

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHALERADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

WILTON CESAR NASCIMENTO DA SILVA 05100003701

APLICATIVOS COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

Belém
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHALERADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

WILTON CESAR NASCIMENTO DA SILVA 05100003701

APLICATIVOS COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Computação, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Alfredo Braga Furtado

Belém
2011

FOLHA DE APROVAÇÃO

WILTON CESAR NASCIMENTO DA SILVA

APLICATIVOS COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Computação, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Alfredo Braga Furtado

Aprovado em: 16 / 12 / 2011

Conceito: BOM

Banca Examinadora

Professor: ALFREDO BRAGA FURTADO (ORIENTADOR)

Instituição: UFPA

Assinatura: _____

Professora: MARIANNE KOGUT ELIASQUEVICI

Instituição: UFPA

Assinatura: _____

Professora: REGIANE SILVA KAWASAKI FRANCÊS

Instituição: UFPA

Assinatura: _____

Dedico este trabalho aos meus pais, a minha esposa, as minhas duas filhas e aos meus irmãos que muito me incentivaram nessa longa jornada.

“[...] quando percebemos a luz da oportunidade, nosso espírito criativo e empreendedor renasce. É exatamente isso que devemos cultivar na educação, seja online ou presencial: esse brilho nos olhos, que se vê em crianças e adultos quando vislumbram a possibilidade de atuar no mundo, empreender projetos, melhorar a vida das pessoas, imaginar o que não existe, subverter a ordem, construir, destruir e reconstruir.”

(BLIKSTEIN, ZUFFO, 2003, 37)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me abençoou nesta longa jornada acadêmica.

A minha família, em especial, ao meu pai Bernardo e a minha mãe Celeste, que não mediram esforços para que eu pudesse ingressar na faculdade, a minha já falecida avó Rosilda que sempre cuidou de mim e me ensinou que a paciência é uma virtude e que tudo que buscamos, alcançaremos no dia certo e determinado por Deus, a minha esposa Shirlene, que me serve de inspiração e exemplo de determinação, as minhas duas filhas Isabelle e Júlia, aos meus irmãos Welquia e Wellington e aos meus cunhados Junior, Sheila e Fábio, sem o carinho, a compreensão, a atenção, o apoio e a dedicação eu não teria conseguido.

Ao professor Alfredo Braga Furtado, que, pela inteligência, me inspira admiração.

Aos amigos da antiga turma da Universidade Federal do Maranhão, pela grande contribuição de ensinamentos, companheirismo, amizade, carinho e respeito: David Cavassana, Fransislene Barros, Armando Henrique, Valdecir e Estanley.

Aos amigos Roseli, Domingos, Eliziane e Freitas por terem me ajudado, além dos meus sogros, cuidando da minha filha Isabelle, enquanto eu ia para a Universidade.

À Universidade Federal do Pará, por ter sido o campus de possibilidades.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. UMA NOVA ABORDAGEM PARA DE ENSINO DE MATEMÁTICA	14
2.1. A Utilização De Ferramentas Computacionais no Ensino.....	17
2.2 Exemplos de Aplicativos Voltados ao Ensino de Matemática.....	19
2.2.1. GEOGBRA	20
2.2.2 IGRAF – Gráficos Interativos Na Internet	21
2.2.3. IGEOM – Programa Para Geometria Dinâmica	23
2.2.4. GRAPHMÁTICA	24
2.2.5. CABRI-GÉOMÈTRE	25
2.2.6. CABRI 3D	26
3. ANÁLISE E PROJETO DO SISTEMA SISPEMATH	28
3.1. Documento de Especificação de Requisitos	28
3.1.1. Introdução	28
3.1.2. Ambiente Do Sistema	28
3.1.3. Objetivos do Sistema	29
3.1.4. Benefícios do Produto	29
3.1.5. Modelo de Caso de Uso.	31
3.1.5.1. Subsistema de Construção de Gráficos.	32
3.1.5.2. Subsistema Utilização de Matrizes	34
3.1.5.3. Subsistema de Cálculos Geométricos.	42
3.1.6. Requisitos Não Funcionais.	46
3.1.7. Restrições do Software	46
3.2. Documento de Especificação de Análise e Projeto	47
3.2.1. Introdução	47
3.2.2. Modelos de Classe	47
3.2.2.1. Diagrama de Pacotes	47
3.2.2.2. Diagrama de Classes	47
3.2.3. Modelo Comportamental	49
3.2.3.1. Diagrama Maquina de Estado	49
3.2.3.1.1. Classe Gráfico	49
3.2.3.1.2. Classe Matriz	49
3.2.3.2. Descrição das Operações	50

3.2.3.3. Diagrama de Atividade	53
4. SISPEMATH – SISTEMA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA	54
4.1. Funcionalidades do SISPEMATH	54
4.2. Exemplos Utilizando o SISPEMATH	57
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A – CÓDIGO FONTE DO SISPEMATH	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Janela do Geogebra	21
Figura 2 – Janela do IGRAF	22
Figura 3 – janela do IGEOM	24
Figura 4 – Janela do Graphmatica	25
Figura 5 – Janela do Cabri Geometre II	26
Figura 6 – Janela do Cabri 3D	27
Figura 7 – Diagrama de caso de uso de contexto	31
Figura 8 – Diagrama de caso de uso construção de gráficos.	32
Figura 9 – Diagrama de caso de uso operações com matrizes	34
Figura 10 – Diagrama de caso de uso cálculos geométricos	42
Figura 11 – Pacotes do SISPEMATH.	47
Figura 12 – Classe plano do pacote Construção de Gráficos.	48
Figura 13 – Classe Matriz do pacote utilização de matriz.	48
Figura 14 – Diagrama de classe do pacote Cálculo Geométrico.	48
Figura 15 – Diagrama maquina de estado da classe gráfico.	49
Figura 16 – Diagrama maquina de estado da classe matriz.	49
Figura 17 – Diagrama de atividade caso de uso calcular área do triângulo.	53
Figura 18 – Janela inicial do SisPEMath.	54
Figura 19 – Janela da funcionalidade construção de gráficos	56
Figura 20 – Janela construção de gráficos. Função $A(x) = x$	57
Figura 21 – Janela construção de gráficos. Função $A(x) = x-1 $	58
Figura 22 – Janela construção de gráficos. Função $f(x) = \cos(x)*x$	58
Figura 23 – Janela construção de gráficos. Função $f(x) = \cos(x)*x$ e acionado o Zoom in....	59
Figura 24 – Janela construção de gráficos. Exibindo multigráficos.	60

RESUMO

Este trabalho consiste em desenvolver um aplicativo computacional em linguagem de programação Java, para o apoio ao ensino de matemática. Trabalhos correlatos são descritos ao longo do texto. Como exemplo, são apresentados resumidamente as funcionalidades dos softwares. São comentados exemplos de como o professor poderia utilizar os softwares no ensino de matemática. Em seguida é apresentada a especificação de requisito do software Sispemath – Sistema para o ensino de matemática, e uma breve especificação de análise e projeto e as descrições das funcionalidades do sistema. Há exemplos e comentários da utilização do Sispemath, informando ao usuário detalhes da utilização. O código Java do protótipo encontra-se no apêndice A.

PALAVRAS-CHAVE: aplicativos computacionais, ensino de matemática, aprendizagem de matemática.

ABSTRACT

This work is to develop a computer application in the Java programming language to support the teaching of mathematics. Related works are described in the text. As an example, are summarized the functionality of the software. Examples are comments on how the teacher could use the software in the teaching of mathematics. Then appears the software requirement specification Sispemath - System for teaching mathematics, and a brief specification and design analysis and descriptions of the features of the system. There are examples and comments from the use of Sispemath informing the user details of use. The Java code of the prototype is found in Appendix A.

KEY-WORDS: computer applications, mathematics teaching, learning math.

1. INTRODUÇÃO

A situação do ensino de Matemática no Brasil tem melhorado nos últimos anos. Esta situação é verificada pelos resultados obtidos no **Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa)**, programa do qual o Brasil participa desde 2000. Mesmo com uma melhoria incremental no desempenho, o País ainda mantém uma posição bem abaixo do desejado: ocupa a 53ª dentre 57 países (dados obtidos no ano de 2009) (DRUCK)¹

A Matemática é considerada por muitos como a disciplina mais difícil da escola. E, segundo Druck (2009), o problema com a Matemática não é algo que acontece só com os brasileiros: é universal. “A Matemática é a disciplina mais temida em todo o mundo”, e ela se torna difícil por três aspectos: primeiro, ela deve ter atenção e concentração. Segundo: a Matemática é seqüencial, pois o que se aprende em um ano é base para o ano seguinte, ou seja, se um aluno não teve o aprendizado adequado em um ano nos anos seguintes terá dificuldade, o que lhe proporcionará falta de motivação para prosseguir os estudos da disciplina. Terceiro: a Matemática é a única ciência em que as crianças têm que aprender as teorias desde muito cedo. Isto sem envolver outros quesitos como escolas desestruturadas, dificuldade de acesso à escola em certas localidades e outros problemas.

Sem dúvida, a Educação Matemática é fundamental para a formação de profissionais de diversas áreas, segundo Pires (2005, p. 55):

As diretrizes para a área de Matemática no ensino fundamental (7 a 14 anos) destacam que, quando se fala em ensino de Matemática, duas faces de uma mesma moeda se apresentam. Uma delas mostra a Matemática, reconhecida como necessária à formação do cidadão, característica que aumenta à proporção que a sociedade se torna mais complexa. Outra, mostra a Matemática funcionando como filtro social dentro e fora da escola. As estatísticas comprovam, o ideário cultural reforça: muita gente lida mal com ela.

Além dos quesitos mencionados sobre a dificuldade em Matemática, podem-se apontar vários outros. Uma idéia a ser considerada é a verificação da abordagem de ensino adotado, podendo o professor lançar mão de outros métodos. Um que será sugerido neste trabalho é o uso de computadores e aplicativos computacionais como meios auxiliares no ensino e aprendizagem de Matemática.

¹ Entrevista com a diretora acadêmica da Olimpíadas Brasileiras de Matemática das Escolas Públicas, Suely Druck. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/conteudoJornal.html?idConteudo=745>

Tendo em vista este objetivo (suporte computacional para o ensino de Matemática), desenvolveu-se um projeto visando construir um protótipo que pudesse auxiliar o professor no ensino de Matemática e os alunos no aprendizado dos conceitos envolvidos. Para realizar o projeto foram levantados possíveis requisitos nos conteúdos de funções, matrizes e geometria analítica. Serão mostradas neste trabalho, resumidamente, as especificações de requisitos, a análise e o projeto, assim como a fase de construção do protótipo. Serão demonstradas as funcionalidades e alguns exemplos que o sistema pode executar. A implementação do protótipo foi realizada em linguagem Java e recebeu o nome de Sistema para o Ensino de Matemática – SisPEMath.

2. UMA NOVA ABORDAGEM DE ENSINO DE MATEMÁTICA.

O Brasil atualmente se encontra em fase de desenvolvimento, o que proporciona inúmeras oportunidades em diversas áreas de trabalho e de conhecimento. Mesmo com todo esse crescimento percebeu-se que o grau de desenvolvimento tecnológico alcançado não foi proporcional ao crescimento das demais áreas, fazendo com que o Brasil esteja bem abaixo do desenvolvimento tecnológico de outros países por não produzir novas tecnologias. Em razão disso, o Governo Federal, em parceria com diversas universidades, está incentivando o estudo na área de ciências e tecnologia, proporcionando bolsas de estudo no exterior para graduandos e cursos de mestrados e doutorados, com o Projeto Ciência sem fronteiras, visando aumentar o número de profissionais capacitados no país, para alavancar o quesito tecnologia. Mas não se pode simplesmente olhar para estudantes e profissionais já ingressados nesta área e esperar que o futuro e o desenvolvimento esteja garantido. De certa forma, este não é um objetivo de médio e curto prazo. Algumas perguntas sobre a necessidade de profissionais da área de tecnologia: Os profissionais existentes estão suprimindo a demanda do Brasil? Por que ocorreu uma queda na produção de tecnologia brasileira? Está ocorrendo desinteresse por parte dos alunos pela área de exatas e tecnologia? Qual o motivo deste desinteresse? Essas são perguntas cujas as respostas podem estar muito mais longe do que simplesmente uma falta de contribuição do governo aos estudantes e profissionais já decididos a trilhar por este caminho. Uma questão a refletir é como outros países se desenvolveram a ponto de se tornarem grandes potências? Tome-se como exemplo o Japão, analisando o seu desenvolvimento pode-se notar preocupação constante com o aprendizado das crianças desde sua formação básica, elas são induzidas a uma vida de disciplina e de dedicação aos estudos e com a mente já voltada ao mercado de trabalho e ao crescimento profissional.

No Brasil, pode-se perceber falhas no ensino de matemática principalmente nos anos iniciais segundo Druck, que são essenciais para a boa formação do aluno, é nesse momento que o aluno começa a construir o alicerce de conhecimento para trilhar um caminho de aprendizado progressivo, mas em muitas situações não é isso que está acontecendo. Há programas do governo em que o aluno não repete mais o ano letivo e sim a ou as disciplinas que não conseguiu uma média suficiente pra aprovação, assim passam de ano, sem que realmente tenha aprendido. Diante de tal situação, pode-se parar e pensar: onde está o erro? Pode-se chegar à percepção de um conjunto de fatores que influenciam a deficiência do aprendizado, segundo Piletti (1998, p.102)

[...] o ensino da matemática em nossas escolas: ao que parece, ele não vem satisfazendo nem a quem ensina, nem a quem aprende. Seu ensino tem se caracterizado pela preocupação de “passar”, aos alunos, definições, regras, técnicas, procedimentos, nomenclaturas da maneira mais rápida possível, sem um trabalho com as idéias matemáticas que os leve a uma aprendizagem com compreensão. Mais grave ainda sem permitir à criança o prazer da descoberta.

Normalmente tudo que se realiza, seja como aluno ou como profissional, tem-se uma maneira, um costume de realizar, seja a maneira de estudar para um aluno, seja a realização de um projeto de diversas áreas no caso de profissionais. Essa forma de lidar ou conduzir as atividades, normalmente o profissional se sente seguro e confiante na utilização de procedimentos já utilizados, e mudar isso provoca receio por parte de muitos profissionais. Para que se ocorra mudança em relação a esses costumes, há uma necessidade imediata de incentivos, por meios mais “atraentes” como o uso das tecnologias no ensino de forma proficiente, pois, sempre há receio e recusa, na tentativa de manter com os métodos antigos.

A questão de que cada docente tem um método de conduzir as suas aulas, e que normalmente alcançam os seus objetivos, fazendo o aluno passar de ano e ou sendo aprovação no processo seletivo (vestibular), a mudança dos métodos quase nunca é pensada, por causa dos mesmos receios das demais profissões ou até professores mesmo não percebem, essa necessidade de mudança. Mas há aqueles que sempre buscam inovar a maneira de ensinar tentando tornar o aprendizado mais atrativo ao aluno.

Uma autorreflexão dos métodos é importante, porque sempre há aqueles alunos que não conseguem interagir nas aulas, não estão adquirindo o conhecimento que deveria. Em muitos casos o motivo disso vem do aluno, que já apresentava dificuldades em anos anteriores, provocando uma deficiência por não possuir o conhecimento básico adequado, dessa forma provocando um desinteresse.

A abordagem que será explanada é a do ensino de matemática com o auxílio de aplicativos computacionais. O computador nessa metodologia de maneira alguma substituiria o professor, pois sem uma noção mínima do conteúdo a ser trabalhado o aluno não teria uma capacidade de crítica e formação de ideias, já que tenta-se buscar aqueles alunos que tem a matemática como um terror na escola, esse alunos precisam da presença de um orientador, que os conduzam até chegar ao conhecimento desejado.

Usar o computador como meio auxiliar de ensino, pode-se ter varias utilidades. Neste trabalho, duas abordagens serão apresentadas, uma usada pelo professor e outra usada pelo aluno.

Quando utilizado pelo professor, o aplicativo de auxílio ao aprendizado terá uma finalidade de tornar a aula mais dinâmica, com um maior número de exemplos, com isso o professor poderá mostrar um determinado conceito de forma prática tornando mais compreensível ao aluno, ou podendo passar os conceitos e posteriormente mostrar exemplos aos alunos, fazendo-os analisar os diversos exemplos usando os conceitos anteriormente apresentados, com isso o professor já teria uma verificação do aprendizado, e o aluno teria um maior armazenamento de informações pois além de ouvir as teorias e conceitos, visualizaria esse conceito com exemplo e debateriam sobre esses exemplos. Mas para que o professor possa utilizar aplicativos computacionais no ensino, ele deve estar em constante aperfeiçoamento tanto dos conteúdos ministrados, quanto do aplicativo que deseja utilizar, deve ter o conhecimento necessário para poder formular exemplos que atrairão a atenção do aluno e com isso alcançar o objetivo desejado. Segundo os parâmetros curriculares nacionais – PCN.

[...] A matemática é componente importante na construção da cidadania, na medida em que a sociedade utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar. A aprendizagem em matemática está ligada à compreensão, isto é, à apreensão do significado; aprender o significado de um objeto ou acontecimento pressupõe vê-lo em suas relações com outros objetos e acontecimentos. Recursos didáticos como jogos, livros, vídeos, calculadoras, computadores, e outros materiais têm um papel importante no processo de ensino aprendizagem. Contudo, eles precisam estar integrados a situações que levem ao exercício de análise e da reflexão, em última instância, a base da atividade matemática.

Para utilização do aluno, o professor deve formular exemplos para que o aluno utilize o aplicativo de forma a fazer verificações de conceitos e comprovar suas veridades, com isso tornar a matemática mais amigável. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN.

A forma de trabalhar os conteúdos deve sempre agregar um valor formativo no que diz respeito ao desenvolvimento do pensamento matemático. Isso significa colocar os alunos em um processo de aprendizagem que valorize o raciocínio matemático – nos aspectos de formular questões, perguntar-se sobre a existência de solução, estabelecer hipóteses e tirar conclusões, apresentar exemplos e contra-exemplos, generalizar situação, abstrair regularidades, criar modelos, argumentar com fundamentação lógico-dedutiva. (MEC, 2006, p. 69 -70)¹⁰

A utilização dos alunos dos aplicativos de auxílio ao aprendizado, sem um conceito, exercícios, ou uma direção orientada pelo professor, não terá um ganho de

aprendizado, pois o aluno ainda não estaria com capacidade suficiente a formular idéias, estabelecer hipóteses e tirar conclusões.

2.1 A Utilização de Ferramentas Computacionais no Ensino

A utilização de ferramentas computacionais para o ensino já é uma realidade, mas pouco utilizada, há uma necessidade de se quebrar tabus quanto aos métodos de ensino das diversas áreas do conhecimento, pois o professor tende a se agarrar ao mesmo processo de aprendizado utilizado normalmente, o qual se trata de passar o conteúdo aos alunos seja em um quadro ou em retroprojetores passar alguns exemplos e atividades e cobrar isso em provas. O aluno muitas vezes não se encontra disposto a buscar o conhecimento, por se encontrar diante de uma situação corriqueira, que por muitas vezes desestimula esse aluno, por não se envolver diretamente com a aula, por ter dificuldade de entender certos conteúdos, e como aprender matemática é um processo evolutivo de conhecimento ano após ano e por isso se torna uma disciplina que comumente se torna o terror de muitos alunos por falta de conhecimento básico.

Com a utilização de aplicativos computacionais o professor tem nas mãos uma ferramenta de atrativo à atenção do aluno, mas para que isso ocorra o professor deverá planejar um novo método de ensino, o qual poderá utilizar-se da ferramenta para mostrar exemplos de forma dinâmica com variações de resultados e fazer com que os alunos interajam com a ferramenta inculcando-o em um ambiente que nos dias atuais é comum ao aluno, a informática, tornando agradável o aprender. Giancaterino (2009, p.17) diz que:

O processo de ensino e aprendizagem é uma construção continua e notável, onde requerem de nós, professores independentemente de sua cátedra, constante adaptação para que possamos retirar dos processos o melhor e aproveitar todas as suas etapas, respeitando evidentemente sempre o grau de dificuldade de cada educando.

Segundo o autor, mudanças no processo de ensinar é importante, buscar uma nova estratégia de ensino fazendo com que os alunos se envolvam, em que muitas das vezes a falta de interesse do aluno na aula de matemática, se dá ao fato de esse aluno não vincular esse conteúdo com sua vida cotidiana e seus interesses, com esse método o professor motivará o aluno com algo atrativo ao aluno, o computador.

A seguir será descrito alguns exemplos de como o professor poderia utilizar o aplicativo para ensinar o conteúdo por demonstração.

O professor utilizando-se de um computador, data show, aplicativo de construção de gráficos de funções matemática do tipo $f(x)$, e que tenha a capacidade de projetar gráficos sobre gráficos, em uma aula de função, poderia fazer com que os alunos vissem mudanças nos gráficos com uma simples mudança na função matemática. Por exemplo: em uma aula de função do 1º grau $f(x)=ax+b$. Talvez torne-se pouco compreensível ao aluno, o professor falando em uma aula convencional se a função é crescente ou decrescente, dependendo do valor de 'a', nem se tornaria viável construir vários exemplos manualmente. Com a utilização de tal aplicativo o professor poderá inserir valores de modo que os alunos visualizem a construção do gráfico referente àquela função, em seguida o professor insere no aplicativo a função com a mudança a qual deseja demonstrar aos alunos, no nosso exemplo, tornando a constante "a" com o valor oposto ao que foi inserido primeiro, com isso ficará notório a diferença aos alunos pois visualizam o primeiro gráfico e em seguida visualizaram a mudança ocorrida, percebendo uma crescente no gráfico quando inserido um valor positivo na constante "a", e um gráfico semelhante, porém de forma decrescente quando substituído a constante "a" por um valor negativo. Posteriormente o aluno de posse de um computador e do aplicativo, poderia intensificar o conhecimento, interagindo com o sistema e formulando diversos exemplos e verificando o resultado, com isso o aluno pode verificar diversas situações do tipo que o gráfico sempre cortará o eixo das ordenadas no ponto correspondente ao valor da constante independente "b" e que o mesmo ocorrerá com outras funções, independente do grau, e que mudando o valor da constante o gráfico se deslocará como um todo de forma a cortar o eixo no ponto correspondente ao da constante. Utilizando exemplos de função do 2º grau $f(x)=ax^2+bx+c$, o professor poderá como no exemplo anterior demonstrar na prática e em diversos exemplos o comportamento da parábola, como de quando a concavidade é voltada para cima ou para baixo ou onde corta o eixo das abscissas. O professor querendo apresentar aos alunos funções modulares, conseguirá com a visualização dos diversos exemplos sequenciais, mostrar aos alunos a função como ela seria não sendo modular como por exemplo $f(x)=ax+b$, e em seguida mostrará a função modular $f(x)=|ax+b|$, com isso os alunos perceberão que o resultado de uma função modular não cortará o eixo das abscissas e que o intervalo que conteria as ordenadas negativas seria um espelhamento dos pontos substituindo por ordenadas positivas.

A utilização de aplicativos computacionais como método de ensino deverá ser acompanhado de uma orientação do professor, porque o sistema por si só não dará ao aluno a crítica necessária ao entendimento do conteúdo, portanto uma explanação pelo professor

continua sendo muito importante no processo de aprendizado. De acordo com Oliveira (2007, p. 59)

Os recursos computacionais em si mesmos, quando amplamente dominado pelo professor, não são suficientes para garantir uma ação educacional diferenciada, se não estiverem claras e fundamentadas as teorias. Assim, além da necessidade de saber lidar com o computador, o professor deve entregar-se ao processo de construir para si mesmo um novo conhecimento, incorporando não somente os princípios que estão sendo atualmente desenvolvidos sobre informática e educação, mas acima de tudo, passando pelas considerações teóricas sobre a aprendizagem que melhor explicam a aquisição do conhecimento e o desenvolvimento cognitivo. Trata-se de dominar o conhecimento científico de uma maneira ampla e necessária para o seu próprio aprimoramento intelectual.

Com o constante crescimento da informática, com as possibilidades de acesso ao computador e com o mundo interligado por meio da internet, os alunos possuem ferramentas de consulta para desenvolver seu conhecimento. Segundo a NCTM (1988,)

A tecnologia computacional está a modificar os modos de usar a Matemática; conseqüentemente, o conteúdo dos programas de Matemática e os métodos pelos quais a Matemática é ensinada estão a mudar. Os estudantes devem continuar a estudar conteúdos matemáticos apropriados, e também devem ser capazes de reconhecer quando e como usar efetivamente computadores quando trabalharem com a Matemática. Os professores devem saber como e quando devem usar as ferramentas da tecnologia computacional para desenvolver e aumentar a compreensão matemática dos seus alunos.

2.2 Exemplos de Aplicativos Voltados ao Ensino e Aprendizagem de Matemática

Existem diversos aplicativos voltados ao ensino e aprendizado de Matemática, e que possuem funcionalidades específicas e voltados para diversas áreas da matemática. Essa diversidade de aplicativos pode ajudar o professor, pois não seria necessário ficar preso a um aplicativo, podendo optar por aquele que mais se adequar às necessidades de seus alunos, tanto em funcionalidade, quanto no modo de operar o aplicativo. Os exemplos de aplicativos que serão apresentados possuem algumas funcionalidades semelhantes, mas com particularidades no modo de executar, e também funcionalidades específicas a cada aplicativos. Com estes critérios de funcionalidade, cabe ao professor analisar os objetivos a serem alcançados e utilizar o aplicativo que mais satisfaz as necessidades. Um detalhe importante que o professor deve considerar é o seu nível de conhecimento quanto ao uso do aplicativo, pois terá que utilizá-lo de forma segura e dominar completamente as

funcionalidades que deseja utilizar, pois o treinamento dos alunos quanto ao uso do sistema deverá ser feito pelo professor, o qual buscará a forma mais simples de transmitir o conhecimento, tendo a preocupação com que o aplicativo não se torne algo desestimulador para os alunos, pois também terão que utilizar o aplicativo em exercícios e na verificação do conhecimento adquirido.

Serão apresentados os aplicativos Geogebra, IGRAF, IGEOM, Graphmatica, Cabri-Géomètre e Cabri 3D. As apresentações têm a finalidade de descrever algumas funcionalidades, e não como usá-las.

2.2.1 Geogebra

O Geogebra² é um software gratuito e com código aberto, e tem a característica de poder ser utilizado em diversos sistemas operacionais. Esta disponível na internet em vários idiomas para que possa ser utilizado em todo o mundo. Possui interface de fácil utilização e diversas funcionalidades. Suas funcionalidades abrangem álgebra, gráficos e geometria.

O Geogebra traçar gráficos de funções matemáticas em um plano cartesiano. A área destinada ao plano cartesiano é denominada no Geogebra como janela de visualização. Para visualizar os gráficos o usuário digita a função matemática no campo identificado no sistema como entrada. Podendo ainda traçar vários gráficos no mesmo plano. Para identificação de cada gráfico, o Geogebra escreve a função matemática correspondente ao gráfico no campo identificado como janela de álgebra. O gráfico traçado pode ser deslocado de posição e sua função correspondente é atualizada automaticamente. Pode-se também alterar as cores dos gráficos e mudar a espessura com que foram traçados.

É atribuído automaticamente um nome a cada função inserida para que possa ser identificada, mas que pode ser alterado pelo usuário. Para essa alteração o usuário pode utilizar-se de um teclado virtual existente no Geogebra.

O Geogebra trabalhar com pontos com coordenadas de números complexos, retas, retas paralelas, retas perpendiculares, reta tangente a uma circunferência, reta polar ou diametral a uma circunferência, circunferências, elipses, hipérbolas, parábola, polígonos regulares e irregulares, semicírculo, arcos, setores circular, ângulos, distâncias, perímetros e áreas, podendo estas funcionalidades serem manipuladas de diversas formas.

² O Geogebra está disponível no site http://www.geogebra.org/cms/pt_BR/installers, pode ser copiado e distribuído sem fins lucrativos.

O Geogebra possibilita em todos os trabalhos realizados ampliar e diminuir com a funcionalidade de *zoom*. Pode-se gravar em disco, exportar como imagem de extensão PNG, e também impressos direto do aplicativo. A Figura 1 apresenta a janela do Geogebra.

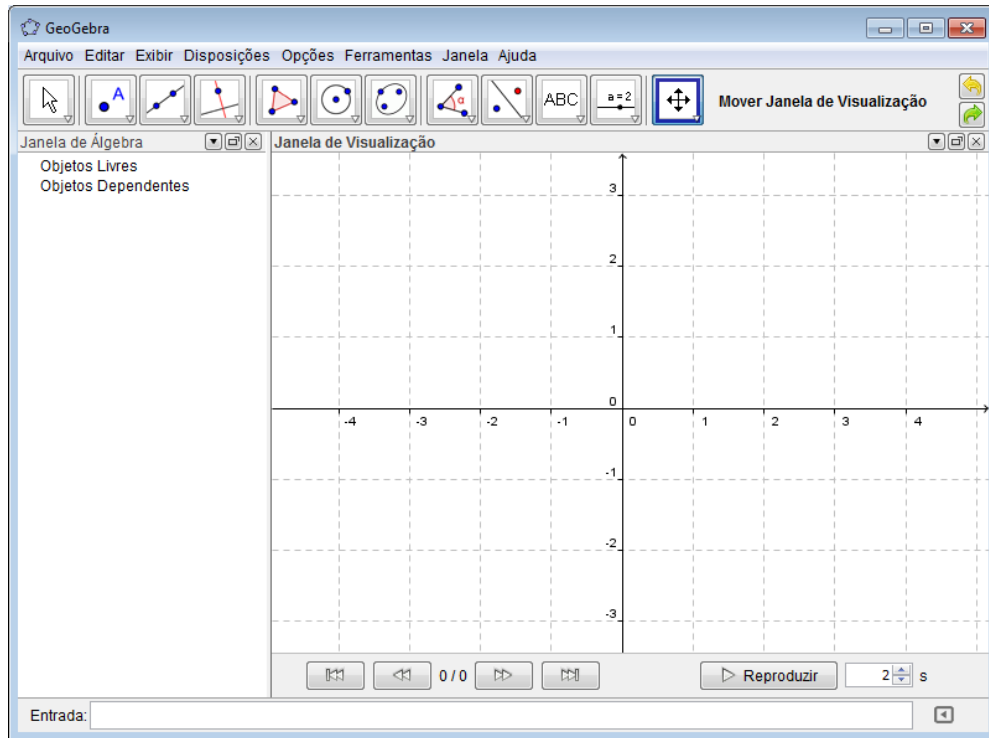


Figura 1- Janela do Geogebra

2.2.2. IGRAF (Gráficos Interativos na Internet)

O IGRAF³ é um sistema gratuito desenvolvido em linguagem de programação Java, tem o propósito de ensino e aprendizagem de matemática basicamente manipulação de gráficos e funções matemáticas. O sistema pode ser utilizado via web ou como aplicativo local. O IGRAF está disponível em Português e Inglês no *site* da iMática⁴.

Na janela inicial do IGRAF, o usuário dispõe de um campo de entrada das funções matemáticas, as quais são armazenadas em um histórico de atividade, um menu de opções para manipulação e uma área de exibição dos gráficos. O IGRAF tem a opção de abas para que possa ser aberto várias vezes e produzindo diferentes trabalhos. Ver Figura 2.

³ O IGRAF surgiu como trabalho de iniciação de Reginaldo Prado, em 2003, e retomado em seu projeto de mestrado no Instituto de Matemática e Estatística – IME da USP, com a orientação do prof. Dr. Leônidas de Oliveira Brandão.

⁴ A MATEMÁTICA INTERATIVA NA INTERNET - iMática – é um site desenvolvido por professores e alunos do IME-USP, coordenado pelo prof. dr. Leônidas de Oliveira Brandão. <http://www.matematica.br/igraf>.

Com o IGRAF pode-se visualizar gráficos a partir da entrada de uma função matemática pelo usuário, pode-se ainda visualizar vários gráficos no mesmo plano de acordo com a necessidade do professor ou aluno. Cada novo gráfico inserido, o IGRAF o exibirá com uma nova cor, podendo ainda visualizar ou ocultar a função matemática no plano, a critério do usuário. Pode-se ainda ter uma visualização rápida da função, passando o *mouse* em cima do gráfico.

Para manipulação dos gráficos, o IGRAF possui recurso de *zoom*, para ampliar e diminuir; pode-se deslocar o plano na direção desejável, exibir ou ocultar eixos e grades. Pode-se alterar o gráfico redefinindo sua função matemática.

O IGRAF pode realizar cálculo de derivadas, integral e exibir seus gráficos correspondentes, podem ainda exibir uma reta tangente a um determinado ponto, o ponto é escolhido pelo usuário, e calcular a área entre o eixo dos x e o gráfico dentro de um determinado intervalo, podendo ainda marcar a área que será calculada com hachuras.

O professor pode criar exercícios com o IGRAF e disponibilizá-lo aos alunos, os quais podem ser automaticamente avaliados pelo sistema.

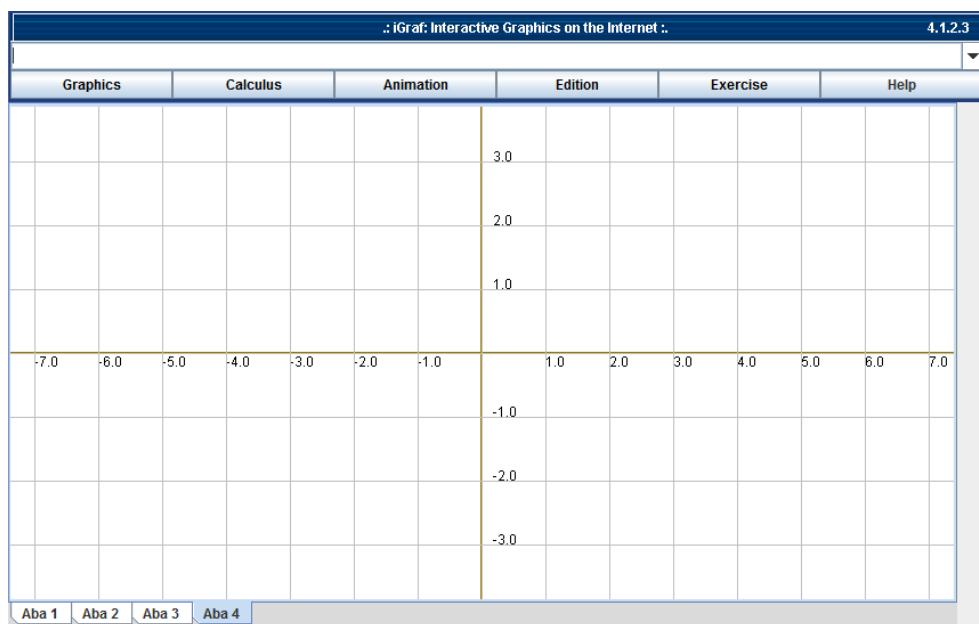


Figura 2 – Janela do IGRAF

2.2.3 IGEOM (Programa Para Geometria Dinâmica)

O IGEOM⁵ é um sistema que permite construções e interações com figuras geométricas. Foi desenvolvido em linguagem de programação Java, e possibilita o uso local ou via web está disponível em Português, inglês e espanhol no *site* da iMática.

Na tela inicial do IGEOM visualiza-se uma área para desenho onde serão realizadas as práticas de geometria, e uma barra de ferramenta com as funcionalidades do IGEOM. Ver Figura 3 . Ao passar o *mouse* sobre os botões da barra de ferramenta, abre uma caixa de texto informando ao usuário a funcionalidade relativa àquele botão, e uma pequena instrução de como utilizá-la. As funcionalidades do IGEOM são as seguintes:

- criar ponto, na área de desenho ou sobre um objeto⁶;
- criar ponto médio entre dois pontos;
- criar circunferência definida por dois pontos;
- criar circunferência definida por dois pontos e um segmento;
- traçar retas, semirretas e segmento de reta;
- criar retas paralelas e retas perpendiculares a outras retas e aos eixos cartesianos;
- permitir isometria: translação, reflexão e rotação;
- medir arco em uma circunferência;
- calcular área de um polígono irregular;
- criar exercício;

Para manipular os objetos o IGEOM permite:

- marcar ou desmarcar objetos;
- mover os pontos;
- desfazer a última operação;
- refazer a última operação;
- ocultar e exibir objetos;
- renomear objetos;
- inserir texto;
- Remove objetos;

⁵ IGEOM – Disponível no site iMática – <http://www.matematica.br/igeom>.

⁶ Os objetos da área de desenho são as figuras geométricas: circunferência, elipse, reta e outros.

- Importa imagens e;
- Limpa a tela.

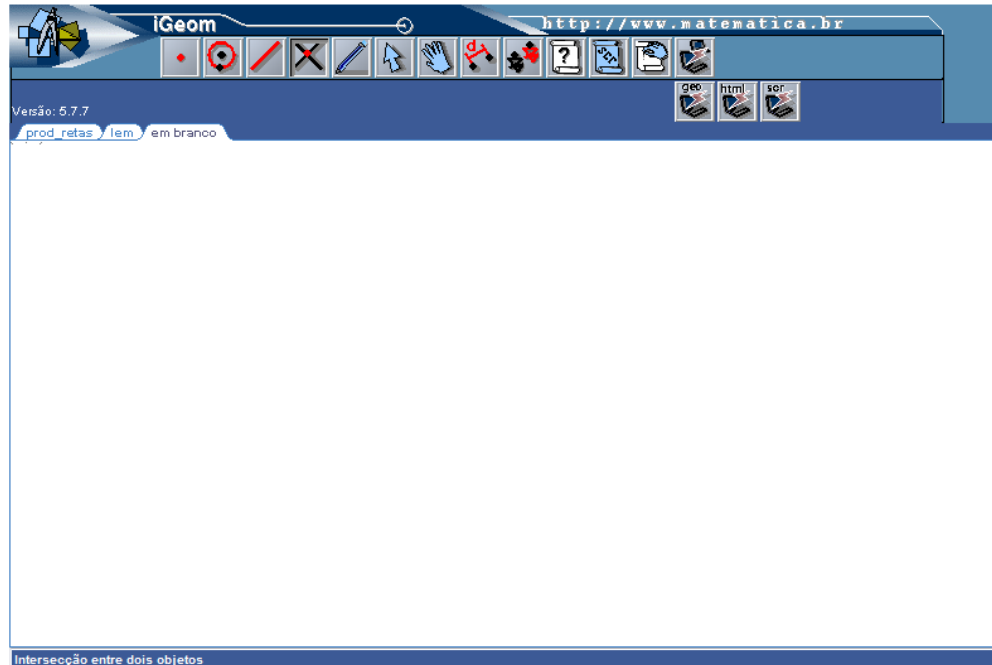


Figura 3 – janela do IGEOM

2.2.4. Graphmatica

O Graphmática⁷ é um software que trabalha com funções e construção de gráficos, foi desenvolvido por Keith Hertzer, um bacharel em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação. Originalmente foi desenvolvido em inglês, mas já existem versões em português, espanhol, Francês, coreano e outras.

As funções do Graphmática, são para manipulação de gráficos, como inserir, deletar, alterar, ampliar e reduzir, ocultar e exibir. Para executar essas funcionalidades o sistema possui uma área de exibição dos gráficos. A área de exibição possui grelha e os eixos coordenados, os quais podem ser manipulados adaptando-os à função que é exibida, para melhor visualização, pois o sistema pode trabalhar com função polinomial, exponencial, logarítmica, coordenadas polares. As grelhas podem ser reduzidas ou ampliadas no seu intervalo. Ver figura 4.

O Graphmática permite:

- calcular derivada de uma função;

⁷ Existe uma guia do usuário do Graphmatica no site <http://www.graphmatica.com/user/GuiaDoUsuario-Graphmaticav2003p.pdf>

- calcular integral de uma função;
- traçar uma reta tangente ao gráfico.

O Graphmatica possui varias outras funcionalidades que não serão comentadas neste trabalho.

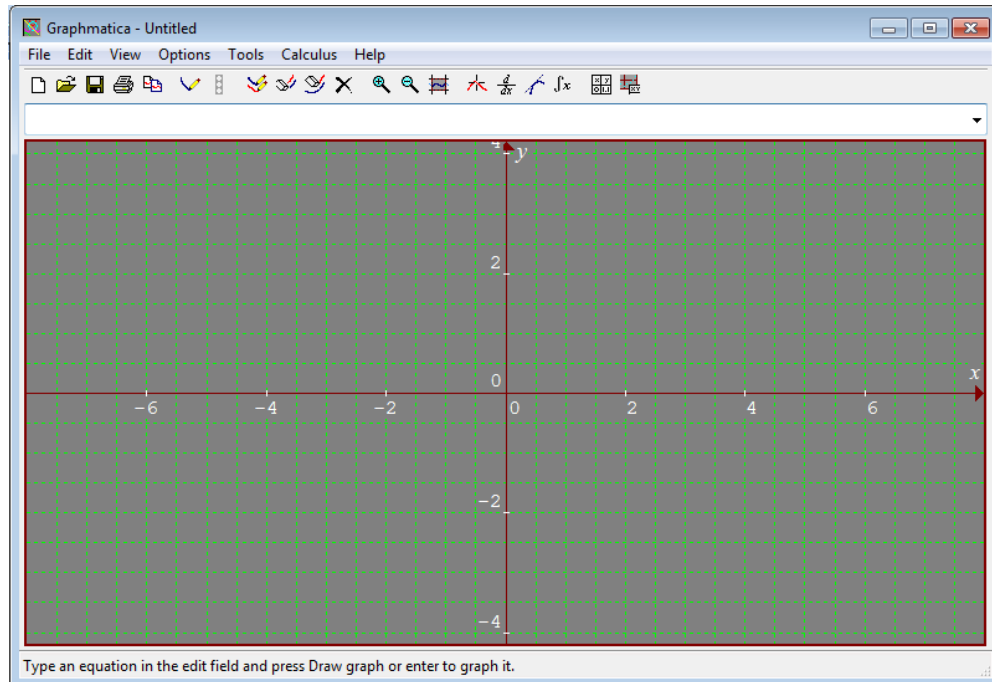


Figura 4 – Janela do Graphmatica

2.2.5. Cabri-Géomètre II

O Cabri-Géomètre⁸ é um software para construção e manipulação de figuras geométrica, plano, onde tradicionalmente se usava o lápis, régua e compasso. Este não é um software grátis, mas disponibiliza versões grátis para teste, que permite ao usuário utilizar por um tempo de 15 minutos, após este tempo o sistema fechará. Pode ser utilizado para um usuário (aplicativo local), ou em redes de computadores, possui versão em português. É compatível com sistema operacional Windows e Macintosh. Ver Figura 5.

O Cabri-Géomètre II permite construir figuras geométricas, pontos, retas, segmento de retas, semirretas, vetor, triângulo, polígono, polígono regular, circunferência, arco, cônicas⁹, retas perpendiculares, retas paralelas. E possibilita calcular o ponto médio entre dois pontos, se pontos são colineares, equidistância entre pontos e se um ponto pertence

⁸ Existe um manual do Cabri-Géomètre II disponível no site http://www.cabri.com.br/download/manual/cabri2/gbbook_por.pdf

⁹ As cônicas são parábolas, hipérbolas, e elipses.

a um objeto, a mediatriz, a bissetriz, e a soma de vetores, calcular a área de um polígono e comprimento dos lados. Podem-se alterar as figuras geométricas em rotação, translação e inversão, alterar suas espessuras cores, oculta ou exibi-las. O sistema possui uma calculadora que permite inserir no plano o resultado obtido. Pode-se inserir uma planilha na área de exibição dos objetos e imprimir esta área de objetos.

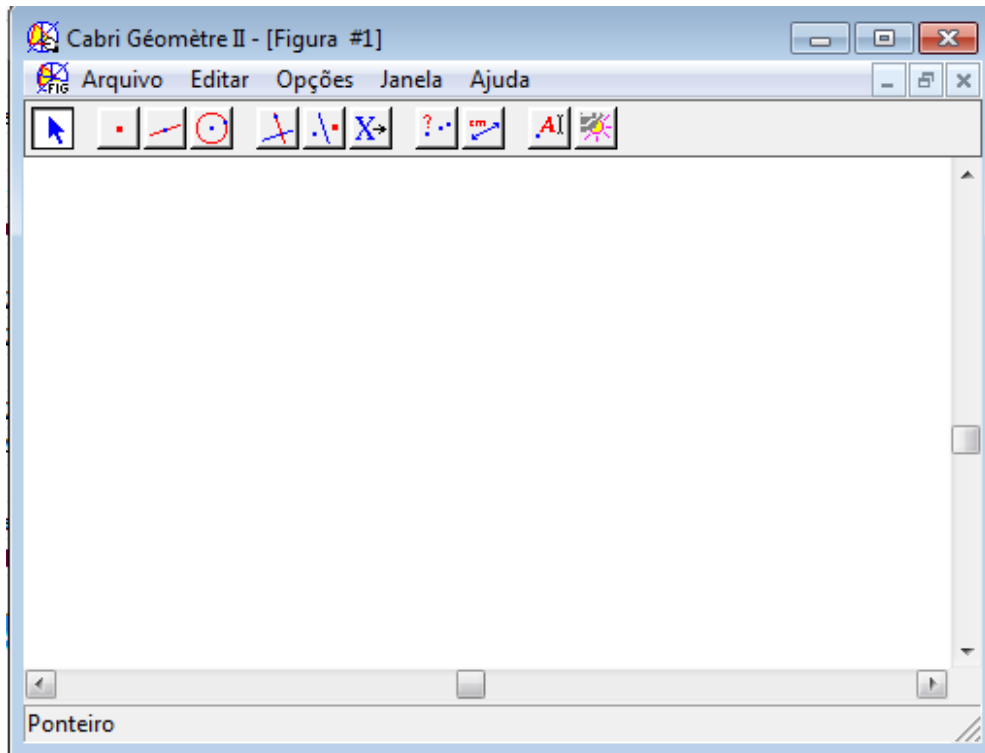


Figura 5 – Janela do Cabri-Géomètre II

2.2.6. Cabri 3D

O Cabri 3D¹⁰ é um software semelhante ao Cabri-Géomètre II, com a particularidade de construir objetos geométricos tridimensionais. O aplicativo também não é grátis, mas possui uma versão demo disponível no site de downloads¹¹ a qual após 12 dias desativa algumas funcionalidades. O sistema é compatível com os sistemas operacionais Windows e Macintosh. Ver Figura 6.

O Cabri 3D possui as mesmas funcionalidades do Cabri-Géomètre II, com a diferença de que todos os objetos do Cabri 3D são construídos no espaço tridimensional, com isso ainda são acrescentados para manipulação os objetos de características tridimensionais,

¹⁰ Esta disponível um manual do Cabri 3D no *site* http://www.cabri.com.br/download/manual/cabri3d/user_manual_pt_br.pdf.

¹¹ Esta disponível uma versão Demo do Cabri 3D e do Cabri-Géomètre II no *site* <http://www.cabri.com.br>.

como: tetraedro, paralelepípedo, prisma, pirâmide, poliedro, cubo, octaedro, dodecaedro, icosaedro, esfera.

Com estas figuras o Cabri 3D permite calcular o volume, comprimento de arestas, distancias. E ainda permite abrir um poliedro¹².

O Cabri 3D permite inserir planos, planos paralelos e planos perpendiculares.

O Cabri 3D possui diversas outras funcionalidades que não serão comentadas neste trabalho.

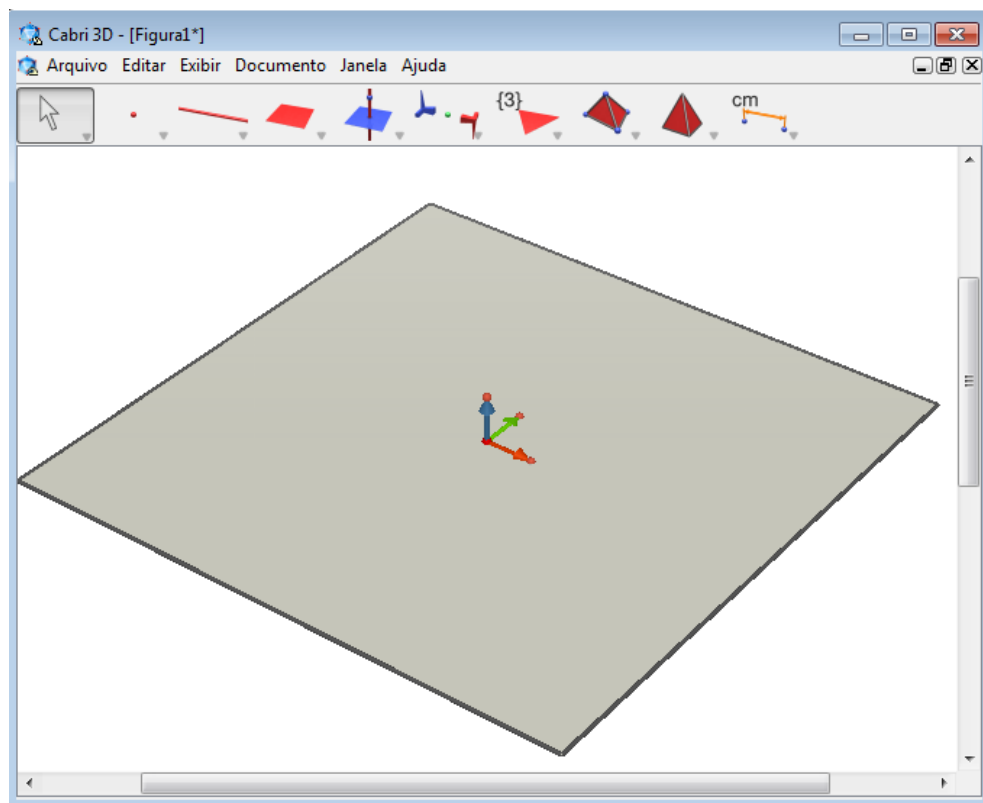


Figura 6 – janela do Cabri 3D

¹² O Cabri 3D permite abri o poliedro como se o poliedro fosse feitos da junção das arestas de vários planos.

3. ANÁLISE E PROJETO DE SISTEMA DO SISPEMATH

O recurso computacional como forma de ensino-aprendizagem já é utilizado, realizou-se análise e projeto de sistema de um aplicativo voltado ao ensino de matemática, contendo assuntos referentes ao ensino médio. As funcionalidades darão ao aluno uma interação com o conteúdo ensinado em sala de aula, visando um melhor entendimento por parte do aluno fazendo com que se motive em aprender, pois em diversos momentos as dificuldades encontradas no ensino é a falta de motivação do aluno diante de determinadas matérias, no caso em questão a Matemática. Segundo COXFORD e SHULTE (1997) utiliza-se de aplicativos computacionais como forma de ensino, produzirá motivação ao aluno, pois o introduz em um ambiente geralmente conhecido e de seu interesse, o ambiente computacional. O sistema implementado permite ao aluno a trabalhar funções matemáticas, matrizes e geometria analítica, podem ser implementado posteriormente novas funcionalidades.

3.1. Documento de Especificação de Requisitos

3.1.1. Introdução

Este documento contém a especificação de requisitos do Sistema Para Ensino de Matemática, com a utilização de técnicas de modelagem de Casos de Uso. O sistema abrange construção de gráficos, operações com matrizes e geometria analítica, que consiste em operações com pontos, retas, circunferências e cônicas¹³.

3.1.2. Ambiente do Sistema

O sistema a ser desenvolvido será utilizado por professores e alunos de matemática. O sistema é dividido em subsistemas e cada subsistema possui funcionalidades específicas a um determinado conteúdo de matemática.

Na construção de gráficos, o usuário¹⁴ dispõe de um ambiente que permite verificar gráficos a partir da entrada de funções matemáticas

¹³ As cônicas trabalhadas serão hipérbole, elipse e parábolas.

¹⁴ O usuário para este sistema pode ser professores ou alunos de matemática.

Para operações com matrizes, o sistema possibilita realizar a manipulação da ordem e elementos das matrizes, pode-se realizar operações entre matrizes e operações entre matriz e um número real.

O sistema realiza operações de geometria analítica em um plano cartesiano, que possibilita manipular pontos, retas, circunferências e cônicas, com entradas das equações pelo usuário.

3.1.3. Objetivos do Sistema

Este sistema objetiva auxiliar professores e alunos de Matemática, tornando as aulas dinâmicas, com construções rápidas de exemplos das teorias ministradas pelo professor. E para que os alunos possam interagir com esses exemplos, verificando os conceitos aprendidos e, assim, fixando o aprendizado.

3.1.4. Benefícios do Produto

As seguintes funcionalidades serão consideradas no sistema a ser desenvolvido:

O sistema deve permitir que o usuário escolha a atividade a realizar (construção de gráficos de funções matemáticas, operações com matrizes e trabalhar com geometria analítica).

Quando optar por construção de gráficos:

- O sistema deve permitir construir o gráfico no plano cartesiano de uma função matemática;
- O sistema deve permitir a entrada das funções matemáticas pelo usuário, do tipo de $f(x)$, como: função seno; função cosseno; função tangente; função modular; função logarítmica função exponencial;
- O sistema deve permitir *zoom* na tela, para melhor visualização;
- O sistema deve permitir que o usuário visualize vários gráficos de maneira sobreposta;
- O sistema deve permitir fornecer as coordenadas da função desejada;
- Quando o usuário optar por gráficos sobrepostos, o sistema deve disponibilizar as coordenadas de interseção;

- O sistema deve permitir que o usuário destaque um gráfico para melhor visualização;

Quando o usuário optar por operações com matriz:

- O sistema deve permitir a escolha da ordem da matriz juntamente com os elementos que a compõem;
- O sistema deve permitir a multiplicação da matriz por um número real;
- O sistema deve permitir operações entre matrizes, como: adição; subtração e multiplicação;
- O sistema deve ter a opção de fornecer o determinante da matriz, a matriz inversa e o determinante da matriz inversa e a matriz transposta;
- O sistema deve permitir o cálculo dos cofatores.

Quando o usuário optar por Cálculos Geométricos:

- O sistema deve permitir a entrada de coordenadas de pontos;
- O sistema de permitir a entrada de equações pelo usuário, como: reta, circunferência e cônicas (parábola, elipse e hipérbole) e permitir a construção dos gráficos dessas equações;
- O sistema deve permitir calcular a excentricidade de cônicas;
- O sistema deve permitir calcular o ponto médio entre dois pontos;
- O sistema deve permitir calcular a distância entre dois pontos;
- O sistema deve permitir identificar se três pontos estão alinhados ou se formam um triângulo e calcular a área e o baricentro do triângulo;
- O sistema deve permitir calcular a distância entre um ponto e uma reta;
- O sistema deve permitir calcular a distância entre duas retas;
- O sistema deve permitir determinar se duas retas são paralelas, concorrentes ou perpendiculares.

3.1.5 Modelo de Caso de Uso

Neste sistema, há apenas dois atores interagindo com ele: o ator professor e o ator aluno.

Atores Professor e Aluno¹⁵: usuários do sistema que utilizam os recursos de construção de gráficos, operações com matrizes e cálculos geométricos.

Construção de gráficos: envolve as funções do professor e do aluno, ou seja, exibição de gráficos de Funções Matemáticas.

Operações com Matrizes: envolve as funções do professor e do aluno, no manuseio de operações com matrizes, adição, subtração e multiplicação por um número real, e adição, subtração e multiplicação entre matrizes, matriz inversas e determinantes.

Cálculos Geométricos: envolve funções do Professor e/ou Aluno, em cálculos envolvendo geometria analítica, como distância entre pontos, distância entre retas ou coordenadas de intersecção entre retas, cálculo das coordenadas do baricentro de um triângulo, área de um triângulo dado três pontos coordenados, cálculo envolvendo circunferências, hipérbolas, parábolas e elipses por meio de suas equações.

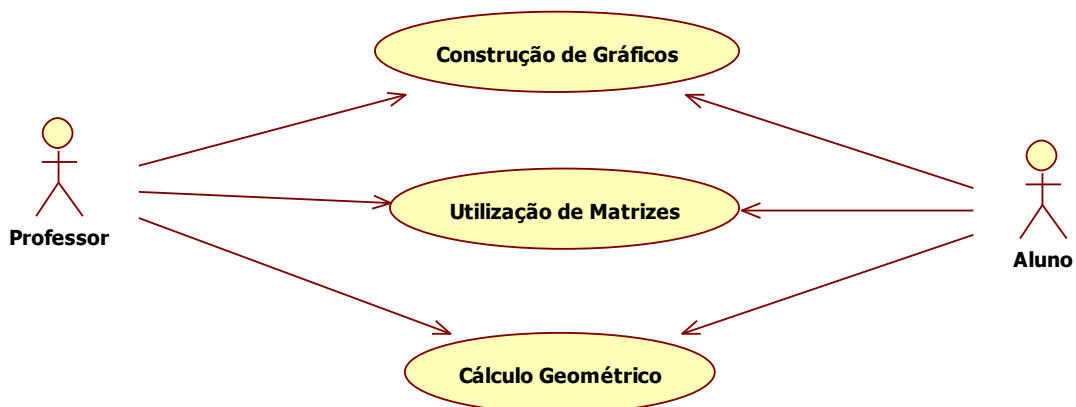


Figura 7 – diagrama de caso de uso de contexto

¹⁵ Professor e aluno são os atores do sistema, e podem executar as mesmas funcionalidades. Como o sistema somente permite a interação com um ator por vez, usou-se o termo usuário para se referir ao ator.

3.1.5.1. Subsistema de Construção de Gráficos.

A figura 8 mostra o diagrama de caso de uso referente ao subsistema construção de Gráficos.

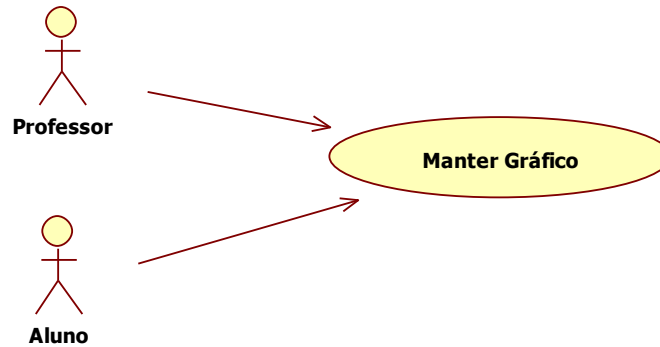


Figura 8 – Diagrama de Caso de Uso do Subsistema Construção de Gráficos.

Caso de uso 01: Construção de Gráficos.

Descrição: O usuário constrói gráficos de funções matemáticas (incluir gráficos, retirar gráficos, exibir coordenadas dos gráficos, ampliar e diminuir gráficos)

Ator primário: Professor ou aluno

Precondições. O usuário indica a opção construção de gráficos.

Fluxo principal:

1. O usuário informa a função matemática a qual deseja visualizar o gráfico.
2. O sistema exibe o gráfico correspondente à função na tela e imprime na tela a função informada.
3. O sistema disponibiliza as operações que podem ser realizadas para manipulação do gráfico: ampliar o gráfico, diminuir o gráfico, exibir vários gráficos no mesmo plano, exibir coordenadas do gráfico.
4. O usuário indica uma operação de manipulação de gráfico ou finaliza o caso de uso.
5. O usuário seleciona opção desejada para manipulação do gráfico: ampliar o gráfico, reduzir o gráfico, exibir vários gráficos no mesmo plano, exibir coordenadas do gráfico, excluir todos os gráficos do plano.
6. Se o usuário desejar verificar outro gráfico o caso de uso retorna ao passo 1, caso contrário o caso de uso termina.

Fluxo alternativo (5): ampliar gráfico (Zoom In)

- a. O usuário seleciona a opção ampliar o gráfico.
- b. O sistema aumenta as dimensões do gráfico e do plano cartesiano.
- c. Se o usuário deseja ampliar novamente o gráfico, o caso de uso retorna ao passo a).

Fluxo alternativo (5): reduzir gráfico (Zoom Out)

- a. O usuário seleciona a opção reduzir gráfico.
- b. O sistema diminui as dimensões do gráfico e do plano cartesiano.
- c. Se o usuário deseja reduzir novamente o gráfico, o caso de uso retorna ao passo a) deste fluxo.

Fluxo alternativo (5): exibir vários gráficos no mesmo plano (Multigráfico)

- a. O usuário informa a nova função matemática a qual deseja visualizar o gráfico.
- b. O usuário seleciona a opção Multigráfico.
- c. O sistema exibirá simultaneamente o gráfico já existente e o gráfico da nova função informada e também exibirá de forma simultânea as funções matemáticas dos gráficos existente no plano cartesiano.
- d. Se o usuário deseja continuar inserindo gráficos no plano, o caso de uso retorna ao passo a) deste fluxo.

Fluxo alternativo (5): exibir coordenadas do gráfico.

- a. O usuário solicita a exibição de coordenadas.
- b. O sistema exibirá uma nova janela e solicitará ao usuário que informe de qual gráfico deseja exibir as coordenadas. (O sistema somente exibirá coordenadas de funções que já estejam inseridas no sistema)
- c. O usuário informa de qual gráfico deseja exibir as coordenadas.
- d. O sistema solicita o intervalo que deve exibir as coordenadas.(O intervalo que deve ser informado refere-se às abscissas, ou seja, eixo dos x)
- e. O usuário informa o intervalo que deseja visualizar.
- f. O sistema exibirá as coordenadas do gráfico em uma planilha.
- g. Se o usuário deseja verificar outra função o caso de uso retorna ao passo c) deste fluxo.

Fluxo alternativo (5): excluir todos os gráficos do plano.

- a. O usuário seleciona a opção Limpar.
- b. O sistema excluirá todos os gráficos e funções do plano cartesiano.

Pós-condições: A operação solicitada foi realizada no plano cartesiano.

Prioridade de desenvolvimento: 1

Frequência de uso: Critério do usuário.

3.1.5.2. Subsistema Utilização de Matrizes

A figura 9 mostra o diagrama de casos de uso referente ao subsistema Utilização de Matrizes de Matrizes

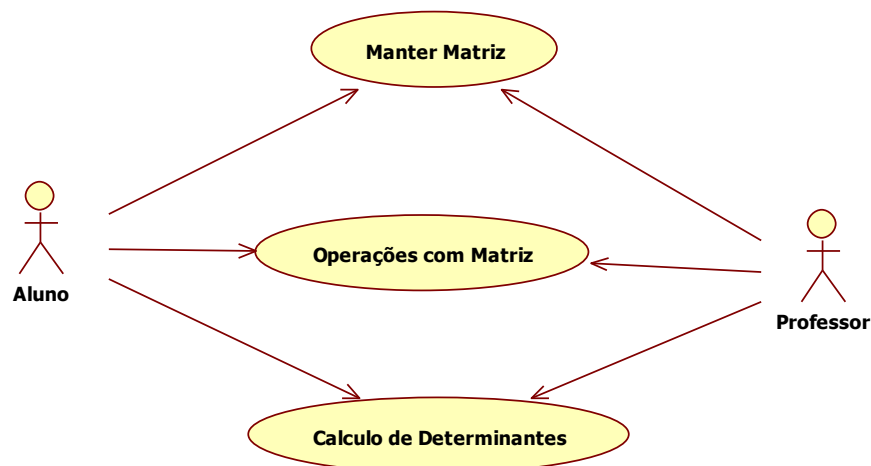


Figura 9 – Diagrama de Caso de Uso do Subsistema Utilização de Matrizes

Caso de uso 02: Manter Matriz

Descrição: O usuário mantém a matriz (incluir matriz, excluir matriz, alterar matriz)

Ator Primário: Professor ou aluno.

Precondições: O usuário indicou a opção utilização de matrizes.

Fluxo principal:

1. O usuário solicita a manutenção de matrizes.
2. O sistema exibe as operações que podem ser realizadas: a inclusão de uma matriz, a alteração de uma matriz e a exclusão de uma matriz.
3. O usuário indica a opção desejada ou finaliza o caso de uso.

4. O usuário seleciona a opção desejada: inclusão, alteração, exclusão.
5. Se o usuário deseja continuar com a manutenção de matriz, o caso de uso retorna ao passo 2, caso contrário o caso de uso termina.

Fluxo alternativo (4): Inclusão de Matriz

- a. O sistema solicita a ordem da matriz.
 - b. O usuário informa a ordem da matriz.
 - c. O sistema solicita os elementos da matriz.
 - d. O usuário digita os elementos da matriz.
 - e. Se usuário confirma a inclusão da matriz.
 - e.1 Se os dados digitados forem válidos então
Inclui a matriz na lista de matrizes
Senão
o sistema retorna ao passo c) deste fluxo.
Fim se.
- Fim se.

Fluxo alternativo (4): Alteração de matriz

- a. O sistema abre uma lista de matrizes.
 - b. O usuário seleciona qual matriz deseja alterar na lista de matrizes
 - c. O sistema libera a matriz para alteração.
 - d. Se usuário confirma a alteração.
 - d.1 o sistema pede redigitação dos elementos que deseja alterar;
 - d.2 o usuário redigita o(s) elemento(s) que deseja alterar;
 - d.3 Se elementos digitados são válidos
Altera a matriz,
Senão
O sistema exibe mensagem de erro e retorna ao passo d1).
Fimse.
- Fimse.

Fluxo alternativo (4): Exclusão de matriz

- a. O sistema abre uma lista de matrizes.
- b. O usuário seleciona a matriz que deseja excluir na lista de matrizes.

- c. O usuário confirma a exclusão.
- d. O sistema exclui a matriz da lista de matrizes do sistema.

Pós-condições: A opção selecionada foi executada na lista de matrizes.

Prioridade de desenvolvimento: 2.

Frequência de uso: Critério do usuário.

Caso de uso 03: Operações com Matrizes

Descrição: O usuário realiza operações com matriz (adição entre matrizes, subtração entre matrizes, multiplicação entre matrizes e multiplicação de matriz por um número real, calcula a matriz inversa e calcula a matriz transposta)

Ator Primário: Professor ou aluno.

Precondições: O usuário selecionou a opção utilização de matrizes

Fluxo principal:

1. O usuário solicita realizar operações com matrizes.
2. O sistema exibe as operações que podem ser realizadas: a adição entre matrizes, a subtração entre matrizes, a multiplicação entre matrizes, a multiplicação de matrizes por um número real, calcular a matriz inversa e calcular a matriz transposta.
3. O usuário indica a opção desejada ou finaliza o caso de uso.
4. O usuário seleciona a opção desejada: adição, subtração, multiplicação, multiplicação por um número real, matriz inversa e matriz transposta.
5. Se o usuário deseja continuar com as operações de matrizes, o caso de uso retorna ao passo 2, caso contrário o caso de uso termina.

Fluxo alternativo (4): Adição entre matrizes.

- a. O usuário solicita a adição entre matrizes.
- b. O sistema solicita as matrizes que serão somadas.
- c. O usuário informa as matrizes selecionando-as na lista de matrizes. (se lista não for vazia, ou se o usuário não deseja informar outras matrizes)
- d. Se o usuário deseja inserir a matriz ou a lista de matrizes esteja vazia o caso de uso será alterado para a letra a) do Fluxo Alternativo (4): Inclusão de matrizes do Caso de Uso 02: Manter matriz.
- e. Se o usuário confirma adição.

e.1 Se matrizes possuem a mesma ordem então

Realiza a soma

Senão sistema exibe mensagem de erro

Retorna ao passo b) deste fluxo.

Fim se.

Fim se.

- f. O sistema exibe o resultado da adição.
- g. O usuário solicita salvar o resultado na lista de matrizes.
- h. O sistema inclui o resultado na lista de matrizes.
- i. Se o usuário deseja realizar outras adições o caso de uso retorna ao passo b) deste fluxo.

Fluxo alternativo (4): Subtração entre matrizes.

- a. O usuário solicita a subtração entre matrizes.
- b. O sistema solicita as matrizes que realizarão a subtração.
- c. O usuário informa as matrizes selecionando-as na lista de matrizes. (se lista não for vazia, ou se o usuário não deseja informar outras matrizes)
- d. Se o usuário deseja inserir a matriz ou a lista de matrizes esteja vazia o caso de uso será alterado para a letra a) do Fluxo Alternativo (4): Inclusão de matrizes do Caso de Uso 02: Manter matriz.
- e. Se o usuário confirma subtração.

e.1 Se matrizes possuem a mesma ordem então

Realiza a subtração

Senão

O sistema exibe mensagem de erro

Retorna ao passo b) deste fluxo.

Fim se.

Fim se.

- f. O sistema exibe o resultado da subtração.
- g. O usuário solicita salvar o resultado na lista de matrizes.
- h. O sistema inclui o resultado na lista de matrizes.
- i. Se o usuário deseja realizar outras subtração o caso de uso retorna ao passo b) deste fluxo.

Fluxo alternativo (4): Multiplicação entre matrizes.

- a. O usuário solicita a multiplicação entre matrizes.
- b. O sistema solicita as matrizes que serão multiplicadas.
- c. O usuário informa as matrizes selecionando na lista de matrizes. Caso o usuário deseja inserir a matriz ou a lista de matrizes esteja vazia o caso de uso será alterado para a letra a) do Fluxo Alternativo (4): Inclusão de matrizes do Caso de Uso 02: Manter matriz.
- d. Se o usuário confirma multiplicação.
 - d.1 Se as matrizes satisfazem as condição¹⁶ para multiplicação então

Realiza a multiplicação

Senão

O sistema exibe mensagem de erro

Retorna ao passo b) deste fluxo.

Fim se.

Fim se.
- e. O usuário solicita salvar o resultado na lista de matrizes.
- f. O sistema inclui o resultado na lista de matrizes.
- g. Se o usuário deseja realizar outra multiplicação o caso de uso retorna ao passo b) deste fluxo.

Fluxo alternativo (4): Multiplicação de matriz por um número real.

- a. O usuário solicita a multiplicação de matriz por um número real
- b. O sistema solicita a matriz e o numero real.
- c. O usuário informa as matrizes selecionando na lista de matrizes. Caso o usuário deseja inserir a matriz ou a lista de matrizes esteja vazia o caso de uso será alterado para a letra a) do Fluxo Alternativo (4): Inclusão de matrizes do Caso de Uso 02: Manter matriz.
- d. O usuário digita o número real.
- e. Se o usuário confirma a multiplicação.

¹⁶ Condições que as matrizes devem satisfazer para multiplicação entre matrizes. Dado as matrizes $A=(a_{ij})_{m \times p}$ e $B = (b_{ij})_{p \times n}$ o produto entre $A \times B$ é a matriz $C = (c_{ij})_{m \times n}$, ou seja o número de colunas da primeira matriz deverá ser igual ao numero de linhas da segunda matriz, e o produto será uma matriz em que o numero de linha será igual ao da primeira matriz e o numero de colunas igual ao numero de colunas da segunda matriz. Para multiplicação de matrizes a propriedade comutativa não é valida.

- f. O sistema realiza a multiplicação.
- g. O usuário solicita salvar o resultado na lista de matrizes.
- h. O sistema inclui o resultado na lista de matrizes.
- i. Se o usuário deseja realizar outra multiplicação o caso de uso retorna ao passo b) deste fluxo.

Fluxo alternativo (4): Cálculo da matriz inversa.

- a. O usuário solicita calcular a matriz inversa.
- b. O sistema solicita a matriz inicial.
- c. O usuário informa as matrizes selecionando na lista de matrizes. Caso o usuário deseja inserir a matriz ou a lista de matrizes esteja vazia o caso de uso será alterado para a letra a) do Fluxo Alternativo (4): Inclusão de matrizes do Caso de Uso 02: Manter matriz.
- d. Se usuário confirma operação
 - d.1 Se a matriz inversa satisfaz a condição¹⁷ necessária então
 - O sistema calcula a matriz inversa
 - Senão
 - O sistema exibe mensagem de erro, e retorna ao passo b).
 - Fim se.
 - Fim se.
- e. Se usuário solicita salvar o resultado na lista de matrizes então
 - O sistema inclui a matriz inversa na lista de matrizes.
 - Senão
 - O sistema descarta a matriz inversa obtida.
 - Fim se.
- f. se usuário deseja calcular outra matriz inversa o caso de uso retorna ao passo b).

Fluxo alternativo (4): Cálculo da matriz transposta.

- a. O usuário solicita calcular a matriz transposta.
- b. O sistema solicita a matriz inicial.

¹⁷ Condição necessária para poder calcular a matriz inversa é a matriz ser quadrada

- c. O usuário informa as matrizes selecionando na lista de matrizes. Caso o usuário deseje inserir a matriz ou a lista de matrizes esteja vazia o caso de uso será alterado para a letra a) do Fluxo Alternativo (4): Inclusão de matrizes do Caso de Uso 02: Manter matriz.
- d. O usuário confirma operação.
- e. O sistema calcula a matriz transposta.
- f. Se usuário solicita salvar o resultado

O sistema inclui o resultado na lista de matrizes.

Senão

O sistema descarta a matriz transposta obtida.

Fim se.

Pós-condições: A opção selecionada foi executada.

Prioridade de desenvolvimento: 3.

Frequência de uso: Critério do usuário.

Caso de uso 04: Cálculo de Determinantes

Descrição: O usuário solicita o cálculo de determinantes (determinante da matriz, determinante da matriz inversa e os cofatores)

Ator Primário: Professor ou aluno.

Precondições: O usuário indicou a utilização de matrizes.

Fluxo principal:

1. O usuário solicita calcular determinantes.
2. O sistema solicita a matriz que deseja calcular o determinante.
3. O usuário informa as matrizes selecionando na lista de matrizes. Caso o usuário deseje inserir a matriz ou a lista de matrizes esteja vazia o caso de uso será alterado para a letra a) do Fluxo Alternativo (4): Inclusão de matrizes do Caso de Uso 02: Manter matriz informa matriz
4. O sistema exibe as opções que podem ser realizadas: calcular o determinante, calcular o determinante da matriz inversa, e calcular os cofatores.
5. O usuário indica a opção desejada ou finaliza o caso de uso.
6. O usuário seleciona a opção desejada: determinante, determinante da matriz inversa, e cofatores.
7. Se o usuário deseja continuar com cálculo de determinantes o caso de uso retorna ao passo 2, caso contrário o caso de uso termina.

Fluxo alternativo (6): Calcular o determinante

a. Se usuário confirma o cálculo do determinante então.

a.1 Se matriz é quadrada

o sistema calcula o determinante.

Senão

O sistema exibe uma mensagem de erro

E retorna ao passo 2 do fluxo principal.

Fim se.

Fim se.

Fluxo alternativo (6): Cálculo do determinante a matriz inversa.

a. Se usuário confirma o cálculo do determinante da matriz inversa então.

a.1 Se matriz em quadrada e não nula então

calcula o determinante da matriz inversa.

Senão

O sistema exibe mensagem de erro e retorna ao passo 2 do fluxo principal.

Fim se.

Fim se.

Fluxo alternativo (6): Cálculo dos cofatores

a. O usuário informa qual a linha ou coluna deseja calcular os cofatores.

b. O usuário confirma a operação.

c. O sistema calcular e exibe os cofatores.

Pós-condições: A opção selecionada foi executada.

Prioridade de desenvolvimento: 4.

Frequência de uso: Critério do usuário.

3.1.5.3. Subsistema de Cálculos Geométricos

A figura 10 mostra o diagrama de caso de uso referente ao subsistema Cálculos Geométricos.

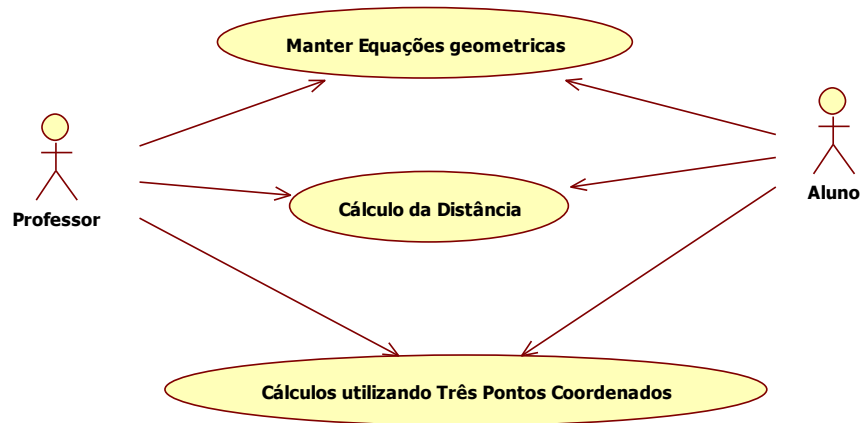


Figura 10 – Diagrama de Caso de Uso do Subsistema Cálculos Geométricos

Caso de uso 05: Manter Equações Geométricas

Descrição: O usuário mantém equações geométricas de retas, circunferências, hipérbole, elipse e parábola e manter pontos coordenados (inserir equações e/ou pontos, alterar equações e/ou pontos, excluir equações e/ou pontos)

Ator Primário: Professor ou aluno.

Precondições: O usuário selecionou a opção Cálculos Geométricos.

Fluxo principal:

1. O usuário seleciona o tipo de objeto desejado: retas, circunferências, hipérbole, elipse, parábola e ponto¹⁸.
2. O usuário indica a opção deseja ou finaliza o caso de uso.
3. O usuário seleciona a opção desejada: inserir, alterar, excluir.
4. Se o usuário deseja continuar com Cálculos geométricos, o caso de uso retorna ao passo 1, caso contrário o caso de uso termina.

Fluxo alternativo (3): Inserir equações e/ou pontos.

- a. O sistema solicita a equação ou coordenadas (coordenadas no caso de ser inserido pontos).

¹⁸ Ponto não possui equação, e sim coordenadas, neste caso somente esta se referindo a manipulação de pontos.

- b. O usuário informa a equação ou coordenadas. (para inserir ponto o usuário pode digitar as coordenadas ou clicar com o mouse na posição desejada)
- c. O sistema exibe o gráfico correspondente à equação ou ponto no plano, e salva a equação em uma lista de objetos.

Fluxo alternativo (3): Alterar equações e/ou pontos.

- a. O sistema solicita a equação ou coordenadas.
- b. O usuário seleciona a equação na lista de objetos.
- c. O usuário confirma alteração.
- d. O sistema solicita novos dados.
- e. O usuário digita novos dados.
- f. Se dados digitados são válidos então.

Sistema atualiza equação na lista de objetos.

Senão

O sistema exibe mensagem de erro e retorna ao passo e).

Fim se.

Fluxo alternativo (3): Excluir equações e/ou pontos.

- a. O sistema solicita a equação ou coordenadas.
- b. O usuário seleciona a equação na lista de objetos.
- c. Se usuário confirma exclusão
- d. O sistema exclui a equação da lista de objetos.

Pós-condições: A opção selecionada foi executada na lista de objetos.

Prioridade de desenvolvimento: 5.

Frequência de uso: Critério do usuário.

Caso de uso 06: Cálculo da Distância

Descrição: O usuário solicita o cálculo da distância (entre pontos, entre retas, entre circunferências, entre pontos e reta, entre ponto e circunferência, entre reta e circunferência,)

Ator Primário: Professor ou aluno.

Precondições: O usuário selecionou a opção Cálculos Geométricos.

Fluxo principal:

- a. O sistema solicita os objetos para o cálculo da distância.

- b. O usuário seleciona os objetos na lista de objetos.
- c. O sistema calcula a distância entre os objetos, se o resultado for negativo, isso significa que os objetos se cruzam.

Pós-condições: A opção selecionada foi executada.

Prioridade de desenvolvimento: 6.

Frequência de uso: Critério do usuário.

Caso de uso 07: Cálculos utilizando Três pontos coordenados

Descrição: O usuário solicita o cálculo utilizando três pontos coordenados, se os três pontos formam um triângulo ou uma reta. Ao formar um triângulo calcular (da área do triângulo, o baricentro do triângulo, o perímetro do triângulo, a equação da circunferência inscrita e a equação da circunferência circunscrita).

Ator Primário: Professor ou aluno.

Precondições: O usuário selecionou a opção Cálculos Geométricos, a lista de objetos e já possui três coordenados.

Fluxo principal:

1. O sistema solicita que o usuário informe os três pontos.
2. O usuário seleciona os três pontos na lista de objetos.
3. O usuário indica a opção desejada ou finaliza o caso de uso.
4. O usuário seleciona a opção desejada: da área do triângulo, o baricentro do triângulo, o perímetro do triângulo, a equação da circunferência inscrita e a equação da circunferência circunscrita.
5. Se o usuário deseja continuar com cálculos de três pontos o caso de uso retorna ao passo 2, caso contrário o caso de uso termina.

Fluxo alternativo (4): Cálculo área do triângulo

- a. O usuário seleciona a opção calcular área do triângulo.
- b. Se três pontos formam um triângulo então

O sistema calcula área do triângulo e exibe o valor ao lado da figura.

Senão

O sistema exibe mensagem de erro¹⁹ e retorna ao passo 2 do fluxo principal.

Fim se.

Fluxo alternativo (4): Cálculo do baricentro do triângulo

- a. O usuário seleciona a opção calcular baricentro do triângulo.
- c. Se três pontos formam um triângulo então

O sistema calcula as coordenadas do baricentro do triângulo e exibe um ponto na posição indicada e as coordenadas ao lado do ponto.

Senão

O sistema exibe mensagem de erro e retorna ao passo 2 do fluxo principal.

Fim se.

Fluxo alternativo (4): Cálculo do perímetro do triângulo

- a. O usuário seleciona a opção cálculo do perímetro do triângulo.
- b. Se três pontos formam um triângulo então

b.1 O sistema calcula o perímetro do baricentro do triângulo

b.2. O sistema exibe o valor ao lado da figura.

Senão

O sistema exibe mensagem de erro e retorna ao passo 2 do fluxo principal.

Fim se.

Fluxo alternativo (4): Cálculo da equação da circunferência inscrita.

- a. O usuário seleciona a opção cálculo da equação da circunferência inscrita em um triângulo.
- b. Se três pontos formam um triângulo então
 - b.1 O sistema calcula o a equação da circunferência inscrita
 - b.2 O sistema e exibe a equação no plano
 - b.3 O sistema desenha a circunferência inscrita.

Senão

¹⁹ Esta mensagem de erro informará que os pontos estão alinhados formando uma reta.

O sistema exibe mensagem de erro e retorna ao passo 2 do fluxo principal.

Fim se.

Fluxo alternativo (4): Cálculo da equação da circunferência circunscrita.

- a. O usuário seleciona a opção calculo da equação da circunferência circunscrita a um triângulo.
- b. **Se três pontos formam um triângulo então.**
 - b.1 O sistema calcula a equação da circunferência circunscrita.
 - b.2 O sistema e exibe a equação no plano.
 - b.3 o sistema desenha a circunferência circunscrita.

Senão

O sistema exibe mensagem de erro e retorna ao passo 2 do fluxo principal.

Fim se.

Pós-condições: A opção selecionada foi executada no plano de exibição dos objetos.

Prioridade de desenvolvimento: 7.

Frequência de uso: Critério do usuário.

3.1.6. Requisitos Não Funcionais.

Segurança: O sistema é aberto a todos os usuários, não causando risco a segurança, pois não é ligado a outros sistema e também não é conectado a um banco de dados.

Desempenho: As operações deverão executar em um tempo de no máximo 2 (dois) segundos.

Interface: A interface deve ser a mais simples para o usuário, ou seja apresente boa usabilidade, já que os possíveis usuários serão crianças e farão uso eventual do sistema.

Portabilidade: O sistema deve permite a execução em diversos sistemas operacionais.

3.1.7. Restrições do software: O sistema a ser desenvolvido deve rodar em sistema operacional Windows, a linguagem de programação a ser implementada deve ser Java, o

sistema não faz uso de banco de dados, e também sistema deve executar normalmente em equipamentos a partir da configuração Pentium 3.

3.2. Documento de Especificação de Análise e Projeto

3.2.1. Introdução

Este documento contém a especificação da análise e projeto do SISPEMATH (Sistema Para Ensino de Matemática), estas duas fases foram concatenadas em uma, tendo em vista que o do SISPEMATH não utiliza banco de dados, com isso algumas etapas das fases não seriam preenchidas, Abrangem os modelos de classes:

3.2.2. Modelos de Classes

Este modelo é utilizado para a identificação das classes, não há relação entre as classes de subsistemas diferentes.

3.2.2.1. Diagrama de Pacotes

Este pacote tem o objetivo de visualizar o sistema no mais alto nível, e percebesse que não há relacionamento entre os pacotes, ou seja, os subsistemas não se comunicam, executam atividades distintas e independentes uns dos outros.

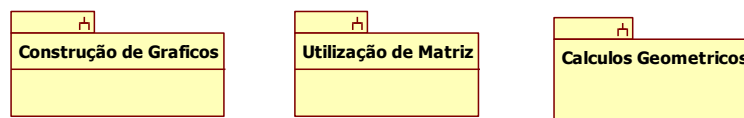


Figura 11 – Pacotes do Sispemath

3.2.2.2. Diagrama de Classes

As Figuras 12, 13 e 14 mostram os diagramas de classe referente aos pacotes Construção de gráfico, Utilização de Matriz e Cálculos Geométricos. Os pacotes Construção de gráficos e Utilização de matrizes são compostos cada um por uma classe, gráfico e matriz respectivamente.

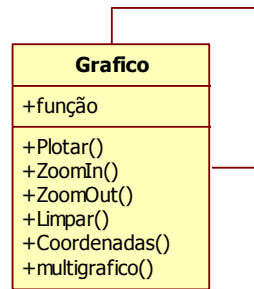


Figura 12 – Classe plano do pacote Construção de Gráficos

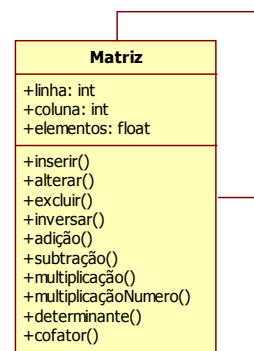


Figura 13 – Classe Matriz do pacote Utilização de Matriz

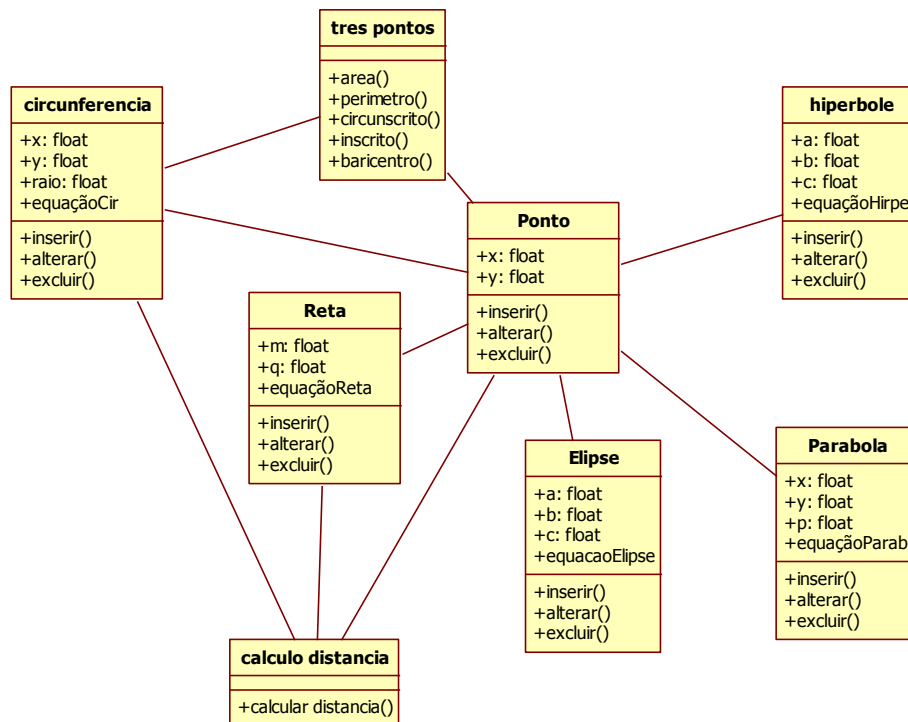


Figura 14 – diagrama de classe do pacote Cálculo Geométrico

3.2.3. Modelo Comportamental

Para auxiliar a identificação dos atributos e métodos das classes modela-se o comportamento dos objetos. Nesta seção foram mostrados os Diagramas máquina de estado, descrição de operações e diagrama de atividade. Não são apresentados elaborados os diagramas de todos os caso.

3.2.3.1. Diagrama Máquina de Estado

3.2.3.1.1. Classe Gráfico

A Figura 15 mostra o Diagrama máquina de estado para a classe gráfico.

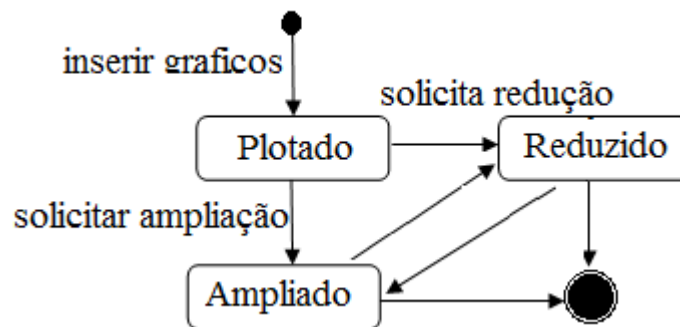


Figura 15 – Diagrama máquina de estado da classe gráfico

3.2.3.1.2. Classe Matriz

A figura 16 mostra o Diagrama máquina de estado para a classe matriz.

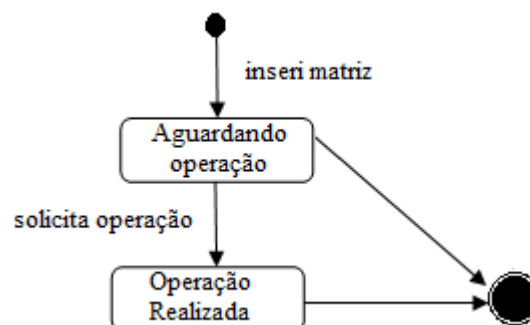


Figura 16 – Diagrama máquina de estado da classe matriz

2.2.3.2. Descrição das Operações

- **Gráfico:**

-Plotar (função: String):

Transforma a String em uma expressão e traça o gráfico relativo a função no plano cartesiano.

-ZoomIn ():

Amplia as dimensões do plano cartesiano e dos gráficos traçados.

-ZoomOut ():

Reduz as dimensões do plano cartesiano e dos gráficos traçados.

-Limpar ():

Apaga todos os gráficos traçados no plano cartesiano.

-Coordenadas (função: String)

Exibe para o usuário as coordenadas do gráfico relativo à função.

-Multigráficos (função: String):

Converte a função digitada e traça no plano cartesiano, conservando os gráficos existentes.

- **Matriz:**

-inserir (linha: int, coluna, int, elementos: []float):

Inseri uma matriz na lista de matrizes, a quantidade de elementos será o número de linha multiplicado pelo número de colunas.

-alterar (elementos: []float):

Alterar uma matriz que esta na lista de matrizes. Somente poderão ser alterados os elementos da matriz, não a ordem.

-excluir (matriz:)

exclui uma matriz da lista de matrizes.

-inversa(matriz:)

Calcula a matriz inversa de uma matriz selecionada na lista de matrizes, se a matriz não for quadrada o sistema emite uma mensagem de erro.

-adição(matriz:, matriz:):

Realiza a soma de duas matrizes, se as matrizes não tiverem a mesma ordem o sistema exibe uma mensagem de erro, e não realiza a operação.

-subtração(matriz:, matriz:):

Realiza a subtração de duas matrizes, se as matrizes não tiverem a mesma ordem, o sistema exibe uma mensagem de erro e não realiza a operação.

-multiplicação (matriz:, matriz:):

Faz a multiplicação de duas matrizes, se a primeira matriz não tiver o número de linha igual ao número de colunas da segunda matriz, o sistema exibe uma mensagem de erro e não realiza a operação.

-multiplicaçãoNumero(matriz:, num: float):

Realiza a multiplicação da matriz por um número real.

-determinante (matriz:):

calcula o determinante da matriz, se a matriz não for quadrada, o sistema emite uma mensagem de erro e não realiza a operação.

-cofator(matriz: linha: int):

calcula os cofatores de uma determinada linha.

- **Ponto**

-inserir (x:float, y: float):

Inseri um ponto no plano e salva os dados em uma lista de objetos.

-alterar (x: float, y: float):

Altera a posição de um ponto.

-area(ponto:, ponto:, ponto):

Calcula a área do triângulo formado por três pontos coordenados.

-distancia(ponto:, ponto:):

Calcula a distância entre dois pontos coordenados.

-perimetro (ponto:, ponto:, ponto):

Calcula a perímetro do triângulo formado por três pontos.

-circunscrito (ponto:, ponto:, ponto):

Calcula e exibi a equação da circunferência circunscrita ao triângulo formado por três pontos coordenados.

-inscrito (ponto:, ponto:, ponto):

Calcula a equação da circunferência inscrita em um triângulo formado por três pontos coordenados.

-baricentro (ponto:, ponto:, ponto):

Calcula as coordenadas do baricentro do triângulo formado por três pontos coordenados.

3.2.3.3. Diagrama de Atividade

A Figura 17 apresenta o diagrama de atividade para o caso de uso calcular área de um triângulo formado por três pontos coordenados.

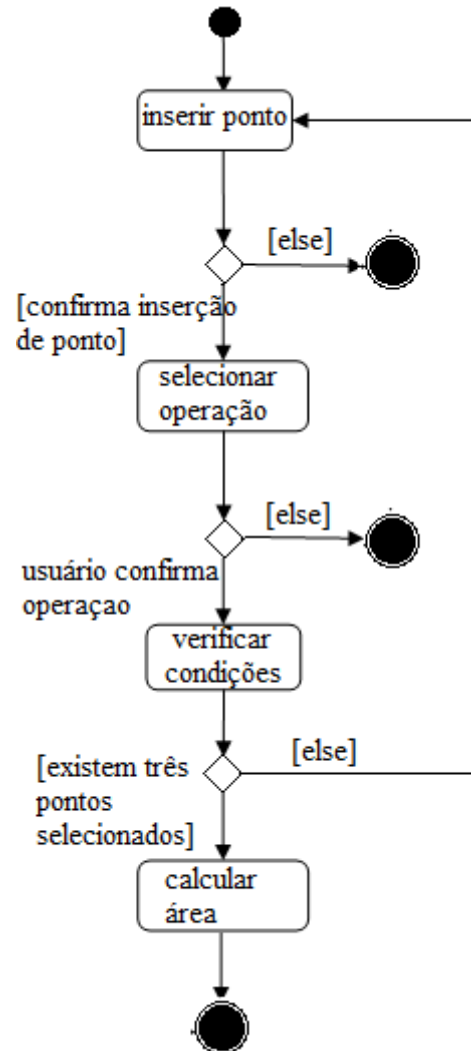


Figura 17 – Diagrama de atividade caso de uso calcular área do triângulo

4. SISPEMATH – SISTEMA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

O SISPEMATH é uma proposta de aplicativo voltada para o ensino e aprendizagem de matemática, visando a interação de alunos e professores em varias períodos escolares, iniciando no 8º e 9º ano do ensino fundamental com a interação com funções, 2º ano do ensino médio com a utilização de matrizes e no 3º ano do ensino médio com cálculos geométricos. Foi desenvolvido um protótipo em linguagem de programação Java. O aplicativo possui funcionalidades de construção de gráficos, manipulação de matrizes e cálculos geométricos. Neste trabalho foi implementado somente o subsistema construção de gráficos.

4.1. Funcionalidades do SISPEMATH

O SISPEMATH teve suas funcionalidades separadas em três subsistemas e agrupadas por afinidades funcionais, com o intuito de simplificar para o usuário. O aplicativo em sua tela inicial possui três botões que dão ao usuário a opção de trabalhar com cada subsistema de forma independente, como mostrado na figura 18.

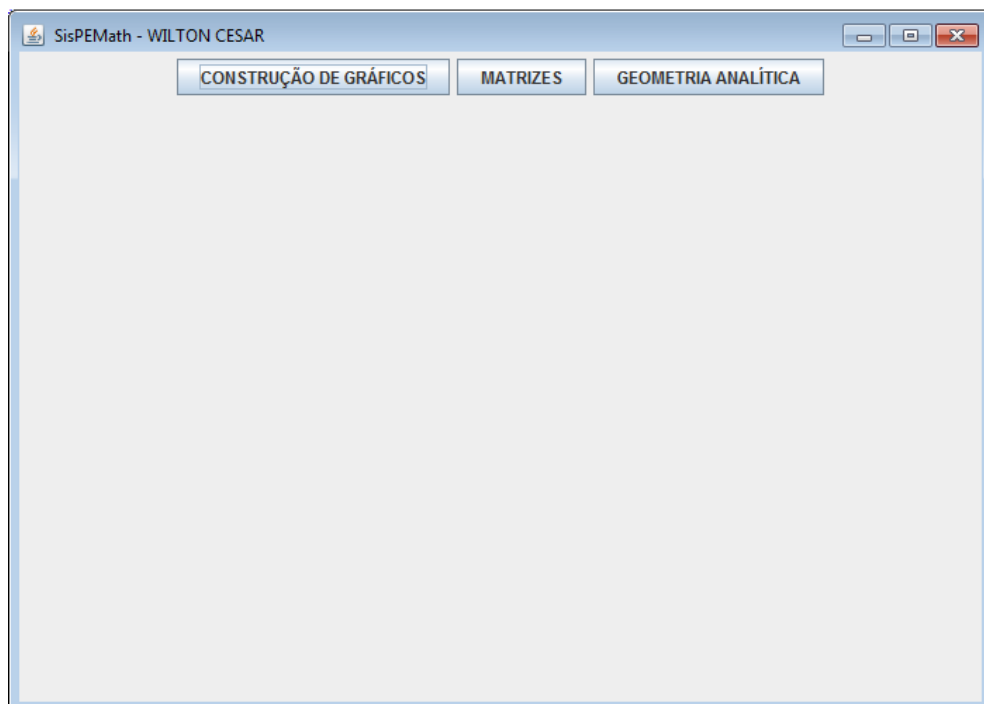


Figura 18 – janela inicial do SisPEMath

Na funcionalidade **construção de gráficos**, o usuário poderá ter o gráfico de funções matemáticas com uma variável x , não sendo necessário informar a variável y , pois o aplicativo já está atribuindo para a variável y a função digitada pelo usuário. Caso o usuário queira verificar o gráfico da função $f(x) = 3x + 5$, deverá informar somente $3*x + 5$. Na janela inicial do sistema de construção de gráficos há um campo de entrada de dados para que o usuário possa informar a função desejada, como visto na figura 19.

As operações aritméticas para formação das funções a serem digitadas pelo usuário são informadas no quadro a seguir.

Operação	Símbolo
Soma	+
Subtração	-
Multiplicação	*
Divisão	/

Pode-se utilizar os símbolos “(” e “)” como separadores de termos.

Todas as variáveis devem estar minúsculas. Caso o usuário deseja informar algo do tipo x^2 , x^3 , x^4 e assim por diante, deverá multiplicar o x por ele mesmo a quantidade de vezes correspondente ao expoente.

Exemplo:

x^2 o usuário deverá informar $x*x$

x^3 o usuário deve informar $x*x*x$

Para o usuário atribuir à função expressões como seno, cosseno, tangente e módulo, deverá fazê-lo como mostrado no quadro a seguir:

SENO	sen(x)
COSENO	cos(x)
TANGENTE	tan(x)
MODULO	 x

No exemplo foi somente atribuída a variável x , mas o usuário poderá utilizar funções de grau superior a 1 e também números reais.

A janela de construção de gráficos do aplicativo terá inicialmente uma área traçando um plano cartesiano, um campo de entrada de dados que permite ao usuário digitar a função desejada, e seis botões escritos em cada um deles: Plotar, Zoom Out, Zoom In, Coordenadas, Multigráficos, Limpar e Sair, como se pode ver na figura 19.

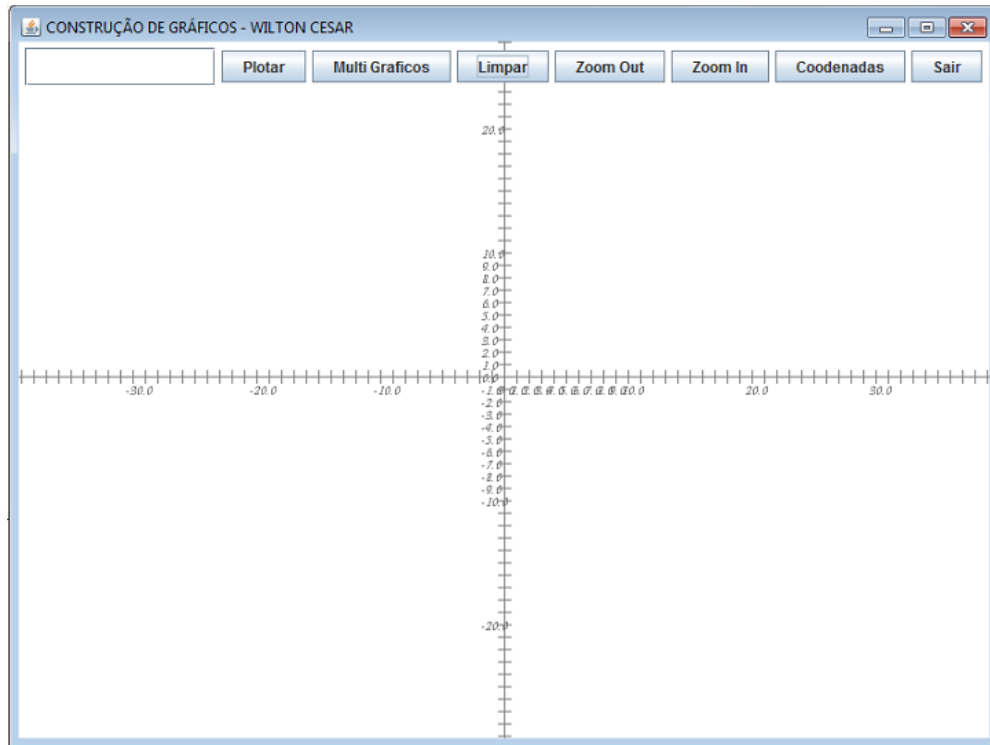


Figura 19 – Janela da funcionalidade construção de gráficos

O botão **Plotar** faz com que o sistema capture a função digitada no campo de entrada e traça a função correspondente no plano e imprime no canto superior esquerdo esta função, o gráfico e a função serão gerados na cor azul. Caso já exista um gráfico no plano este será apagado.

O botão **Zoom In** amplia as dimensões do plano cartesiano ampliando assim os gráficos que tiverem sido gerados. O botão executará mesmo que não tenha sido gerado gráfico.

O botão **Multigráficos** deve ser utilizado quando já tiver sido gerado pelo menos um gráfico, caso contrário, o botão não executará nada. Nas condições de uso da funcionalidade existindo pelo menos um gráfico gerado, a funcionalidade multigráficos fará com que o aplicativo capture do campo de entrada a função matemática informada pelo usuário e gere um gráfico correspondente à função e imprime na tela a função digitada pelo usuário, logo abaixo da função que anteriormente foi exibida, conservando os gráficos que já haviam sido gerados. A cada gráfico gerado e exibição das funções, o aplicativo mudará a cor de exibição, as funções impressas no plano serão da mesma cor do gráfico correspondente. A funcionalidade executará até que contenha quatro gráficos no plano. Caso o usuário não informe uma nova função matemática e acione o multigráficos, o sistema reconhecerá como se o usuário tivesse informado uma nova função e executará normalmente, o usuário terá uma

rápida impressão que o sistema apenas mudou o gráfico de cor, mas verificando no canto superior esquerdo do plano verá que foi impressa uma nova função semelhante à anterior, e que o gráfico foi sobrescrito com uma nova cor. Para o usuário gerar um gráfico após ter quatro gráficos na tela, obrigatoriamente deverá utilizar a funcionalidade Plotar.

O botão **Zoom Out** diminui as dimensões do plano cartesiano, diminuindo assim os gráficos gerados. A funcionalidade executar mesmo que ainda não tenha sido informado nenhuma funções.

O botão **Coordenadas** exibe uma nova janela contendo a lista das funções que foram gerados os gráficos, o usuário indicará qual a função que deseja visualizar as coordenadas, e informa o intervalo²⁰ que deseja visualizar.

O botão Limpar exclui todos gráficos do plano cartesiano, ou seja, limpa a tela e a deixa na situação inicial. Esta funcionalidade pode ser acionada.

4.2. Exemplos Utilizando o Sispemath

O exemplo da Figura 20 mostra o gráfico da função $A(x) = x$, e exibir a função na tela na mesma cor do traçado do gráfico.

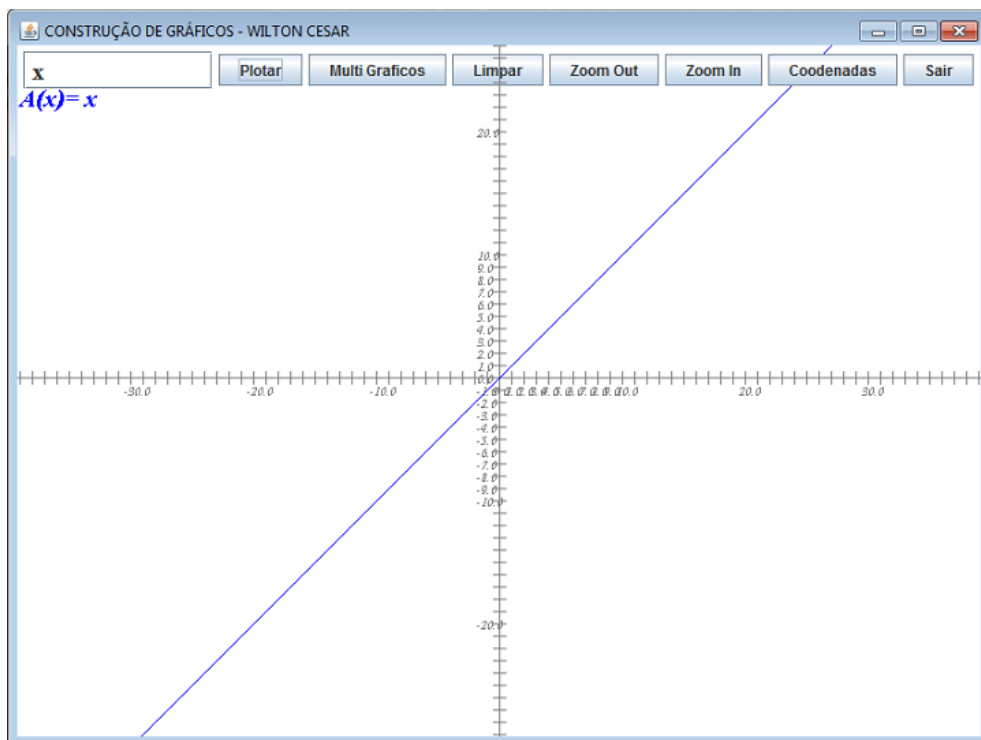


Figura 20 – Janela construção de gráficos. Função $A(x) = x$

²⁰ O intervalo que o usuário deve informa, corresponde ao eixo dos x, devendo informa o inicio e o fim do intervalo. Os extremos informados serão exibidos.

A Figura 21 mostra a utilização de função modular $A(x)=|x-1|$, a qual foi digitada pelo usuário, e mostra o gráfico desta função, com essa funcionalidade o aluno pode verificar o gráfico da função não sendo modular $A(x) = x-1$, e sequencialmente verificar a mesma função com a característica modular, e com isso verificar as mudanças ocorridas, que no exemplo mostrado ocorre uma inversão de valores de y a parti do ponto onde o gráfico teria valores negativos para y , e com isso verificar e confirma teorias e conhecimentos adquiridos em sala de aula.

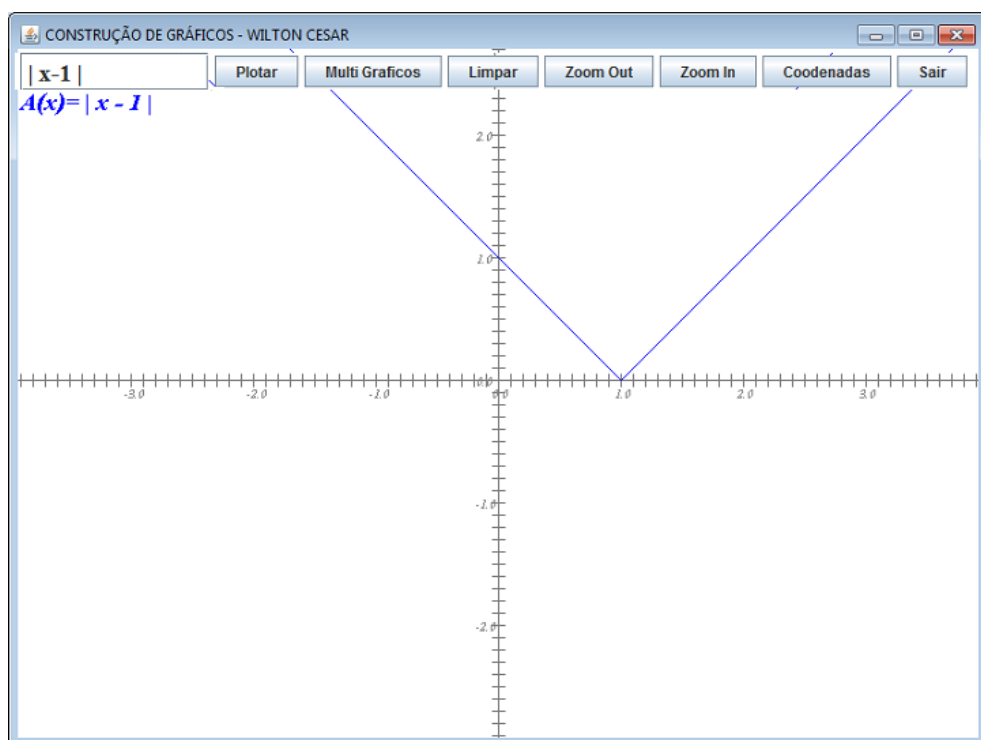


Figura 21 – Janela construção de gráficos. Função $A(x) = |x-1|$

A Figura 22 mostra o gráfico da função $A(x) = \cos(x)*x$, e a Figura 23 mostra a mesma função de forma ampliada, com essa função o aluno pode observar com mais nitidez detalhes dos gráficos, o com isso fazer uma melhor análise.

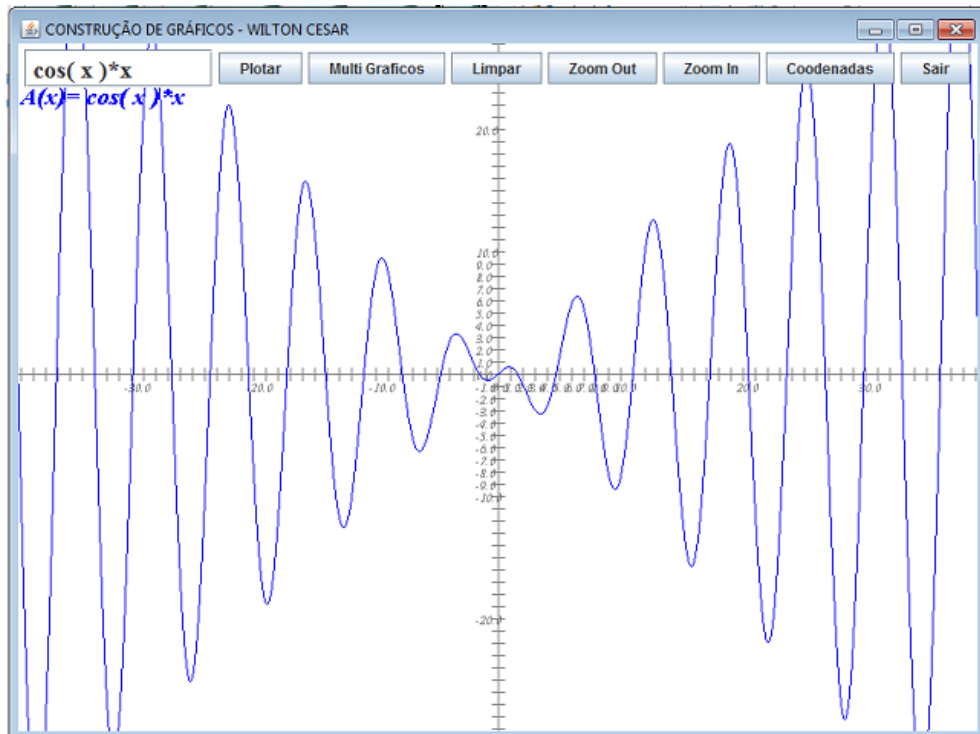


Figura 22 – Janela construção de gráficos. Função $f(x) = \cos(x) \cdot x$

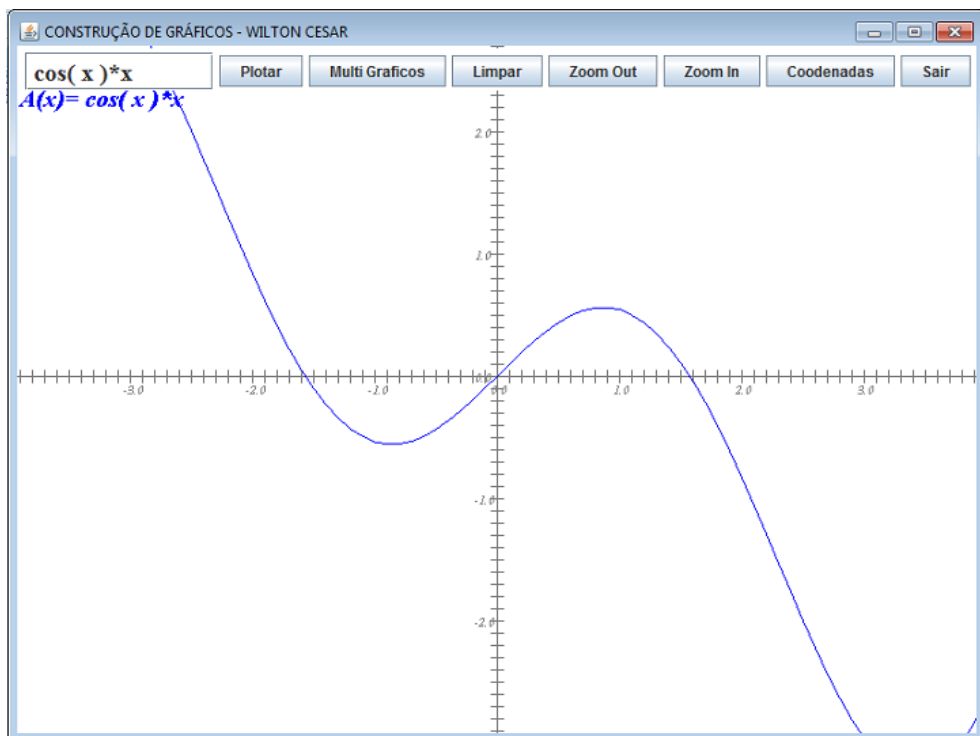


Figura 23 – Janela construção de gráficos. Função $f(x) = \cos(x) \cdot x$ e acionado o Zoom in

A Figura 24 mostra a exibição de três gráficos simultâneos, e de cores diferentes, e com as suas funções na cor do traçado do gráfico. Essa funcionalidade permite ao aluno verificar mudanças que podem ocorrer no gráfico mudando-se parte da função, como exemplo

uma função do 1º grau do tipo $f(x) = ax + b$, cuja o gráfico é uma reta, alterando-se a constante b , o aluno percebera que o gráfico mudará de posição e cortará o eixo das ordenadas no valor correspondente a b . o mesmo poderia ser feito na função $b(x) = -x^2 + 10$, cuja o gráfico é uma parábola, alterando-se o valor de b que nesse exemplo é 10, a nova parábola seria traçada, cortando o eixo y no novo valor de b .

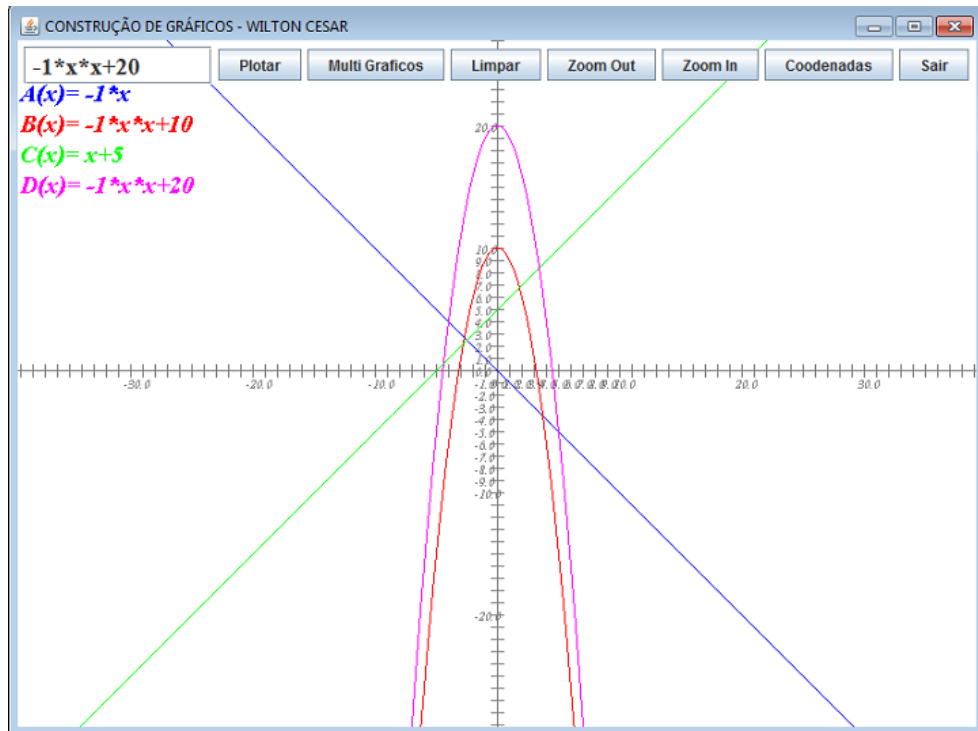


Figura 24 – Janela construção de gráficos. Exibindo multigráficos

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É inquestionável a importância de oferecer uma boa formação básica sólida aos alunos de Matemática, independentemente da abordagem adotada. Segundo COXFORD e SHULTE (1997, p 35), “as dificuldades do aluno referente ao conteúdo de Matemática que, aparentemente, são simples nem sempre são tão simples como podem parecer aos adultos”. E que acompanhando o aprendizado e verificando os erros cometidos, pode-se chegar a ideias e a instrumentos úteis para decidir sobre os meios de ajudar as crianças a melhorarem sua compreensão da Matemática.

O uso de software no ensino de Matemática pode ser visto de início como de lento aprendizado, e sem um grau de eficiência necessário que dispense esforço extra para adquirir domínio sobre determinado software, pois o fato de o professor ter que passar o conhecimento, tanto do conteúdo da Matemática como das funcionalidades do sistema escolhido, pode necessitar de um tempo maior daquele que geralmente usaria, mas a compreensão dos alunos e o grau de resposta do aprendizado torna nula essa desvantagem.

O uso de software no ensino e aprendizado, não é defendido aqui como sendo o melhor e mais eficaz método de ensinar Matemática, e sim apresentar a abordagem como mais um meio de auxiliar os professores na sua missão.

Os profissionais de Tecnologia da Informação também podem contribuir com o aprendizado dos alunos, desenvolvendo novos produtos, de fácil acesso e que atendam às necessidades do ensino, não somente em Matemática, mas também em outras áreas de conhecimento.

Optando por utilizar os recursos computacionais no ensino, o professor teria dificuldades, pois nem todas as escolas possuem computadores em número suficiente para atender a quantidade de alunos na hora de utilizar o sistema, mas somente visualizando na demonstração do professor, torna a aula mais dinâmica e com isso percebe-se na prática os conceitos. E se os resultados do uso de aplicativos computacionais no ensino são satisfatórios, por que não usar?

Como trabalhos futuros a serem desenvolvidos a partir deste trabalho, sugerem-se:

- aplicativos que calculem derivadas e integral de funções;
- aplicativos que exibam objetos no espaço tridimensional, e calcule valores relativos a esses objetos como volume e área da superfície;
- proporcionar aplicativos direcionados a cada ano escolar, desde o fundamental ao ensino médio.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA**, Eduardo; *Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BRAGA**, Rodiney Marcelo; *Matemática: Reformas Curriculares (PCN's)*. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/matematica/matematica-reformas-curriculares-pcns.htm>. Acesso em 25 de outubro de 2011.
- COXFORD**, Arthur F. **SHULTE**, Albert P. Traduzido por Hygino H Domingues: *As Idéias da Álgebra*. São Paulo. Editora Atual. 1997.
- FURTADO**, Alfredo Braga; **COSTA** Jr, Júlio Valente da, *Prática de Análise e Projeto de Sistemas*. Belém. 2010.
- GALDINO**, Dario. *Deficiência da Aprendizagem dos Alunos do ensino fundamental*. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/deficiencia-da-aprendizagem-dos-alunos-do-ensino-fundamental/7158/>. 2008. Acesso em 25 de outubro de 2011.
- GENTIL**, Nelson; **GRECO**, Sérgio; **SANTOS**, Carlos; *Matemática para o ensino médio - volume único: ática*, 1999.
- GIANCATERINO**, Roberto. *A Matemática Sem Rituais*. RJ: Wak, 2009. Disponível em: <http://www.uespi.br/prop/XSIMPOSIO/TRABALHOS/PRODUCAO/Ciencias%20da%20Educacao/O%20PROCESSO%20DE%20ENSINO-APRENDIZAGEM%20DA%20DISCIPLINA%20MATEMATICA-POSSIBILIDADES%20E%20LIMITACOES%20NO%20CONTEXTO%20ESCOLAR.pdf>. Acesso em 5 de novembro de 2011.
- HOHENWARTER**, Markus; *Geogebra: Geometria, Álgebra E Tratamento Da Informação*. Disponível em: <http://geogebra.mat.br>. Acesso em 04 de novembro de 20 11
- IGEOM**, *Programa para Geometria Dinâmica*. Disponível em: <http://www.matematica.br/igeom/>: Acesso em 21 de outubro 2011
- IGRAF**, *Gráficos Interativos na Internate*. Disponível em: <http://www.matematica.br/igraf/>: Acesso em 21 de outubro 2011.
- MEC**, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. 2006. 135 p Volume 2.
- MEC**, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais : Matemática / Secretaria de Educação Fundamental*. – Brasília : MEC/SEF, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em 25 de outubro de 2011.
- Ministério de Ciência e Tecnologia. *Ciência sem Fronteira - Um Programa Especial de Mobilidade Internacional em Ciência, tecnologia e Inovação*. 2011. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0217/217221.pdf. Acesso em 21 de outubro de 2011.

- NCTM**, National Council of Teachers of Mathematics. *O Uso dos Computadores na Aprendizagem e no Ensino da Matemática*, Estados Unidos. 1988. Disponível em http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/nonius/nonius11_2.html. Acesso em 25 de outubro de 2011
- OLIVEIRA**, Elizabeth M. *Metodologia para o uso da Informática na Educação*. Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática. SBEM. Ano 13. n°.23. dez. 2007. Disponível em: [http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/10%20Ensinode matematica/Ensinodematematica_artigo13.pdf](http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/10%20Ensinode%20matematica/Ensinodematematica_artigo13.pdf). Acesso em 28 de outubro de 2011.
- PASTRELO**, Davi. *Docente do ICMC Desenvolve Softwares Para o Aprendizado de Matemática*. São Paulo. USP. 2011. Disponível em: <http://icmc-usp.blogspot.com/2011/05/docente-do-icmc-desenvolve-softwares.html>. Acesso em 04 de novembro de 2011.
- PILETTI**, N. *Estrutura e Funcionamento do Ensino Fundamental*. São Paulo: Ática, 1998.
- PIRES**, Célia Maria Carolino. Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM. *A Educação Matemática no Brasil*. 2005. Disponível em: http://www.fisem.org/web/union/revistas/3/Union_003_008.pdf. Acesso em 26 de novembro de 2011.
- PRESSMAN**, Roger S. *Engenharia De Software*. São Paulo: Person, 2007.

APÊNDICE A

```

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.awt.geom.*;
import java.awt.geom.Point2D.Double;
import java.awt.image.BufferedImage;
import javax.swing.*;
import org.omg.CosNaming.Binding;
public class plano extends JFrame {
    private JPanel butpainel;
    private JLabel labelY,labelsis ;
    private JTextField text;
    private JButton ok, gerar, zoomout, zoomin, pontos, sobrepor, sair, limpar;
    int con_fun=0,dimen,largura,altura , first_enter=0;
    double intervalo;
    //int largura= 800,altura= 600; //tamanho da tela
    double x,y;
    double zoom=10;
    int espf1=0,espf2=0, espf3=0, espf4=0;
    float centro_x,centro_y,mult=1; // coordenadas do ponto (0,0)
    String num, funcao, funcao2, funcao3, funcao4;
    private double a,b,c=0,c1=0,d=0,d1=0,a1=0,b1=0, e,f,e1,f1,i,h,i1,h1;
    private double [] cor\_fun1, cor\_fun2, cor\_fun3, cor\_fun4;
    boolean exibir=false;
    public plano(Graphics g, boolean visi, int tam)
    {
        super("CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS - WILTON CESAR");
        dimen = tam;
        intervalo=0.1;
        labelY = new JLabel("Y = ");
        labelsis = new JLabel(" SisPEMath " );
        text = new JTextField(10);
        text.setFont(new Font("TimesRoman",Font.BOLD,20));
    }

```

```

gerar = new JButton("Plotar");
zoomout = new JButton("Zoom Out");
zoomin = new JButton("Zoom In");
pontos = new JButton("Coodenadas");
sobrepor = new JButton("Multi Graficos");
sair = new JButton("Sair");
limpar = new JButton("Limpar");
final Graphics2D g2d = (Graphics2D ) g;
getContentPane().setBackground(Color.white);

```

//=====Eventos dos botoes=====

```

gerar.addActionListener(
    new ActionListener(){
        public void actionPerformed(ActionEvent e)
        {
            funcao= text.getText();
            text.addActionListener(null);

            if(text!=null)
            {
                cor_fun1 = new double[10000];
                repaint();
            }
            con_fun=1;
        }
    }
);

sobrepor.addActionListener(
    new ActionListener(){
        public void actionPerformed(ActionEvent e)
        {
            if(con_fun==1)
            {
                funcao2= text.getText();

```

```

        text.addActionListener(null);
        con_fun=2;
    }
    else if(con_fun==2)
    {
        funcao3= text.getText();
        text.addActionListener(null);
        con_fun=3;
    }
    else if(con_fun==3)
    {
        funcao4= text.getText();
        text.addActionListener(null);
        con_fun=4;
    }

    if(text!=null)
    {
        repaint();
    }
}
);
zoomout.addActionListener(
    new ActionListener(){
        public void actionPerformed(ActionEvent e)
        {
            //if(mult==1)
            //{}else{
            zoom = zoom/2;
            mult = mult/2;
            repaint();
            }
        }
    }
);

```

```

    }
    );

zoomin.addActionListener(
    new ActionListener(){
        public void actionPerformed(ActionEvent e)
        {
            zoom = zoom*2;
            mult=mult*2;
            repaint();
        }
    }
);

limpar.addActionListener(
    new ActionListener(){
        public void actionPerformed(ActionEvent e)
        {
            funcao = null;
            funcao2 = null;
            funcao3 = null;
            funcao4 = null;
            //text = null;
            repaint();
        }
    }
);

pontos.addActionListener(
    new ActionListener(){
        public void actionPerformed(ActionEvent e)
        {
            coordenadas c = new coordenadas();
        }
    }
);

sair.addActionListener(

```

```

        new ActionListener(){
            public void actionPerformed(ActionEvent e)
            {
                System.exit(1);
            }
        }
    );

    Container c = getContentPane();
    c.setLayout(new FlowLayout());
    c.add(text);
    c.add(gerar);
    c.add(sobrepor);
    c.add(limpar);
    c.add(zoomout);
    c.add(zoomin);
    c.add(pontos);
    c.add(sair);
    exibir=visi;
    if(tam==1)
    {
        largura= 1280;
        altura = 780;
    }else if (tam == 2){
        largura= 800;
        altura = 600;
    }
    setSize(largura,altura);
    setVisible(exibir);
}

public void paint( Graphics g)
{
    float centro_x,centro_y;
    String num;
    double a,b,c=0,d=0,a1=0,b1=0;

```

```

centro_x=largura/2;
centro_y=altura/2;
super.paint(g);
Graphics2D g2d = (Graphics2D ) g;
//=====PLANO CARTERIANO INICIO=====
g2d.setPaint(Color.gray);
g2d.draw(new Line2D.Double(5,centro_y,largura,centro_y));// eixo X
g2d.draw(new Line2D.Double(centro_x,5,centro_x,altura)); // eixo Y
for(int x1=10;x1<largura;x1=x1+10)
{
    g2d.draw(new Line2D.Double(x1,(centro_y-5),x1,(centro_y+5)));
}
for(int y1=10;y1<altura;y1=y1+10)
{
    g2d.draw(new Line2D.Double((centro_x-5),y1,(centro_x+5),y1));
}
//=====mudança de tamanho da tela=====

double coor;
float ini_x;
float ini_y;
int comp1;
int comp2;
int comp=0;
if (largura == 800)
{
    coor = -30/mult;
    ini_x = 10;
    ini_y = 30;
    comp1=85;
} else{
    coor=-60/mult;
    ini_x = 35;

```

```

        ini_y = 30;
        comp1=2;
    }

    float pos= 10;
    float incr= 100;

    //=====imprimindo ordenadas =====
    g.setFont(new Font("serif", Font.ITALIC,10));
    for (float x=ini_x; x<largura; x=x+incr)
    {
        if(coor<=-9*mult || coor >9*mult){incr=100*mult; comp = comp1;
pos=10*mult;} else{incr=10*mult; comp=comp1; pos=1;};
        g2d.drawString(""+coor+"", (x+comp),centro_y+15 );
        coor=coor+pos;
    }

    //=====imprimindo abiscissas =====
    if (largura == 800)
    {
        coor = 20/mult;
        comp2=75;
    } else{
        coor = 30/mult;
        comp2 = 65;
    }
    incr=100;

    for (float y=ini_y; y<altura; y = y+incr)
    {
        g2d.drawString(""+coor+"",centro_x-18 ,y+comp2 );
        if(coor<=10*mult && coor >-10*mult ){incr=10*mult; pos=-1;
} else{incr=100*mult; pos=-10*mult;};
        coor=coor+pos;
    }

```

```

    }

//=====PLANO CARTERIANO FIM=====
//=====LOOP DE CONSTRUÇÃO DO GRAFICO INICIO =====

    int cont_fun1=1;
    int cont_fun2=0;
    int cont_fun3=0;
    int cont_fun4=0;
    for(x=-65;x<65;x=x+intervalo)
    {
//=====CHAMA METODO PARA CONVERTER STRING EM EXPRESSAO==
        g2d.setPaint(Color.blue);
            y=convertefunção(funcao,x);
            y=y*(-1);
//==POSICIONAMENDO DOS PONTOS FUNCAO 1 INICIO==

        if(y>0)
        {
            //y=(-1)*y;
        }
        g.setFont(new Font("serif",Font.BOLD + Font.ITALIC , 20));
        g.drawString("A(x)="+funcao, 10, 80);
        a=((zoom*x+centro_x));
        b=((zoom*y+centro_y));
        g2d.draw( new Line2D.Double(a, b, a,b+espfl));
        g2d.draw( new Line2D.Double(a, b, a+espfl,b+espfl));
        g2d.draw( new Line2D.Double(a, b, a+espfl,b));
        g2d.draw( new Line2D.Double(a, b+espfl, a+espfl,b));
        g2d.draw( new Line2D.Double(a, b+espfl, a+espfl,b+espfl));
        if(b1-b<0)
        {
            if(((b1-b)*(-1))<130)
            {

```

```

g2d.draw( new Line2D.Double(a1,b1, a,b));
g2d.draw( new Line2D.Double(a1,b1, a+espfl,b+espfl));
g2d.draw( new Line2D.Double(a1+espfl,b1+espfl,
a+espfl,b+espfl));
    }

} else if ((b1-b)<130)
{
    g2d.draw( new Line2D.Double(a1,b1, a,b));
    g2d.draw( new Line2D.Double(a1,b1, a+espfl,b+espfl));
    g2d.draw( new Line2D.Double(a1+espfl,b1+espfl,
a+espfl,b+espfl));
}
a1=a;
b1=b;

//==POSICIONAMENDO DOS PONTOS FUNCAO 1 FIM==
//==POSICIONAMENDO DOS PONTOS FUNCAO 2 INICIO==
if(con_fun>=2)
{

    g2d.setPaint(Color.red);
    y=convertefunção(funcao2,x);
    y=y*(-1);
    if(y>0)
    {
        //y=(-1)*y;
    }

    g.setFont(new Font("serif", Font.BOLD + Font.ITALIC, 20));
    g.drawString("B(x)="+funcao2, 10, 105);

    c=((zoom*x+centro_x));
    d=((zoom*y+centro_y));
    g2d.draw( new Line2D.Double(c, d, c,d));

```

```

g2d.draw( new Line2D.Double(c, d, c,d));
if(d1-d<0)
{
    if(((d1-d)*(-1))<130)
    {
        g2d.draw( new Line2D.Double(c1,d1, c,d));
        g2d.draw( new Line2D.Double(c1,d1, c,d));
    }

}else if ((d1-d)<130)
{
    g2d.draw( new Line2D.Double(c1,d1, c,d));
    g2d.draw( new Line2D.Double(c1,d1, c,d));
}
c1=c;
d1=d;

}

//===POSICIONAMENDO DOS PONTOS FUNCAO 3 INICIO==
if(con_fun>=3)
{

    g2d.setPaint(Color.green);
    y=convertefunção(funcao3,x);

    y=y*(-1);
    if(y>0)
    {
        //y=(-1)*y;
    }

    g.setFont(new Font("serif", Font.BOLD + Font.ITALIC, 20));

```

```

g.drawString("C(x)="+funcao3, 10, 130);
e=((zoom*x+centro_x));
f=((zoom*y+centro_y));
g2d.draw( new Line2D.Double(e, f, e,f));
g2d.draw( new Line2D.Double(e, f, e,f));
if(f1-f<0)
{
    if(((f1-f)*(-1))<130)
    {
        g2d.draw( new Line2D.Double(e1,f1, e,f));
        g2d.draw( new Line2D.Double(e1,f1, e,f));
    }

}else if ((f1-f)<130)
{
    g2d.draw( new Line2D.Double(e1,f1, e,f));
    g2d.draw( new Line2D.Double(e1,f1, e,f));
}
e1=e;
f1=f;
}

//===POSICIONAMENDO DOS PONTOS FUNCAO 3 FIM==
//===POSICIONAMENDO DOS PONTOS FUNCAO 4 INICIO==
if(con_fun>=4)
{

    g2d.setPaint(Color.magenta);
    y=convertefunção(funcao4,x);

    y=y*(-1);
    if(y>0)
    {
        //y=(-1)*y;
    }
}

```

```

g.setFont(new Font("serif", Font.BOLD + Font.ITALIC, 20));
g.drawString("D(x)="+funcao4, 10, 155);

h=((zoom*x+centro_x));
i=((zoom*y+centro_y));
g2d.draw( new Line2D.Double(h, i, h,i));
g2d.draw( new Line2D.Double(h, i, h,i));
if(i1-i<0)
{
    if(((i1-i)*(-1))<130)
    {
        g2d.draw( new Line2D.Double(h1,i1, h,i));
        g2d.draw( new Line2D.Double(h1,i1, h,i));
    }

} else if ((i1-i)<130)
{
    g2d.draw( new Line2D.Double(h1,i1, h,i));
    g2d.draw( new Line2D.Double(h1,i1, h,i));
}
h1=h;
i1=i;
}

////==POSICIONAMENDO DOS PONTOS FUNCAO 3 FIM==

}

//===== FIM FOR IMPRIME PONTOS =====

}

double convertefunção(String fun1,double consx)
{
    int tam;
    String var;

```

```

int pos1,pos2,possinal=1, cont_parc=0, abre_pare=1, con_pare=0;
int perc;
int cont,operador=0,operador2,operador3, operador_aux;
char ch;
float exp;
double x,parc=0,parc2,div,mult,sub,soma,retor=0, retor_aux;
boolean permit=true;

tam=fun1.length();
cont=1;
x=consx;
while(cont<tam)
{
    ch=fun1.charAt(cont);
    if (fun1.charAt(cont)==' ')
    {
        cont++;
    }

//=====operadores =====
    else if (fun1.charAt(cont)=='*')
    {
        operador=1;
        possinal=cont;
        cont++;
    }
    else if (fun1.charAt(cont)=='/')
    {
        operador=2;
        possinal=cont;
        cont++;
    }
    else if (fun1.charAt(cont)=='+')
    {
        operador=3;

```

```

        possinal=cont;
        cont++;
    }
    else if (fun1.charAt(cont)=='-')
    {
        operador=4;
        possinal=cont;
        cont++;
    }
//===== | MODULO | INICIO=====
    else if (fun1.charAt(cont)=='|')
    {
        pos1=cont+1;
        cont++;

        while(fun1.charAt(cont)!='|')
        {
            ch=fun1.charAt(cont);
            if(fun1.charAt(cont)=='(')
            {
                if(abre_pare>1)
                {
                    abre_pare++;
                }
                con_pare++;
            }
            if(fun1.charAt(cont)=='')
            {
                abre_pare--;
            }
            cont++;
        }
    }

```

```
pos2=cont;
cont++;
var = fun1.substring(pos1,pos2);
parc = Math.abs(convertefunção( var, consx));
```

switch (operador)

```
{
    case 0:
    {
        retor=retor+parc;
        break;
    }
    case 1:
    {
        retor=retor*parc;
        break;
    }
    case 2:
    {
        retor=retor/parc;
        break;
    }
    case 3:
    {
        retor=retor+parc;
        break;
    }
    case 4:
    {
        retor=retor-parc;
        break;
    }
}
```

```
//===== | MODULO | FIM=====
//===== ( PARENTESSES ) INICIO=====
    else if (fun1.charAt(cont)=='(')
    {
        pos1=cont+1;
        cont++;
        while(fun1.charAt(cont)!=')')
        {
            cont++;
        }

        pos2=cont;
        cont++;
        operador_aux=operador;
        var = fun1.substring(pos1,pos2);
        parc = convertefunção( var, consx);
        operador=operador_aux;
        switch (operador)
        {
            case 0:
            {
                retor=retor+parc;
                break;
            }
            case 1:
            {
                retor=retor*parc;
                break;
            }
            case 2:
            {
                retor=retor/parc;
                break;
            }
        }
    }
}
```

```

        case 3:
        {
            retor=retor+parc;
            break;
        }
        case 4:
        {
            retor=retor-parc;
            break;
        }
    }
}

//===== INICIO COS(X)=====
else if (fun1.charAt(cont)=='c')
{
    pos1=cont+4;
    cont++;
    while(fun1.charAt(cont)!='')
    {
        cont++;
    }
    pos2=cont;
    cont++;
    operador_aux=operador;

    var = fun1.substring(pos1,pos2);
    parc = Math.cos(convertefunção( var, consx));
    switch (operador)
    {
        case 0:
        {
            retor=retor+parc;
            break;
        }
    }
}

```

```

        case 1:
        {
            retor=retor*parc;
            break;
        }
        case 2:
        {
            retor=retor/parc;
            break;
        }
        case 3:
        {
            retor=retor+parc;
            break;
        }
        case 4:
        {
            retor=retor-parc;
            break;
        }
    }
}

//===== FIM COS(X)=====
//===== INICIO sen(X)=====
else if (fun1.charAt(cont)=='s')
{
    pos1=cont+4;
    cont++;
    while(fun1.charAt(cont)!='')
    {
        cont++;
    }
    pos2=cont;
    cont++;
}

```

```
operador_aux=operador;  
var = fun1.substring(pos1,pos2);  
parc = Math.sin(convertefunção( var, consx));
```

```
switch (operador)
```

```
{  
    case 0:  
    {  
        retor=retor+parc;  
        break;  
    }  
    case 1:  
    {  
        retor=retor*parc;  
        break;  
    }  
    case 2:  
    {  
        retor=retor/parc;  
        break;  
    }  
    case 3:  
    {  
        retor=retor+parc;  
        break;  
    }  
    case 4:  
    {  
        retor=retor-parc;  
        break;  
    }  
}
```

```
//===== FIM SEN(X)=====
```

```
//===== INICIO TAN(X)=====
```

```
else if (fun1.charAt(cont)=='t')
{
    pos1=cont+4;
    cont++;
    while(fun1.charAt(cont)!='')
    {
        cont++;
    }
    pos2=cont;
    cont++;
    operador_aux=operador;
    var = fun1.substring(pos1,pos2);
    parc = Math.tan(convertefunção( var, consx));
switch (operador)
{
    case 0:
    {
        retor=retor+parc;
        break;
    }
    case 1:
    {
        retor=retor*parc;
        break;
    }
    case 2:
    {
        retor=retor/parc;
        break;
    }
    case 3:
    {
        retor=retor+parc;
        break;
    }
}
```

```

    }
    case 4:
    {
        retor=retor-parc;
        break;
    }
}
}

//===== FIM TAN(X)=====
//=====INICIO NAO DIGITO =====
else if (!Character.isDigit((fun1.charAt(cont))))
{
    if(cont<=1 && fun1.charAt(cont)=='x')
    {
        retor=x;
        permit=false;
        cont++;
    }

    if ((fun1.charAt(cont)=='*' || (fun1.charAt(cont)=='/'))
    {
        permit=true;
        operador2=cont;
        if((fun1.charAt(cont)=='*')
        {
            operador3=1;
        }else{
            operador3=2;
        }

        cont++;
        if (!Character.isDigit((fun1.charAt(cont))))
        {
            if(fun1.charAt(cont)=='x')

```

```

    {
        if(parc==0)
        {parc=1;}
        if(operator3==1)
        {
            retor=retor*x;
            cont++;
        }
        else if(operator3 ==2)
        {
            retor=retor/x;
            cont++;
        }
    }
}

else
{
    pos1=cont;
    while(Character.isDigit((fun1.charAt(cont))))
    {
        cont++;
    }
    pos2=cont;
    var = fun1.substring(pos1,pos2);
    exp = Float.parseFloat(var);
    parc2=exp;
    if((fun1.charAt(operator2))=='*')
    {
        parc=parc*parc2;
    }
    if((fun1.charAt(operator2))=='/')
    {
        parc=parc/parc2;
    }
}

```

```
        }  
    }  
}else  
{  
    if(permit)  
    {  
        parc=x;  
        cont++;  
    }  
    permit=true;  
}  
  
switch (operador)  
{  
    case 0:  
    {  
        break;  
    }  
    case 1:  
    {  
        retor=retor*parc;  
        break;  
    }  
    case 2:  
    {  
        retor=retor/parc;  
        break;  
    }  
    case 3:  
    {  
        retor=retor+parc;
```

```

                break;
            }
            case 4:
            {
                retor=retor-parc;
                break;
            }
        }
    }
}

//=====FIM NAO DIGITO =====
//=====INICIO DIGITO =====
    else if (Character.isDigit((fun1.charAt(cont))))
    {
        pos1=cont;
        while(Character.isDigit((fun1.charAt(cont))))
        {
            cont++;
        }
        pos2=cont;
        var = fun1.substring(pos1,pos2);
        exp = Float.parseFloat(var);
        parc=exp;
        if ((fun1.charAt(cont))== '*' || (fun1.charAt(cont))== '/')
        {
            operador2=cont;
            if((fun1.charAt(cont))== '*')
            {
                operador3=1;
            }else{
                operador3=2;
            }
            cont++;
            if (!Character.isDigit((fun1.charAt(cont))))
            {

```

```
        if(fun1.charAt(cont)=='x')
        {
            if(operador3==1)
            {
                parc=parc*x;
                cont++;
            }
            else if(operador3 ==2)
            {
                parc=parc/x;
                cont++;
            }
        }
    }
    else
    {
        pos1=cont;
        while(Character.isDigit((fun1.charAt(cont))))
        {
            cont++;
        }
        pos2=cont;
        var = fun1.substring(pos1,pos2);
        exp = Float.parseFloat(var);
        parc2=exp;
        if((fun1.charAt(operador2))=='*')
        {
            parc=parc*parc2;
        }
        if((fun1.charAt(operador2))=='/')
        {
            parc=parc/parc2;
        }
    }
}
```

```
    }  
    switch (operador)  
    {  
        case 0:  
        {  
            retor=retor+parc;  
            break;  
        }  
        case 1:  
        {  
            retor=retor*parc;  
            break;  
        }  
        case 2:  
        {  
            retor=retor/parc;  
            break;  
        }  
        case 3:  
        {  
            retor=retor+parc;  
            break;  
        }  
        case 4:  
        {  
            retor=retor-parc;  
            break;  
        }  
    }  
}  
return retor;  
}
```

//===== METHODO MAIN=====

```

public static void main(String [] args)
{
    tela1 t= new tela1();
    t.addWindowListener( new WindowAdapter(){
        public void WindowClosing(WindowEvent e)
        {
            System.exit(0);
        }

    });
}
}

public class tela1 extends JFrame {
    private JLabel texto1;
    private JButton graficos;
    private JButton matrizes;
    private JButton analitica;
    boolean exibir=true;
    int dim_tela;
    public tela1()
    {
        super (" SisPEMath - WILTON CESAR ");
        texto1 = new JLabel(" SisPEMath ");
        graficos = new JButton("CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS");
        matrizes = new JButton("MATRIZES");
        analitica = new JButton("GEOMETRICA ANALITICA");
        graficos.addActionListener(
            new ActionListener(){
                public void actionPerformed(ActionEvent e)
                {
                    if(dim_tela==1)
                    {

```

```

        dim_tela=2;
    }else
    {
        dim_tela=1;
    }
    plano p= new plano(null,exibir,dim_tela);
    p.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
}
);
Container c = getContentPane();
    c.setLayout(new FlowLayout());
    c.add(graficos);
    c.add(matrizes);
    c.add(analitica);
    setSize(700,500);
    show();
    dim_tela =1;
}
}

```