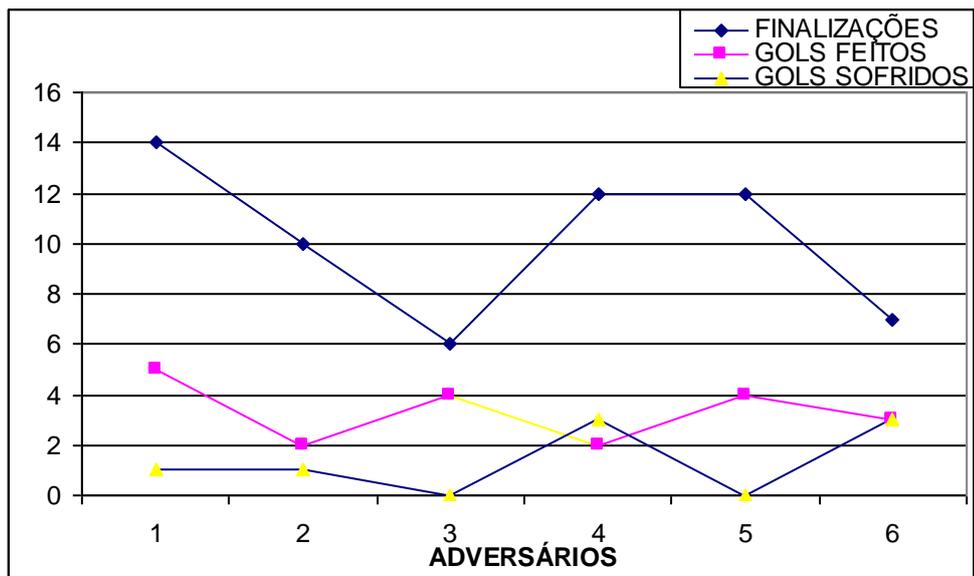


Figura 13 - Estatísticas do Jogo - Finalizações

Tabela 12 - Cálculo da regressão múltipla

Altura	Sexo	PESO	= HY	$\hat{Y} = Xb$	E = Resíduos
171,00	1,00	67,5	166,55	166,55	4,45
165,00	0,00	65,0	165,84	165,84	-0,84
175,00	1,00	70,4	167,37	167,37	7,63
168,00	0,00	65,6	166,01	166,01	1,99
182,00	1,00	82,0	170,65	170,65	11,35
159,00	0,00	61,2	164,76	164,76	-5,76
188,00	1,00	101,7	176,23	176,23	11,77
158,00	0,00	79,8	170,03	170,03	-12,03
176,00	1,00	126,0	183,10	183,10	-7,10
165,00	0,00	65,9	166,09	166,09	-1,09
168,00	1,00	88,9	172,60	172,60	-4,60
159,00	0,00	61,2	164,76	164,76	-5,76
2034,00			2034,00		0,00

Tabela 13 – Matriz Escalar

	1,00	67,50
	1,00	65,00
	1,00	70,40
	1,00	65,60
	1,00	82,00
X=	1,00	61,20
	1,00	101,70
	1,00	79,80
	1,00	126,00
	1,00	65,90
	1,00	88,90
	1,00	61,20

Tabela 14 - Matriz Inversa

X' =	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	67,50	65,00	70,40	65,60	82,00	61,20	101,70	79,80	126,00	65,90	88,90	61,20
X'X =	12	935,2										
	935,2	77089										
			$(X'X)^{-1}$									
			=	1,53	-0,02							
				-0,02	0,00							

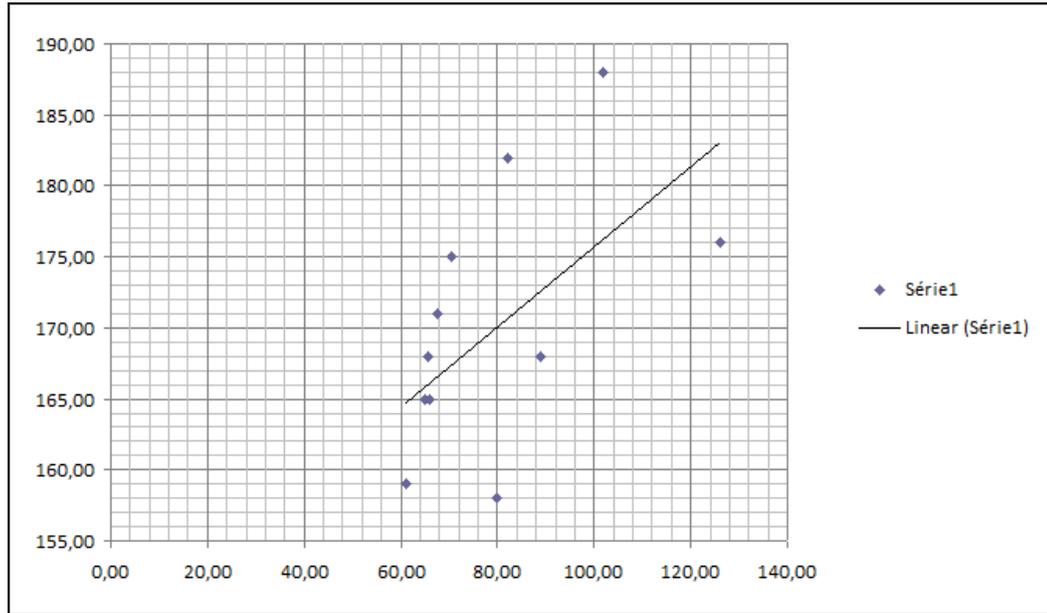


Figura 14 – Ajustamento de Curvas

Tabela 17 – Peso e altura

X	Y
67,50	171,0
65,00	165,0
70,40	175,0
65,60	168,0
82,00	182,0
61,20	159,0
101,70	188,0
79,80	158,0
86,00	176,0
65,90	165,0
88,90	168,0
61,20	159,0

Tabela 18 – Estatísticas da Regressão

Estatísticas da regressão	
R múltiplo	0,64
R-Quadrado	0,40
R-quadrado ajustado	0,27
Erro padrão	16,69
Observações	12

ANOVA	gl	SQ	MQ	F	significância
Regressão	2	1698,17	849,09	3,05	0,10
Resíduo	9	2507,17	278,57		
Total	11	4205,35			

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores
Interseção	-26,30	144,03	-0,18	0,86	-352,12	299,52
ALTURA	0,57	0,89	0,64	0,54	-1,43	2,58
Sexo	14,78	15,94	0,93	0,38	-21,29	50,85
	85,61	Peso estipulado			(Massa estipulada)	