

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE**
Campus Campos-Centro

Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica

Ministério
da Educação



CURSO DE TECNOLOGIA EM DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

ESTELA DOS SANTOS PAULINO

THAÍS BARBOSA DE SOUZA

SOFTWARE DE APOIO AO APRENDIZADO DE TRIGONOMETRIA - OPENSAAT: MODELAGEM E PROTOTIPAÇÃO

**Campos dos Goytacazes/RJ
2008**

ESTELA DOS SANTOS PAULINO
THAÍS BARBOSA DE SOUZA

SOFTWARE DE APOIO AO APRENDIZADO DE TRIGONOMETRIA -
OPENSAAT: MODELAGEM E PROTOTIPAÇÃO

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos-Centro, como requisito parcial para conclusão do Curso de Tecnologia em Desenvolvimento de Software.

Orientadora: Prof^a. M. S. c. Silvia Cristina
Freitas Batista

Co-orientador: Prof. M. S. c. Henrique Rego
Monteiro da Hora

Campos dos Goytacazes/RJ
2008

Dados de Catalogação na Publicação (CIP)

P328s Paulino, Estela dos Santos.
 Software de apoio ao aprendizado de trigonometria Opensaat
 : modelagem e prototipação / Estela dos Santos Paulino, Thaís
 Barbosa de Souza. – Campos dos Goytacazes, RJ : [s.n.], 2008.
 77 f.

 Orientadora: Silvia Cristina Freitas Batista.
 Monografia (Tecnologia em Desenvolvimento de Software).
 Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos. Campos
 dos Goytacazes, RJ.
 Bibliografia: f. 47 - 49.

 1. Software educacional. 2. Tecnologia educacional. 3.
 Informática na educação. 4. Trigonometria. I. Souza, Thaís
 Barbosa de. II. Batista, Silvia Cristina Freitas, orient. III. Título.

CDD – 005.3

ESTELA DOS SANTOS PAULINO

THAÍS BARBOSA DE SOUZA

SOFTWARE DE APOIO AO APRENDIZADO DE TRIGONOMETRIA -
OPENSAAT: MODELAGEM E PROTOTIPAÇÃO

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos-Centro, como requisito parcial para conclusão do Curso de Tecnologia em Desenvolvimento de Software.

Aprovada em 10 de Março de 2009.

Banca Avaliadora:

Profª. Silvia Cristina Freitas Batista (Orientadora)

Mestre em Ciências de Engenharia /UENF/RJ

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos-Centro

Prof. Henrique Rego Monteiro da Hora (Co-orientador)

Mestre em Engenharia de Produção /UENF/RJ

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos-Centro

Prof. Breno Fabrício Terra Azevedo

Mestre em Informática /UFES /ES

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos-Centro

Prof. Jonnathan dos Santos Carvalho

Especialista em Desenvolvimento de Software Orientado a Objetos /CEFET Campos /RJ

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos-Centro

AGRADECIMENTOS

A conclusão de um curso de graduação é apenas um passo no desenvolvimento pessoal e criativo. Aumentar a nossa criatividade significa abrir novos caminhos e oportunidades, o que é fundamental para enfrentar os desafios de nosso tempo. Tempo este em que a mudança é uma constante.

Primeiramente, agradecemos a Deus pela vida, pela fé para vencer os obstáculos, pela oportunidade e pelo privilégio que nos foram dados em compartilhar tamanha experiência e, ao frequentar este curso, perceber e atentar para a relevância de temas que não faziam parte, em profundidade, das nossas vidas.

À nossa família, especialmente aos nossos pais, nossos primeiros educadores, pelo estímulo, exemplo, coragem e compreensão em todos os momentos.

À nossa orientadora, professora e amiga, Silvia Cristina por tudo que temos aprendido, na convivência diária, nas discussões e orientação desse trabalho, pela paciência, compreensão e direcionamentos. A ela, nosso carinho, admiração e agradecimento.

Ao professor Henrique, por aceitar a co-orientação desse projeto.

Ao professor Jonnathan, pelo apoio e colaboração, no desenvolvimento deste trabalho monográfico.

Aos amigos, que nos ajudaram de tantas formas diferentes e significativas. A todos eles, o nosso muito obrigada.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos-Centro, pela estrutura oferecida durante o curso, e por ter nos disponibilizado meios para alcançarmos nossas metas na busca do saber.

Gostaríamos de registrar nossos sinceros agradecimentos àqueles que participaram dessa formação. Enfim, a todas as pessoas que acreditaram e contribuíram para conquista e realização deste trabalho.

“Tão importante quanto o que se ensina e se aprende é como se ensina e como se aprende”

César Coll

Dedicamos este trabalho a todos os nossos amigos da faculdade, que com espontaneidade e alegria na troca de informações nos deram força e coragem para chegar até aqui.

RESUMO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) estão presentes em várias áreas da sociedade. Nas instituições de ensino, as TIC ganham força, como ferramenta pedagógica, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem e contribuindo para o retrocesso de índices de reprovação e evasão escolar. Alguns céticos não concordam com a idéia de unir a tecnologia às aulas convencionais, mas é inegável que a informática torna as aulas mais envolventes para alunos e professores, e pode ser um diferencial, desde que utilizada de maneira coerente pelos seus principais atores. No ensino de Matemática, as TIC, de maneira geral, e os *softwares* educacionais, em particular, podem facilitar a compreensão da matéria pelos educandos, uma vez que favorecem a simulação, a visualização e o levantamento de hipóteses, entre outros. O objetivo deste trabalho é modelar e prototipar o OpenSAAT, um *software open source* de apoio ao aprendizado de Trigonometria. Fundamentando o trabalho desenvolvido, é feita uma revisão bibliográfica, na qual se aborda a questão da Informática Educativa no Brasil, descrevendo sua introdução e perspectivas para o futuro da educação, e analisa-se o papel das TIC no processo de ensino e aprendizagem. A seguir, descreve-se, a documentação técnica do OpenSAAT e relata-se o desenvolvimento do protótipo do mesmo, especificando os recursos de Informática utilizados e as funcionalidades implementadas. Finalizando, tecem-se algumas considerações sobre o trabalho desenvolvido, apontando dificuldades encontradas e formas de continuidade do estudo realizado.

Palavras-chave: Software Educativo. Trigonometria. Informática na Educação. Tecnologias de Informação e Comunicação.

ABSTRACT

Information and Communication Technologies (ICT) are present in several society areas. In educational institutions, ICT expand their possibilities and can be used as teaching tools, encouraging the teaching and learning process and contributing to lower rates of disapproval and school dropout. Some skeptical doubt of the union of technology the with the conventional classes, but it is undeniable that the computer makes the lessons more engaging for students and teachers and may be a gap, provided that used in a consistent manner between its principal actors. In the mathematics teaching, the ICT may facilitate the subject understanding by students, through educational software. The objective of this work is the OpenSAAT development, open source software to support the Trigonometry learning. Basing the work, there is a literature review, addressing the issue of Computer Education in Brazil, describing its introduction and perspectives for the future of education, and the role of ICT in the teaching and learning. Below, this work presents the technical documentation of the OpenSAAT and reports the development of the prototype, specifying the resources used and features implemented. Finally, make up some thoughts on the.

Keywords: Educational Software, Trigonometry, Computer Education, Information and Communications Technologies.

LISTA DE SIGLAS

GUI	Graphical User Interface
IDE	Integrated Development Environment
JUDE	Java and UML Developer Environment
JVM	Java Virtual Machine
LGPL	Lesser General Public License
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PLAIN	Plano Nacional de Informática e Automação
PROINFO	Programa Nacional de Informática na Educação
PRONINFE	Programa Nacional de Informática Educativa
RHAE	Recursos Humanos em Áreas Estratégicas
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UML	Unified Modeling Language
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Interface e visão geral do Círculo Trigonométrico.....	22
FIGURA 2 – Ambiente de desenvolvimento Java típico.....	37
FIGURA 3 – Visão geral do protótipo.....	41
FIGURA 4 – Janela de Gráficos.....	42
FIGURA 5 – Janela Trigonométrica (Aba Funções).....	43

LISTA DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1 – Caso de Uso.....	25
DIAGRAMA 2 – Visualizar seno.....	26
DIAGRAMA 3 – Reduzir ao primeiro quadrante.....	27
DIAGRAMA 4 – Adicionar e diminuir ângulo.....	27
DIAGRAMA 5 – Buscar tópico de ajuda.....	28
DIAGRAMA 6 – Salvar arquivo.....	29
DIAGRAMA 7 – Abrir arquivo.....	29
DIAGRAMA 8 – Salvar como imagem.....	29
DIAGRAMA 9 – Salvar como.....	30
DIAGRAMA 10 – Diagrama de Classes.....	30
DIAGRAMA 11 – Calcular função e plotar gráfico.....	31
DIAGRAMA 12 – Adicionar ângulo.....	32
DIAGRAMA 13 – Reduzir ao primeiro quadrante.....	33
DIAGRAMA 14 – Casos de uso implementados no protótipo.....	40

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE DIAGRAMAS	11
INTRODUÇÃO.....	12
1 O PAPEL DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM.....	18
1.1 A Informática na Educação	19
1.2 A Informática e a Matemática	21
2 MODELAGEM DO OPENSAAT.....	23
2.1 Levantamento de requisitos	23
2.2 Diagrama de casos de uso.....	25
2.3 Diagramas de atividades	25
2.4 Diagrama de classes.....	30
2.5 Diagrama de sequência.....	31
3 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO.....	34
3.1 Recursos Tecnológicos	35
3.1.1 Orientação a Objetos	35
3.1.2 Java	36
3.1.3 UML	38
3.2 Ferramentas Utilizadas	38
3.2.1 Eclipse	38
3.2.2 JUDE	39
3.2.3 JGraphpad e JGraph.....	39
3.2.4 JFreechart	39
3.3 Implementando o Protótipo	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXOS	51
ANEXO 1: DESCRIÇÃO DOS CASOS DE USO	52
ANEXO 2: TRIGONOMETRIA.....	67

INTRODUÇÃO

Desde a década de 80, por meio do I e II Seminário Nacional de Informática Educativa, 1981 e 1982, respectivamente, é discutida a integração da informática com o processo de ensino e aprendizagem¹ convencional, o que possibilitaria ao aluno a capacidade de desenvolver o raciocínio lógico, acumular informação e transformá-la em conhecimento, tornando este indivíduo um cidadão crítico (ABRANCHES, 2000).

A interação com a informática é de total relevância para o homem contemporâneo, já que é inegável que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) estão presentes em várias áreas da vida humana. As TIC são definidas como “Tecnologias utilizadas para tratamento, organização e disseminação de informações” (TAKAHASHI, 2000, p. 176).

Segundo Moran (2007), o que faz uma nação progredir é a qualificação dos seus cidadãos. Não estar preparado para utilizar a tecnologia e todos os benefícios que esta pode trazer significa estar isolado em um mundo informatizado, aumentando a dependência em relação aos países desenvolvidos.

O computador pode ser usado como recurso para a melhoria da qualidade de ensino, pois por meio deste é possível abordar diversos assuntos, basta que para isso haja computadores, *softwares*² educacionais, professores que saibam utilizar e ensinar a aplicabilidade desta tecnologia nas disciplinas que lecionam, e alunos interessados em aprender (VALENTE, 1993).

Abranches (2000) afirma que a utilização da informática na educação tradicional pode favorecer o processo de ensino e aprendizagem: i) contribuindo significativamente no trabalho docente, tendo em vista uma melhor qualificação do educando ou o desenvolvimento da autonomia deste na construção de seu conhecimento; ii) colaborando para o retrocesso de índices de repetência e evasão escolar.

¹Optou-se, nesta monografia, por utilizar a expressão “ensino e aprendizagem”, por se tratar de processos distintos. Ensino, segundo Assmann (1996) refere-se à gestão e à supervisão de tarefas docentes, enquanto aprendizagem refere-se ao desenvolvimento de experiências pessoais de conhecimento socialmente validável no convívio humano. Quando se utiliza a expressão “ensino-aprendizagem”, o “-” simula um processo único (ASSMANN, 1996).

²A palavra *software* engloba “programas, procedimentos, regras e qualquer documentação associada pertinente à operação de um sistema computacional” (ABNT, 1996, p.2). Segundo o dicionário Aurélio (FERREIRA, 1999), o plural desta palavra pode ser *softwares* ou *software* (tal como em inglês). Optou-se, nesta monografia, por utilizar a forma flexionada.

Uma das maiores reclamações dos alunos é a forma como a maioria dos profissionais de educação leciona: o ato do professor falar por horas, enquanto o aluno ouve, é entediante para ambas as partes (MORAN, 2004). Nesse sentido, o uso dos recursos da informática pode ser bastante favorável, tornando as aulas mais interessantes e, por conseguinte, mais proveitosas para estudantes e educadores. Como defendido por Valente (1993, p. 5), “[...] o computador passa a ser uma ferramenta educacional, uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino”.

Com relação ao ensino tradicional de Matemática, que muitos consideram uma ciência estagnada no tempo, sem capacidade de renovação, a introdução da informática é vista como estratégia de ensino para tentar superar as dificuldades dos educandos (BASSO et al., 1999).

Baldin (2002) aponta a importância de recursos computacionais nas aulas de Matemática como ferramenta didática e enfatiza:

A tecnologia não substitui o pensamento crítico nem as atividades com lápis e papel, ela deve ser usada como auxiliar no ensino/aprendizagem em atividades adequadas para cada situação, valorizando o conhecimento integrado e o papel do professor. O entendimento de usos diferenciados de recursos de informática no ensino deverá auxiliar o professor na escolha e planejamento de atividades para as suas aulas, trazendo mais confiança e alegria no seu trabalho (BALDIN, 2002, p.36).

Ratificando essa idéia, Moran (2000) afirma que não é necessário trocar as metodologias convencionais pelas tecnologias atuais, mas sim integrá-las, para que juntas, facilitem o processo de ensino e aprendizagem.

Por tudo isso, tornam-se necessárias ferramentas tecnológicas que facilitem as aulas de Matemática, tanto do ponto de vista do aluno, quanto do professor. Assim, propõe-se neste trabalho, a modelagem e prototipação de um *software* educativo para o aprendizado desta disciplina, especificamente direcionado para o estudo da Trigonometria.

A justificativa para a elaboração dessa proposta é a importância do desenvolvimento e disponibilização de *softwares* educativos que possam colaborar com o processo de ensino e aprendizagem de Matemática, em particular de Trigonometria.

O trabalho em questão é parte de um projeto maior, o projeto de pesquisa “Tecnologias de Informação e Comunicação no Processo de Ensino e Aprendizagem de Matemática”. Este projeto é desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos-Centro, com o objetivo principal de incentivar a utilização adequada das TIC em práticas pedagógicas, tendo em vista a melhoria do processo de ensino e aprendizagem de Matemática no Ensino Médio. No âmbito desse projeto são

promovidas ações destinadas à formação de professores e licenciandos em Matemática, assim como, são desenvolvidos e disponibilizados recursos pedagógicos que possam facilitar a utilização das TIC com fins didáticos.

No referido projeto de pesquisa, foi realizada uma avaliação da qualidade³ do *software* Círculo Trigonométrico. Trata-se de um *software* gratuito desenvolvido por Vasco Carrilho e Kasper Jan Mooyman, cuja finalidade principal é a representação gráfica das funções trigonométricas básicas (seno, cosseno, tangente e cotangente). Está disponível em <<http://www.es.cefetcampos.br/softmat/softw/circstrigonometrico.html>> e é totalmente em português (de Portugal).

A versão avaliada foi a 2.0 para Windows, que é a versão atual. A avaliação foi realizada em 2004, por licenciandos e professores de Matemática, utilizando a Metodologia SoftMat (BATISTA, 2004), e indicou como pontos positivos: i) possibilidade de trabalhar com a circunferência trigonométrica e visualizar os gráficos das funções trigonométricas no plano cartesiano; ii) facilidade de aprendizagem e utilização; iii) contribuição para o desenvolvimento do raciocínio lógico e para evitar meras memorizações.

No entanto, a avaliação realizada listou, também, diversos pontos a serem melhorados, já que este *software* não é atualizado desde o ano de 1993. A falta de atualização prejudica sua utilização, uma vez que: i) possui interface gráfica pouco atrativa para os dias atuais, prejudicando a visualização de valores; ii) não contempla as funções trigonométricas secante e cossecante; iii) apresenta alguns problemas de sinais para ângulos no 2º quadrante, como por exemplo, lê-se $\cos \alpha = \cos 180 - \alpha$ quando o correto seria $\cos \alpha = -\cos (180 - \alpha)$ (embora os valores numéricos apresentados na mesma janela apresentem sinais corretos).

Ainda assim, este *software* é, atualmente, utilizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campus Campos-Centro, em aulas de dependências de Matemática, por ser uma ferramenta específica para Trigonometria com características que justificam sua utilização e por ser gratuito.

Por tudo isso, o *software* Círculo Trigonométrico foi tomado como referencial para o desenvolvimento do trabalho proposto. Buscou-se, então, modelar e desenvolver um protótipo que permitisse superar as limitações apresentadas pelo *software* Círculo Trigonométrico, mantendo suas características positivas. Segundo Pressman (1995, p.35), “A prototipação é um processo que capacita o desenvolvedor a criar um modelo do *software* que será implementado”, oferecendo “[...] uma abordagem alternativa que resulta num modelo

³A referida avaliação encontra-se disponível em <<http://www.es.cefetcampos.br/softmat/>>.

executável do *software*, a partir do qual as exigências podem ser refinadas” (PRESSMAN, 1995, p.271).

O objetivo geral deste trabalho monográfico é modelar e desenvolver um protótipo de um *software* educativo, *open source*, de apoio ao aprendizado de Trigonometria, o OpenSAAT. O nome OpenSAAT decorre, então, de sua finalidade (**SAAT** - Software de Apoio ao A**p**rendizado de **T**rigonometria) e do fato de ser um software livre (**Open** source).

Para alcançar esse objetivo geral, alguns objetivos específicos foram delineados:

- promover um estudo aprofundado sobre Informática Educativa e sobre o tema matemático em questão;
- analisar o *software* Círculo Trigonométrico e identificar pontos a serem melhorados;
- elaborar a modelagem do OpenSAAT;
- identificar e estudar as ferramentas e tecnologias de informática mais adequadas para o desenvolvimento do OpenSAAT;
- implementar o protótipo OpenSAAT.

No intuito de explicitar melhor a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho proposto, as ações desenvolvidas foram divididas em quatro etapas, a saber: i) levantamento bibliográfico sobre Informática Educativa, sobre o papel das TIC no processo de ensino e aprendizagem de Matemática e sobre Trigonometria, tema matemático específico deste trabalho; ii) análise do *software* Círculo Trigonométrico e identificação dos tópicos de Trigonometria a serem abordados no OpenSAAT; iii) pesquisa e seleção de ferramentas de informática que melhor se adequassem ao desenvolvimento do *software*; iv) modelagem e implementação do protótipo.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram necessários estudos sobre Informática Educativa, sobre a importância do uso adequado das TIC no processo de ensino e aprendizagem de Matemática e sobre Trigonometria. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica em literaturas especializadas, registro de experiências, artigos, revistas e outras fontes.

Em paralelo ao levantamento bibliográfico, foi realizada uma análise detalhada do *software* Círculo Trigonométrico e, também, dos dados da avaliação de qualidade, mencionada anteriormente. A partir desta análise e de pesquisas em livros de Matemática do Ensino Médio, que abordam Trigonometria, foram identificados os tópicos trigonométricos a

serem oferecidos pelo OpenSAAT: i) visualização gráfica do seno, cosseno, tangente, secante, cossecante, cotangente na circunferência trigonométrica⁴; ii) visualização do gráfico das funções trigonométricas no plano cartesiano; iii) redução de ângulos simétricos ao primeiro quadrante; iv) possibilidade de o usuário adicionar ou diminuir valores pré-determinados ao ângulo corrente.

Visando ao desenvolvimento do protótipo do OpenSAAT, foi realizada uma pesquisa sobre as ferramentas e tecnologias que melhor se adequassem ao objetivo proposto neste trabalho, sendo relacionadas abaixo:

- A linguagem de programação Java, utilizada na implementação do *software*;
- a linguagem UML, uma linguagem de modelagem que permite visualizar o modelo de *software* através de diagramas;
- a ferramenta de modelagem Jude, para a elaboração dos diagramas UML;
- a IDE Eclipse, que é um ambiente de desenvolvimento integrado para projetos que utilizam o Java como linguagem de programação;
- as bibliotecas JGraph e JFreeChart que permitem a criação de gráficos;
- o *framework* JGraphpad Pro, desenvolvido com a biblioteca JGraph, como arcabouço do *software* OpenSAAT, reutilizando o código, com o intuito de facilitar a programação, idéia amplamente defendida na orientação a objetos.

Na análise do OpenSAAT, foram elaborados: i) o levantamento de requisitos do *software*; ii) o diagrama e descrição dos casos de uso (descrição em anexo), que identificam as funcionalidades que devem ser contempladas no mesmo; iii) o diagrama de atividades, que identifica graficamente os passos para execução das funcionalidades discriminadas nos casos de uso; iv) o diagrama de classes, que fornece, de forma gráfica, a estrutura da codificação do *software*, com suas classes, métodos e atributos, para uma melhor compreensão da implementação do *software*; v) e o digrama de sequencias, que mostra quando ocorrem as interações entre os objetos e o *software*.

Na implementação, com o auxílio do Eclipse, foi construído um protótipo, utilizando a linguagem Java, a biblioteca JGraph e a reutilização de código do *framework* JGraphpad Pro, aproveitando as características comuns entre os *softwares* e acrescentando as funcionalidades propostas para o OpenSAAT.

⁴Embora seja comum a expressão “círculo trigonométrico”, trata-se, na verdade, de uma circunferência (LIMA, 1997). Optou-se, neste trabalho, pela expressão “circunferência trigonométrica” por esta ser a mais correta.

Com relação à estrutura, a monografia encontra-se dividida em três capítulos, além desta introdução e das considerações finais, conforme descrito a seguir.

O primeiro capítulo “O Papel das Tecnologias de Informação e Comunicação no Processo de Ensino e Aprendizagem” aborda a questão da informática educativa no Brasil, sua introdução e perspectivas para o futuro da educação. Defende a mudança de paradigma educacional e a interação entre as aulas convencionais e a informática, como meio de preparar um alunado mais consciente, capaz de transformar em conhecimento as informações adquiridas. Elucida o papel do professor nesta mudança, uma vez que este profissional deve considerar as possibilidades oferecidas pelas tecnologias atuais, tendo em vista que estas, se exploradas de forma coerente, podem trazer grandes benefícios. Finalizando, aborda o papel das TIC no processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

O segundo capítulo “Modelagem do OpenSAAT” mostra o início do desenvolvimento do protótipo proposto, apresentando a modelagem do *software*, composta de: i) levantamento de requisitos; ii) identificação dos casos de uso; iii) diagramas de atividades para mostrar graficamente os passos para realizar determinadas funcionalidades; iv) diagrama de classes, que representa, de forma gráfica, a organização do código para a implementação do *software*; v) diagrama de seqüências, mostrando as interações entre os objetos do *software*.

O terceiro capítulo “Implementação do Protótipo” explica a implementação do protótipo, as tecnologias e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento, como os *softwares*, a linguagem de programação e as telas do protótipo, com demonstração das funcionalidades e sua interface gráfica.

Nas considerações finais é retomada, de forma resumida, a temática da monografia, destacando os resultados, as principais dificuldades encontradas na realização deste trabalho e as perspectivas de continuidade do trabalho desenvolvido.

1 O PAPEL DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Conforme exposto na introdução desta monografia, as TIC podem ser recursos favoráveis ao processo de ensino e aprendizagem, desde que utilizadas de maneira coerente pelos principais atores: alunos e professores. A implantação de um novo paradigma educacional é um dos grandes desafios da atualidade (HARGREAVES, 1995 apud VALENTE, 1999), e cabe à informática o papel de “[...] apoiar a realização de uma pedagogia que proporcione a formação dos alunos, possibilitando o desenvolvimento de habilidades que serão fundamentais na sociedade do conhecimento” (VALENTE, 1999, p. 36).

Os recursos da informática podem ser utilizados como ferramentas pedagógicas, auxiliando na educação de maneira geral e, em particular, no ensino de Matemática. As TIC permitem uma motivação a mais nas aulas, uma vez que não é tão produtiva aquela aula em que o professor fala e o aluno apenas escuta (MORAN, 2004). O educando compreende melhor o conteúdo quando lhe é ensinado de maneira interativa em sala de aula, onde existe uma troca contínua de informação. O educador não está ali apenas para passar a informação de determinada disciplina para o aluno e sim, contribuir para sua formação como pessoa.

A motivação é fator fundamental da aprendizagem. Sem motivação não há aprendizagem. Pode ocorrer aprendizagem sem professor, sem livro, sem escola e sem uma porção de outros recursos. Mas mesmo que existam todos esses recursos favoráveis, se não houver motivação não haverá aprendizagem (PILETTI, 1999, p.63).

Para isso se faz necessário que os professores estejam capacitados e motivados a desfrutar das inúmeras possibilidades que as TIC oferecem, utilizando-as para motivar os alunos, mostrando-lhes que é possível aprender não apenas por métodos convencionais. Este é o grande desafio pedagógico, pois o uso das TIC requer uma nova didática. Os educadores precisam reaprender para ensinar (MORAN, 2007).

A mudança de paradigma educacional assusta alguns professores, muitos não estão capacitados ou não vêm com bons olhos a utilização das TIC em suas aulas. Não adianta colocar computadores com *softwares* educacionais em salas de aula e impor a informática como ferramenta pedagógica. Para que a tecnologia faça a diferença e contribua positivamente no processo de ensino e aprendizagem, o educador tem que estar preparado

para integrar o novo ao convencional, o que proporciona maior segurança ao professor ao ministrar as aulas e maior interesse dos alunos.

1.1 A Informática na Educação

No Brasil, a informática na educação surgiu no princípio da década de 70, pela motivação de alguns educadores e suas experiências em universidades, tendo como base o que já se desenvolvia em outros países. Porém, atividades nessa área só foram estabelecidas e implantadas nos anos 80, por meio dos Seminários Nacionais de Informática em Educação (VALENTE, 1997).

Em janeiro de 1983, foi criada, no âmbito da Secretaria Especial de Informática, a Comissão Especial “Informática na Educação”. Em março de 1983, a Secretaria-Executiva da referida Comissão, apresentou o documento Projeto EDUCOM, com uma proposta interdisciplinar voltada para implantação experimental de centros-piloto como infra-estruturas relevantes para o desenvolvimento de pesquisas em Informática na Educação, objetivando a capacitação nacional e coleta de subsídios para uma futura política setorial (MORAES, 1997).

Segundo Moraes (1997), o EDUCOM foi apenas o primeiro de outros projetos relacionados à informática educativa. Este forneceu base e estrutura para os demais projetos. Ainda na década de 80, foi desenvolvido o projeto FORMAR, dedicado à formação dos professores das Secretarias Estaduais de Educação e das Escolas Técnicas Federais, por meio da UNICAMP. Em outubro de 1989, foi criado pelo MEC o Programa Nacional de Informática Educativa – PRONINFE, que teve a aprovação do seu Regimento Interno em março de 1990. O PRONINFE tinha o objetivo de desenvolver a informática educativa no Brasil, através de projetos e atividades apoiados em fundamentação pedagógica sólida, assegurando a unidade política, técnica e científica. Ainda em 1990, o PRONINFE foi integrado ao PLANIN – Plano Nacional de Informática e Automação.

A partir de então, a área de Informática Educativa passou a ter destaque no Programa de Capacitação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (RHAE) do Ministério da Ciência e Tecnologia. Em Abril de 1997, prevendo formar 25 mil professores e atender 6,5 milhões de estudantes foi lançado um projeto que se estende até os dias atuais, o PROINFO (Programa Nacional de Informática na Educação), que tem por objetivo principal introduzir a informática no ensino das escolas públicas (MORAES, 1997).

Para utilizar a tecnologia auxiliando a educação, é preciso uma mudança de paradigma, não substituindo o convencional pela tecnologia, mas complementando o ensino e

aprendizagem. Muitas vezes, a maior dificuldade se encontra neste ponto, grande parte dos profissionais de educação não está bem preparada para utilizar esse grande suporte que a tecnologia oferece.

Segundo Valente (1993), informática na educação, não é ensinar aos alunos a informática e sim se utilizar dela para melhor desenvolver o ensino de disciplinas, como por exemplo, o ensino da Matemática. Para isso, o professor não precisa conhecer a fundo a informática, precisa apenas conhecê-la a ponto de saber utilizá-la como ferramenta de trabalho, neste caso, ferramenta de educar. Além disso, um ponto muito importante é que tal profissional precisa acima de tudo aceitar o uso da informática em seu meio de trabalho, ou seja, em sua sala de aula.

A Informática Educativa encontra uma barreira para ser utilizada. Alguns professores estão acostumados com seus métodos de ensino e não concordam em renová-los (MORAN, 2007). O *software* educativo, sendo bem aproveitado pode se tornar um grande aliado, sendo utilizado como diferencial, como instrumento de motivação tanto para o aluno, quanto para o professor. É característico do ser humano ser atraído por coisas novas (PILETTI, 1999). E sendo essa “coisa” uma ferramenta que irá lhe proporcionar a possibilidade de algo novo e também oportunidade de adquirir conhecimento, ele se sente bem mais atraído. Quando se fala em *software* educativo, é preciso cuidado, pois nem sempre este se enquadra como uma ferramenta pedagógica.

Na verdade, tem-se assistido nos últimos tempos a uma proliferação de produtos lançados no mercado sob rótulo de *software* educativo ou educacional. A quantidade é grande, porém a qualidade, em geral, duvidosa. (SETTE; AGUIAR; SETTE, 1999, p 22, apud BATISTA, 2004, p 05).

Na avaliação de um *software* educativo, características como a interface gráfica e suas funcionalidades como ferramenta pedagógica devem ser analisadas. Para avaliar o *software* é de grande importância observar se o mesmo atende às necessidades da matéria contemplada, além dos seus aspectos técnicos (OLIVEIRA; GOMES; BORGES NETO, 2001).

O computador na educação não tem a função de ensinar e sim possibilitar que o aluno desenvolva sua capacidade intelectual (VALENTE, 1993). Ao introduzir a informática nas salas de aula, é importante ter um grande cuidado metodológico. O professor precisa ter consciência disso. De nada adianta o cuidado em analisar o *software* como educativo, se o professor não o utiliza dessa forma com os educandos. Ao ser apresentado aos alunos, eles têm que ter o entendimento que é algo que vai ajudar no aprendizado, pois muitas pessoas ainda vêem o computador como um simples meio de diversão.

Um *software* para ser utilizado na educação necessita apresentar funcionalidades, uma boa interface gráfica e facilidade em sua utilização, pois será um instrumento para a construção de conhecimentos dos alunos.

1.2 A Informática e a Matemática

Muitos ainda conceituam o processo de ensino e aprendizagem como estático. Onde o professor ensina e o aluno tem que aprender (PILETTI, 1999). Dessa forma, não só o aprendizado da Matemática como qualquer outra disciplina, torna-se difícil e desmotivador. No entanto, a informática auxiliando a educação e em particular, a Matemática, pode facilitar o aprendizado.

A utilização do computador faz uma ligação entre as TIC e o de processo ensino e aprendizagem, e é de total importância, pois proporciona uma atualização pedagógica na forma de ensinar Matemática (SANTOS; VEIGA, 2007). Como defendido por Baldin (2002), a utilização dos recursos tecnológicos na Matemática é motivada por algumas facilidades que estes podem trazer, tais como: capacidade computacional, visualização gráfica, descoberta e confirmação de propriedades, possibilidades de executar experimentos com coleta de dados e modelagem de problemas, especulações, entre outras.

O tipo de material utilizado como método de ensino da Matemática não pode ser considerado uma garantia na aprendizagem pelo simples fato de ser atrativo ou lúdico. Portanto, utilizar-se de jogos, *softwares*, ou outras atividades nas aulas não oferece certeza de aprendizagem, os resultados dependem da forma como estes são utilizados (FIORENTINI ; MIORIM, 1996).

Existem diversos *softwares* e jogos educacionais direcionados para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática, como por exemplo, o *software* Círculo Trigonométrico, um *software* matemático utilizado na integração disciplina/aluno. Este foi tomado como base para a realização deste projeto, o desenvolvimento do protótipo do OpenSAAT.

A possibilidade de trabalhar com a circunferência trigonométrica, visualizar os gráficos das funções no plano cartesiano, facilidade na aprendizagem e na utilização, contribuição para o raciocínio lógico, são fatores positivos desse *software*. Porém, ele apresenta alguns pontos negativos, ou melhor, alguns pontos que poderiam ser melhorados, tais como: i) a interface gráfica não é muito atrativa, o que não motiva muito o usuário; ii) a cor utilizada na visualização dos valores não foi uma boa escolha; iii) possui apenas

funcionalidades básicas e não calcula as funções trigonométricas secante e cossecante; (figura 1); iv) não possui a opção de salvar.

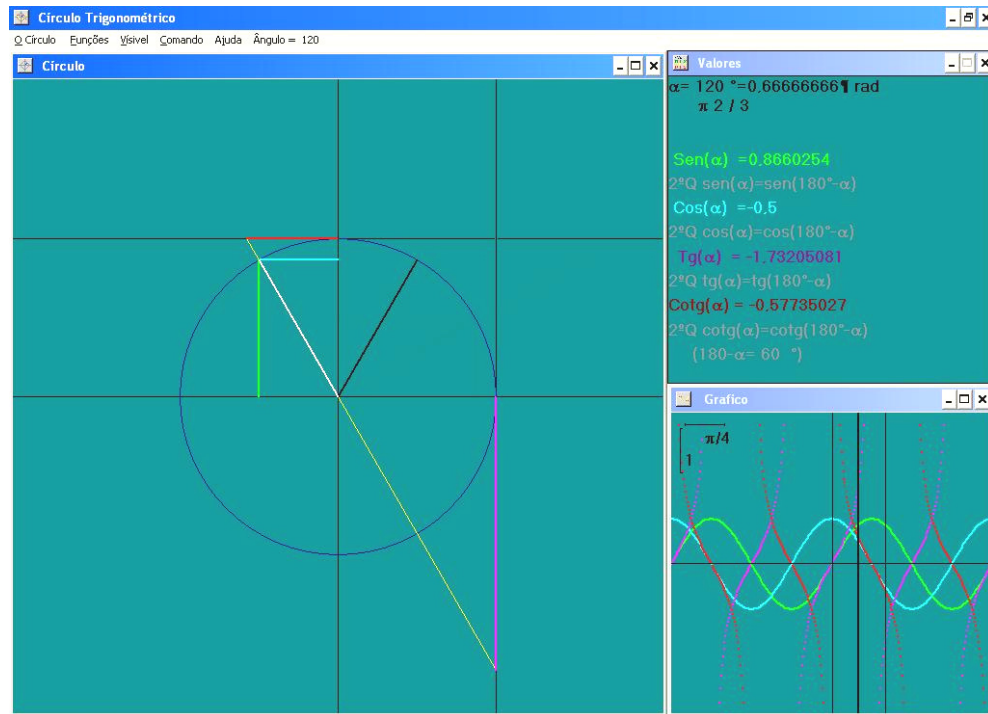


Figura 1: Interface e visão geral do Círculo Trigonométrico

Por tudo isso, no desenvolvimento do protótipo do OpenSAAT objetiva-se manter os pontos positivos e melhorar os negativos do *software* Círculo Trigonométrico. No próximo capítulo, será apresentada a modelagem do OpenSAAT, com o levantamentos de requisitos, os diagramas UML de casos de uso, atividades, classes e sequências.

2 MODELAGEM DO OPENSAAT

A Trigonometria, tema matemático contemplado neste trabalho, se faz presente em inúmeras situações, desde as mais simples, no dia-a-dia, como as mais complexas, nas Ciências e na alta Tecnologia (LIMA et al., 2001). O *software* OpenSAAT tem o intuito de ser uma ferramenta pedagógica de auxílio para a aprendizagem deste tema.

Neste capítulo, apresenta-se a modelagem do OpenSAAT, com o levantamento de requisitos, identificação dos casos de uso, o diagrama de atividades que mostra os passos para a execução de determinadas funcionalidades, o diagrama de classes que mostra, de forma gráfica, a estrutura do código-fonte do *software* e os diagramas de seqüência, que mostra as interações entre as classes, quando estimulada pelo usuário.

O anexo 2 apresenta explicações relacionadas aos tópicos de Trigonometria contemplados no OpenSAAT, visando favorecer o entendimento dos requisitos estabelecidos para o sistema.

2.1 Levantamento de requisitos

O *software* proposto deve atender aos seguintes requisitos:

- Apresentar janelas separadas para a visualização: i) da circunferência trigonométrica (Janela da Circunferência); ii) do gráfico das funções trigonométricas (Janela de Gráficos); iii) dos valores do seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente de ângulos considerados (Janela de Valores);
- mostrar, na circunferência trigonométrica, ângulos da primeira volta no sentido anti-horário e da primeira volta no sentido horário, em graus ou radianos;
- mostrar, para cada ângulo especificado, a representação gráfica do seu seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente na circunferência trigonométrica (simultaneamente ou não) e, ao mesmo tempo, mostrar os valores destes, na Janela de Valores;
- ter a opção de digitar o ângulo desejado em graus ou radianos (ângulos de uma volta), ao solicitar as visualizações, na Janela da Circunferência e na Janela de Valores;
- ter a opção de adicionar ou diminuir 45° , 90° ou 180° ao ângulo corrente em graus (desde que não ultrapasse uma volta positiva ou negativa). Assim como, adicionar

ou diminuir $\frac{\pi}{4}$ rad, $\frac{\pi}{2}$ rad ou π rad ao ângulo corrente em radianos (desde que não ultrapasse uma volta positiva ou negativa);

- possibilitar o trabalho com graus, minutos e segundos, permitindo ao usuário escolher a forma que deseja trabalhar (de forma mais exata, com minutos e segundos, ou aproximada, em graus);
- ao clicar em um determinado ponto da circunferência, mostrar na Janela de Valores, a medida do ângulo correspondente ao mesmo (no sentido anti-horário, na primeira volta), em graus e em radianos. Além disso, mostrar, também na Janela de Valores, o seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente desse ângulo (simultaneamente ou não);
- reduzir, ao primeiro quadrante, arcos do 2º, 3º ou 4º quadrantes. Por exemplo, considerando um ângulo de 120º, o *software* deve associar esse ângulo à 60º e permitir verificar geometricamente, na circunferência trigonométrica, que ambos têm o mesmo seno e cossecante, porém, possuem cossenos, tangentes, cotangentes e secantes opostos. O mesmo deve ser visualizado numericamente, na Janela de Valores. Além disso, deve avisar ao usuário, na Janela de Valores, quando o ângulo já estiver no primeiro quadrante;
- mostrar na Janela Gráfica, os gráficos das funções trigonométricas, simultaneamente ou não;
- mostrar, em radianos, os valores notáveis 0 , $\pi/2$, π , $3\pi/2$ e 2π no gráfico da função, assim como, o correspondente na volta negativa;
- ter opção de salvar um arquivo para futuras modificações;
- ter opção de abrir um arquivo salvo;
- ter opção para copiar dados da janela de Valores;
- ter opção de copiar, salvar e imprimir, como imagem, as representações gráficas da circunferência trigonométrica, os gráficos das funções e os dados da Janela de Valores;
- ter opção para refazer e desfazer modificações, em todas as janelas;
- ter assistente para auxiliar o usuário na realização de tarefas;
- ter opção de ajuda para utilizar o programa e entender conceitos de Trigonometria;
- ter teclas de atalho para auxiliar usuários com necessidades especiais.

2.2 Diagrama de casos de uso

De acordo com o levantamento de requisitos, foram identificados os casos de uso, conforme demonstrado no diagrama 1. A descrição destes encontra-se no anexo 1.

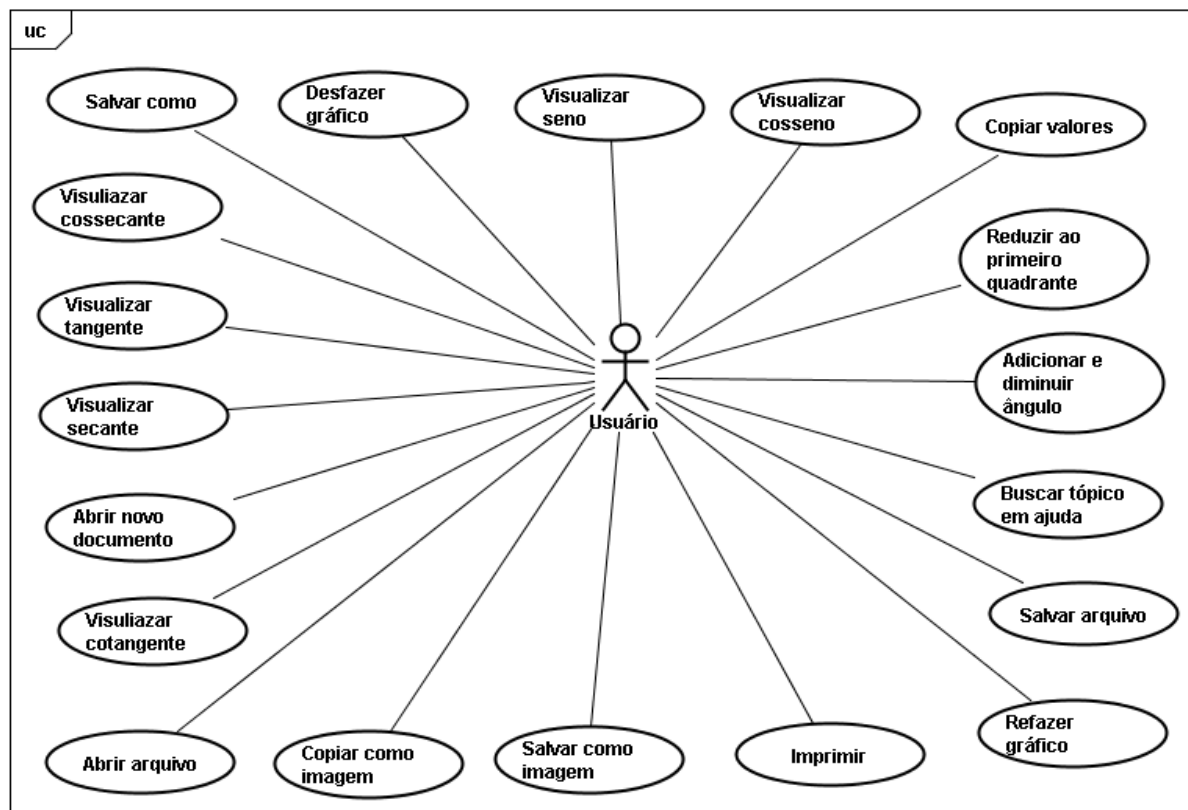


Diagrama 1 – Casos de Uso

2.3 Diagramas de atividades

Os diagramas, a seguir, mostram os passos para execução de determinadas atividades, bem como o fluxo sequencial das ações.

- Visualizar Seno: para visualizar o seno é necessário que o usuário acione a função seno e informe o ângulo, selecionando-o na própria circunferência ou selecionando um ângulo notável pré-definido, ou ainda, informando o ângulo, manualmente, no campo específico. O ângulo pode ser informado em graus ou radianos, não ultrapassando uma volta positiva ou negativa (360° ou 2π , -360° ou -2π , respectivamente), como mostra o diagrama 2. A mesma sequência pode ser aplicada aos casos de uso Visualizar Cosseno, Visualizar Tangente, Visualizar Secante, Visualizar Cossecante e Visualizar Cotangente, acionando no lugar do seno, a função desejada.

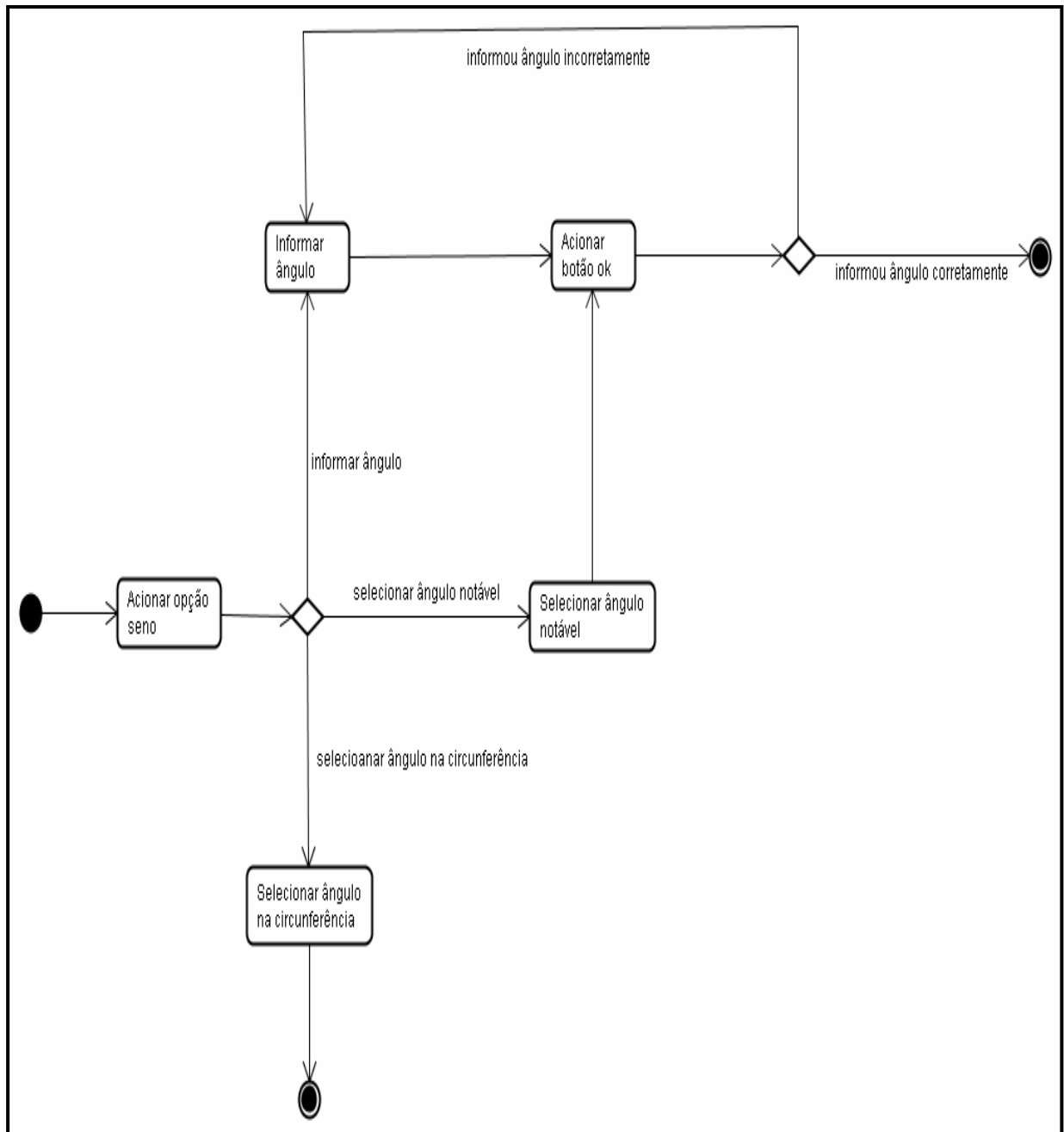


Diagrama 2 - Visualizar seno

- Reduzir ao primeiro quadrante: para reduzir ao primeiro quadrante, o usuário informa ou seleciona o ângulo (na própria circunferência ou um ângulo notável pré-definido) e aciona a opção reduzir ao primeiro quadrante, para a visualização do gráfico (diagrama 3).

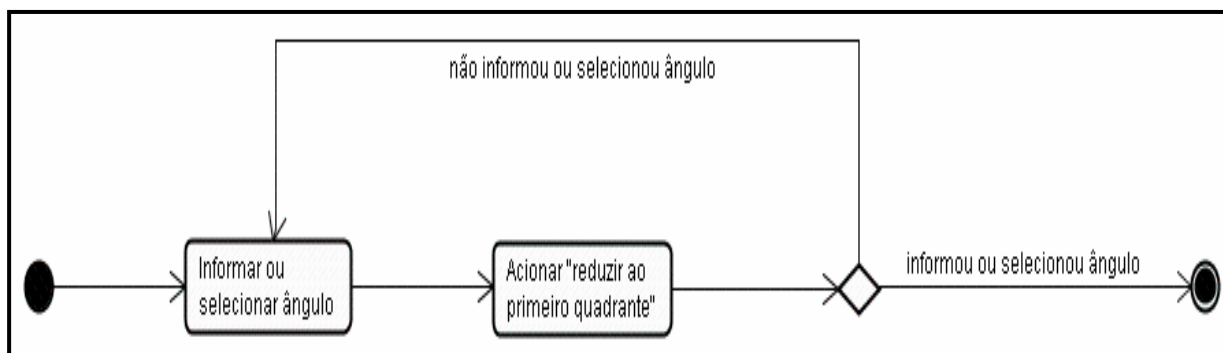


Diagrama 3 - Reduzir ao primeiro quadrante

- Adicionar ou diminuir ângulo: para a adição ou subtração de um ângulo, o usuário seleciona a opção que deseja e seleciona um valor pré-definido, em radianos ou em graus e aciona um botão (representado no diagrama 4, pelo nome genérico “ok”), para atualizar o valor no gráfico, adicionado ou diminuindo o ângulo corrente, de acordo com a opção selecionada pelo usuário.

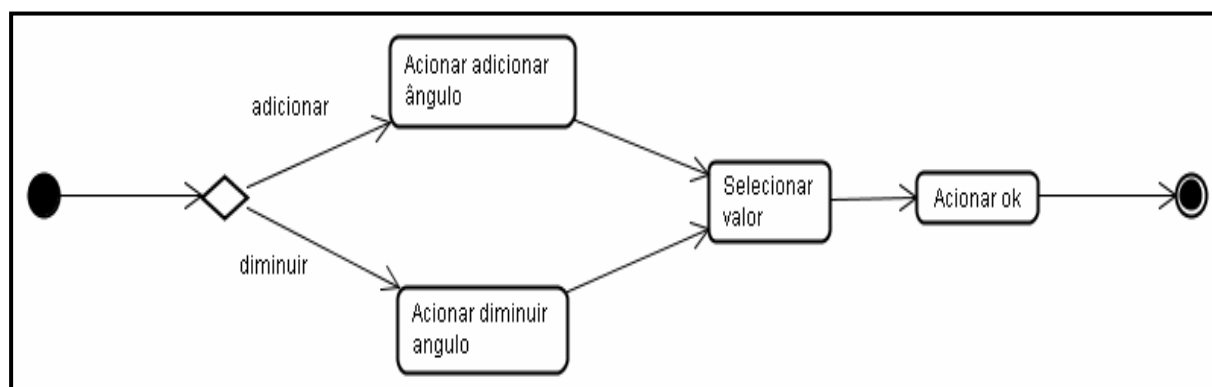


Diagrama 4 - Adicionar e diminuir ângulo

- Buscar tópico de ajuda: para buscar um tópico de ajuda, o usuário aciona a opção ajuda, informa o dado da pesquisa, seleciona o filtro (manual do usuário, trigonometria ou geral) e aciona o botão de busca. Se o usuário encontrou o resultado esperado, este aciona o link do resultado para ter acesso à informação, senão, deve retornar ao segundo passo, informando os dados para a busca, como mostra o diagrama 5.

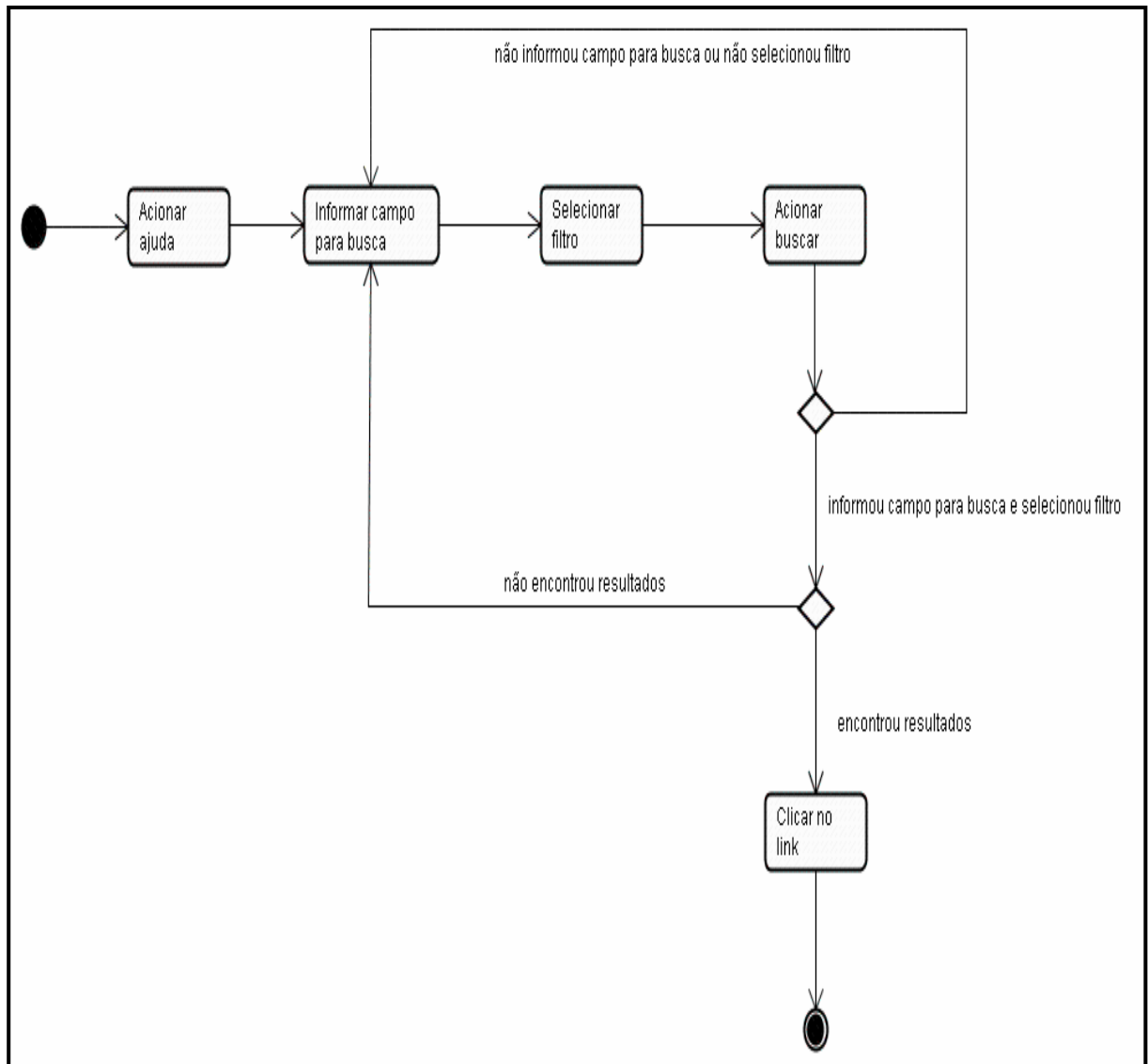


Diagrama 5 - Buscar tópico de ajuda

- Salvar arquivo: para gravar as informações de um arquivo que será utilizado posteriormente, o usuário aciona a opção salvar. Se não é a primeira vez que o arquivo é salvo, as modificações serão salvas automaticamente. Se é a primeira vez que o documento é salvo, se abrirá uma tela para que o usuário selecione o diretório e informe o nome do arquivo. Se o nome estiver correto, ou seja, não duplicado, o documento é salvo no diretório especificado pelo usuário, senão, o usuário deve especificar o diretório e/ou informar o nome correto para o arquivo (diagrama 6).

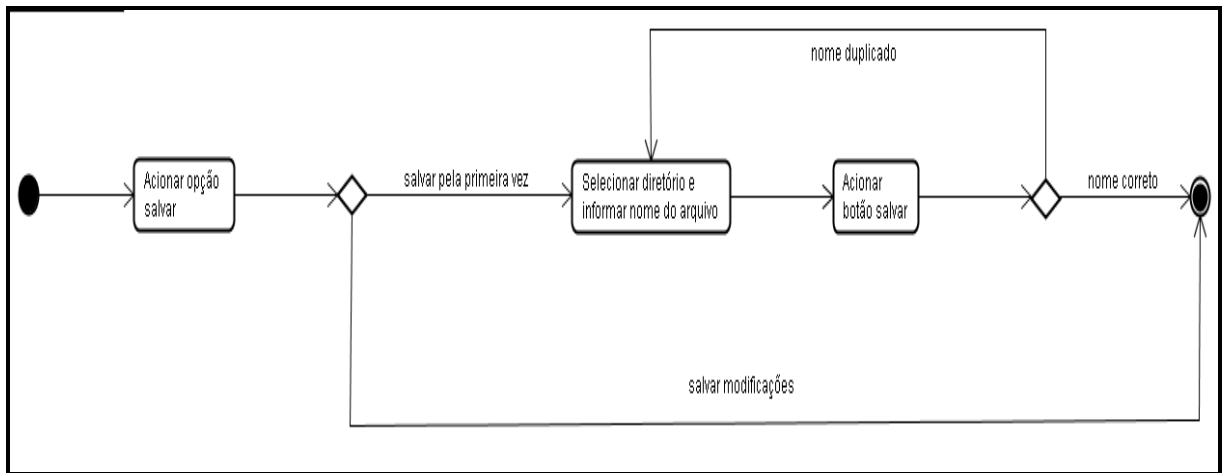


Diagrama 6 - Salvar Arquivo

- Abrir arquivo: para abrir um arquivo, o usuário aciona a opção abrir. Após a exibição da tela para abrir o arquivo, o usuário especifica o diretório e seleciona o arquivo que deve ser visualizado, concluindo acionando o botão abrir (diagrama 7).

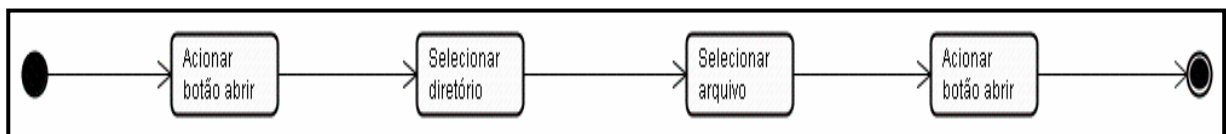


Diagrama 7: Abrir arquivo

- Salvar como imagem: para exportar um gráfico para extensão de imagem, o usuário seleciona a janela que está o gráfico que será convertido e aciona a opção salvar como imagem. Abre uma tela para que o usuário selecione o diretório e informe o nome do arquivo. Se o nome está correto, ou seja, não duplicado, o gráfico é salvo com extensão de imagem no diretório especificado pelo usuário, senão, o usuário deve especificar o diretório e/ou informar o nome correto para o arquivo, como mostra o diagrama 8.

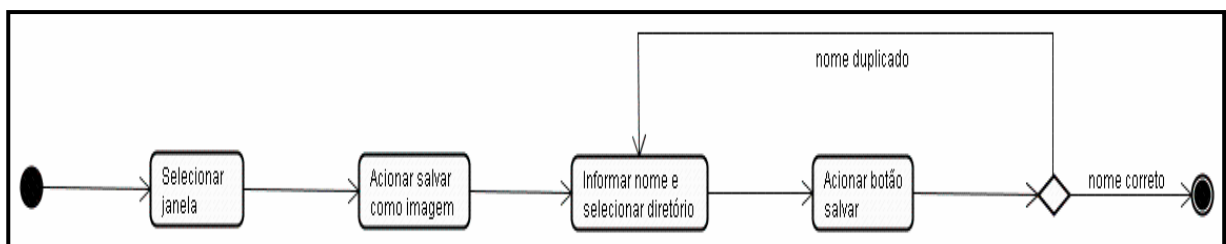


Diagrama 8 - Salvar como imagem

- **Salvar Como:** para gravar as informações de um arquivo que será utilizado posteriormente em outro diretório ou com nome diferente do especificado anteriormente, o usuário aciona a opção salvar como. Uma tela se abrirá para que o usuário selecione o diretório e informe o nome do arquivo. Se o nome está correto, ou seja, não duplicado, o documento é salvo no diretório especificado pelo usuário, senão, o usuário deve especificar o diretório e/ou informar o nome correto para o arquivo (diagrama 9).

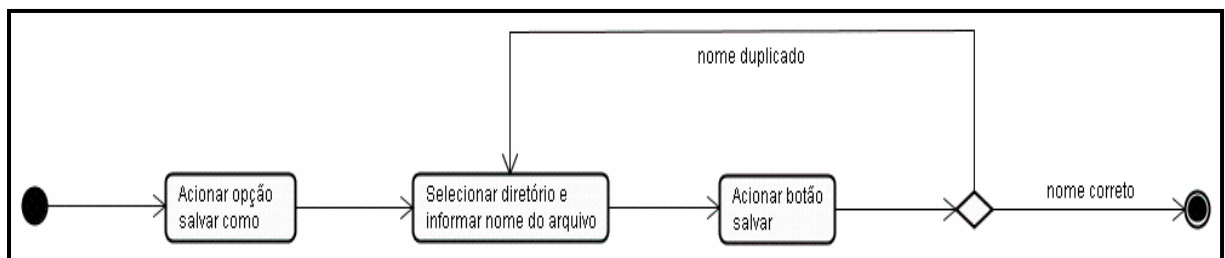


Diagrama 9 – Salvar como

2.4 Diagrama de classes

O diagrama 10 demonstra, graficamente, a estrutura das classes do domínio do *software* proposto, com suas associações.

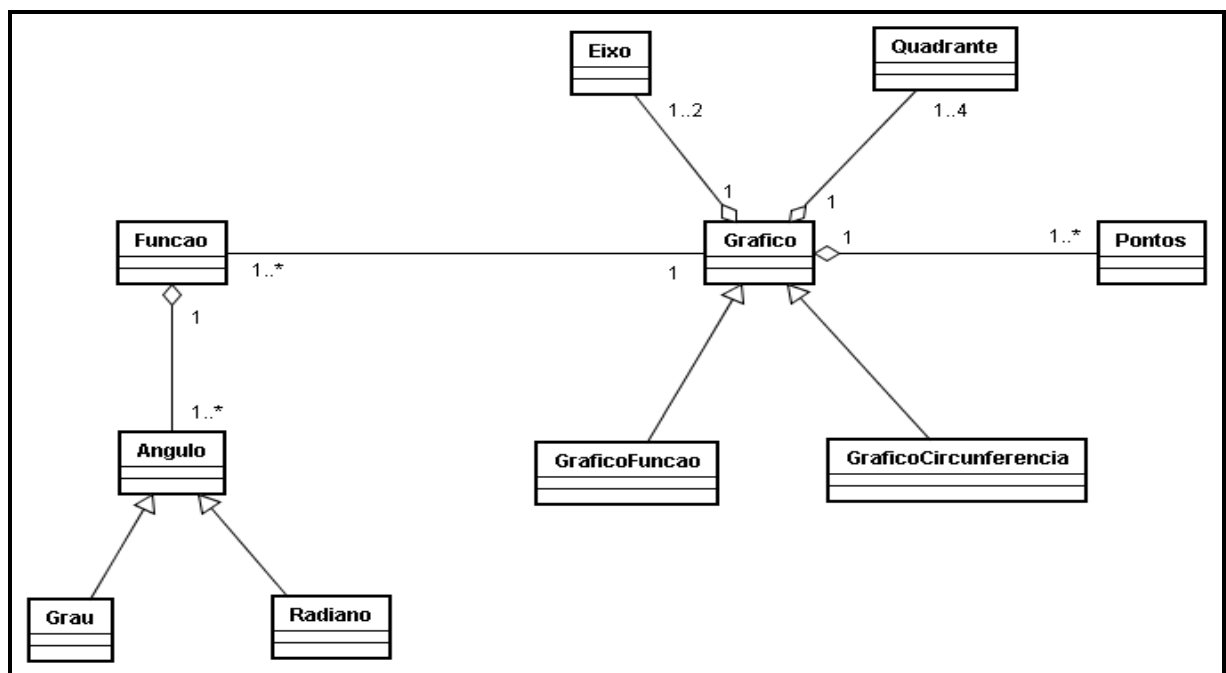


Diagrama 10 – Diagrama de Classes

A classe Função agrega a classe Ângulo, que é a classe genérica de Grau e Radiano. Grau e Radiano por serem classes filhas, herdam todas as características e comportamentos de Ângulo.

A classe Função é associada a Gráfico, que agrega as classes Eixo, Quadrante e Pontos. Gráfico é a classe base de GráficoFunção e GráficoCircunferência, que herdam os métodos e atributos de Gráfico.

2.5 Diagrama de Seqüência

Os diagramas de seqüência demonstram como o *software* interage internamente ao estímulo do ator, em um cenário específico.

- Usuário informa ângulo através da GUI. GUI solicita que classe Função adicione o ângulo informado pelo usuário ao ângulo corrente. Função solicita a Gráfico a atualização da visualização gráfica, que repassa a mensagem para GráficoCircunferência. GráficoCircunferência retorna o gráfico da circunferência atualizado (diagrama 11). A mesma seqüência pode ser definida para Diminuir ângulo.

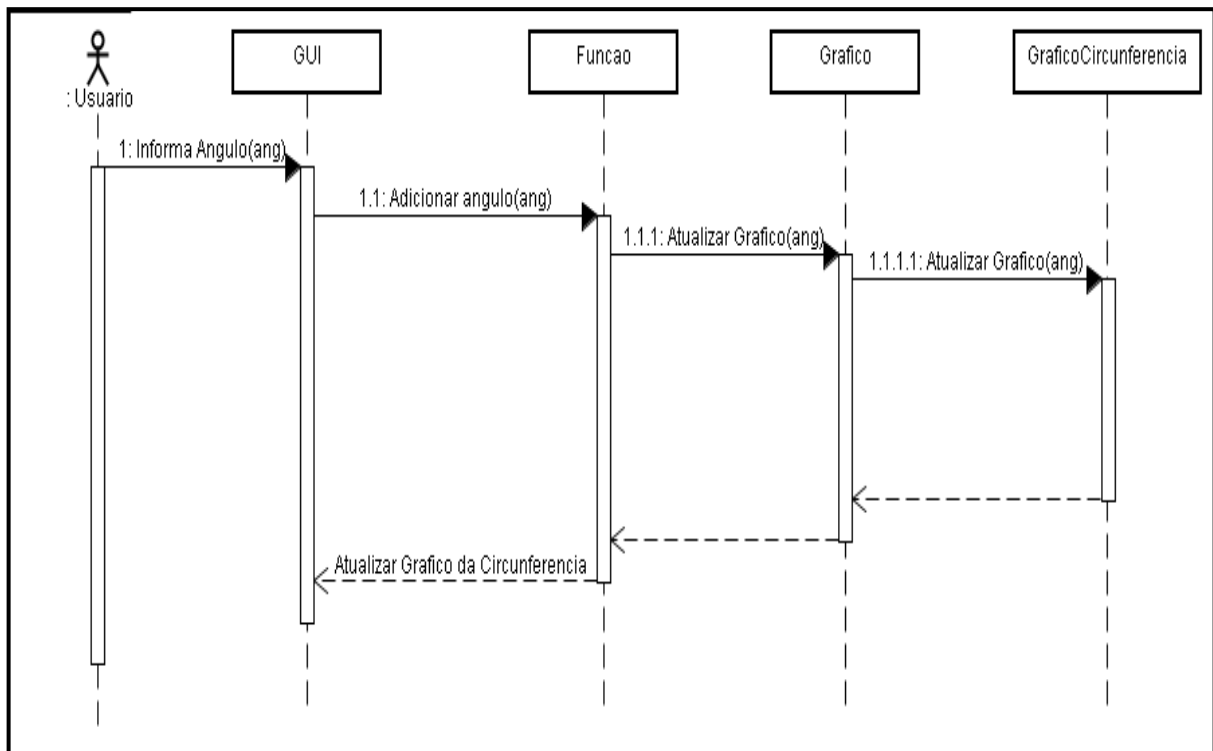


Diagrama 11 – Adicionar ângulo

- Usuário informa ângulo e solicita a redução ao primeiro quadrante através da GUI. GUI solicita que classe Função faça a redução. Função solicita a GráficoCircunferência o ângulo corrente. GráficoCircunferência retorna o ângulo corrente para a classe Função. Função solicita ao Gráfico a redução do quadrante, passando como parâmetro o ângulo. Gráfico solicita a GráficoCircunferência a atualização do gráfico que retorna o gráfico da circunferência atualizado (diagrama 12).

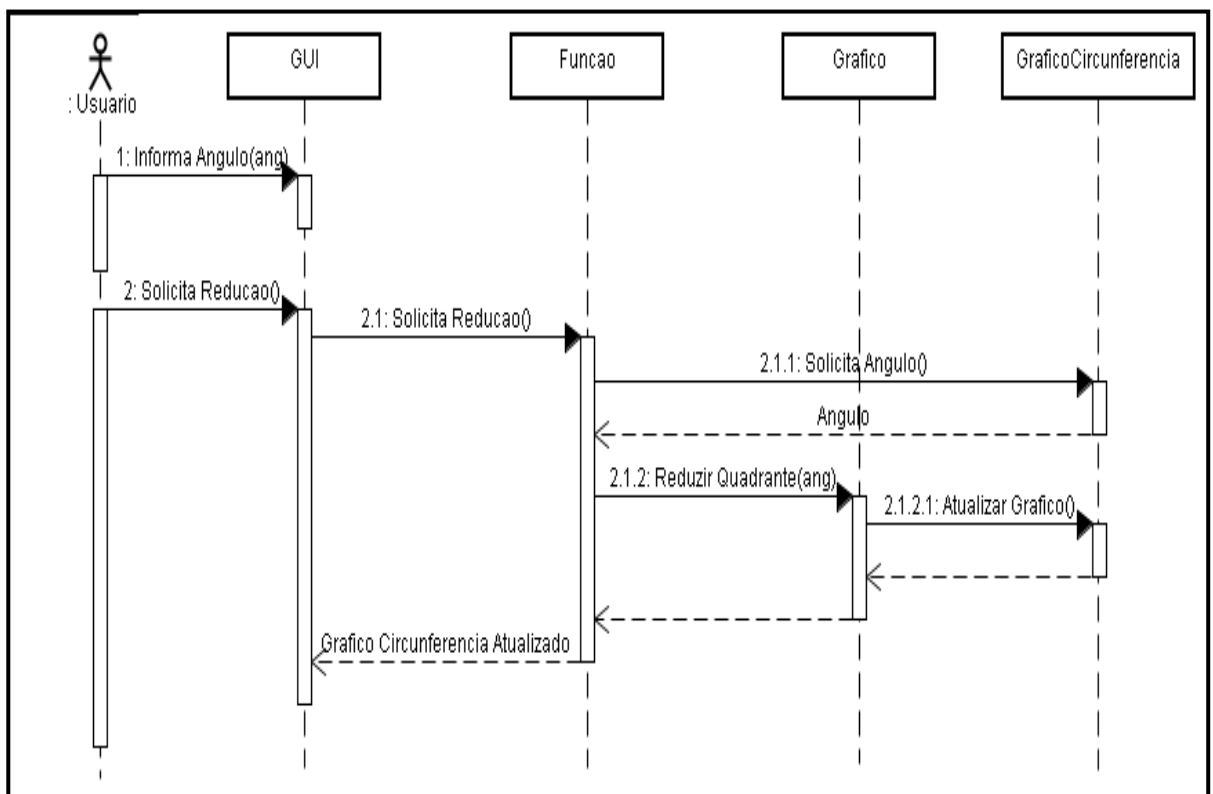


Diagrama 12 – Reduzir ao primeiro quadrante

- O usuário informa o ângulo e função que deseja visualizar, através da GUI. GUI solicita cálculo a Função, passando como parâmetros ângulo e função. Função solicita a classe Gráfico a visualização da representação gráfica. Gráfico solicita a criação do Gráfico da Circunferência, passando como parâmetros o sentido e a função para GráficoCircunferência. Gráfico solicita a criação do Gráfico da Função, passando como parâmetros escala e a função para GráficoFunção. GráficoCircunferência e GráficoFunção retornam para a classe Gráfico o gráfico da circunferência e o gráfico da função, respectivamente. Gráfico retorna o gráfico da circunferência e da função para a GUI (diagrama 13).

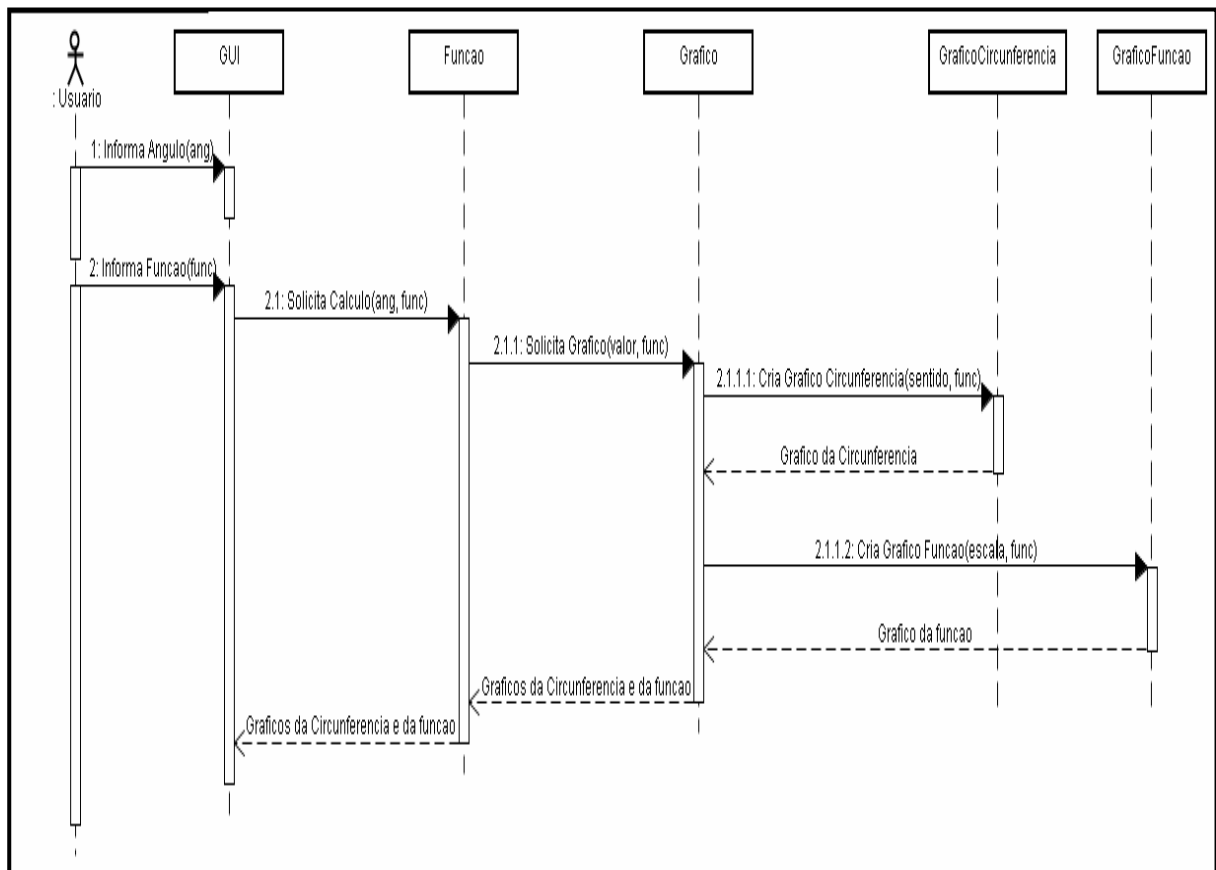


Diagrama 13 – Calcular função e plotar gráfico

3 IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

A idéia do OpenSAAT surgiu da necessidade de auxiliar professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem de Trigonometria, com a possibilidade de ajudar a comunidade de *software livre*, mantendo o código-fonte do OpenSAAT aberto.

Para que um *software* seja considerado livre, ele deve se enquadrar nas quatro liberdades defendidas pela Free Software Foundation (2003): i) liberdade de executar o *software*, independente da finalidade (liberdade nº. 0); ii) liberdade de analisar o funcionamento do *software* e adaptá-lo para que atenda suas necessidades (liberdade nº. 1); iii) liberdade para redistribuir cópias, de modo a beneficiar outras pessoas (liberdade nº. 2); iv) liberdade de fazer melhorias no *software* e poder compartilhar com a comunidade, beneficiando a todos (liberdade nº. 3).

Um *software* para ser considerado livre não precisa necessariamente ser gratuito. Ele deve atender às quatro liberdades, com a disponibilização de seu código-fonte, porém a distribuição (não confundir com permissão) do *software* pode ser de graça, ou pode ser utilizada para fins comerciais, mediante uma taxa. Não é necessário pedir permissão ou pagar para modificar o código-fonte de um *software* livre (FREE SOFTWARE FOUNDATION, 2003).

Para implementar o OpenSAAT, optou-se por fazer uso de um *framework*, devido as vantagens que este apresenta, como por exemplo, a redução de tempo de projeto. Com o reuso de códigos, os desenvolvedores se dedicam em acrescentar valores, em vez de “reinventar a roda”. Utilizar um *framework* permite, ainda, ter acesso aos conhecimentos de especialistas, por se tratar de um *software* livre. Entende-se por *frameworks*:

[...] estruturas de *softwares*, esqueletos de sistemas pré-construídos que visam auxiliar o desenvolvedor de sistemas a diminuir o retrabalho e aumentar o reuso de componentes utilizados a orientação a objetos, facilitando assim o desenvolvimento. (MINETO; MASETO, 2007, p.9)

Para a construção do protótipo do OpenSAAT foram utilizados: a orientação a objetos, Java, e UML, como tecnologias, e, Eclipse, JUDE, JFreechart, JGrapdpad e JGraph, como ferramentas. Estas serão detalhadas a seguir.

3.1 Recursos Tecnológicos

3.1.1 Orientação a Objetos

A orientação a objetos surgiu da necessidade de abordar a modelagem de sistemas como um processo natural. Alan Kay, um dos criadores da orientação a objetos, idealizou como seria interagir agentes autônomos em um sistema de *software*, permitindo que estes se comunicassem através de envio mensagens, para a realização de um objetivo comum (BEZERRA, 2002; DEITEL H.; DEITEL P., 2005). Para isto, Kay utilizou algumas notações que integram a orientação a objetos: i) qualquer coisa, animado ou inanimado, é um objeto, também conhecido como instância; ii) um objeto interage, através do envio de mensagens, com um ou mais objetos para a realização atividades específicas; iii) um objeto pertence a uma determinada classe, que engloba outros objetos com a mesmo propósito; iv) uma classe é um repositório de características e comportamentos associadas aos objetos que a compõe; v) as classes são organizadas hierarquicamente (BEZERRA, 2002; DEITEL H.; DEITEL P., 2005).

A orientação a objetos pode ser definida como “[...] uma forma natural de pensar o mundo e de escrever programas de computador” (DEITEL H.; DEITEL P., 2005, p. 20).

Uma classe pode se relacionar com outras classes. Estes relacionamentos são chamados de Associações. Além disso, as classes possuem características e comportamentos denominados atributos e métodos, respectivamente, onde atributos são os dados do objeto e métodos são as funções que estes objetos devem executar. Para que os objetos realizem alguma tarefa, estes devem ser estimulados. Na orientação a objetos, o estímulo que objetos recebem é chamado de mensagem. Os objetos trocam mensagens uns com os outros para a realização de uma operação no sistema que estão inseridos (BEZERRA, 2002; DEITEL H.; DEITEL P., 2005).

A orientação a objetos possui três princípios importantes: i) o encapsulamento permite restrição de acesso às operações realizadas por um objeto, onde objeto requisitante envia uma mensagem ao objeto requisitado para realizar determinada tarefa, através de um objeto (interface), que conhece todas as assinaturas de métodos do objeto requisitado, não havendo a necessidade do objeto requisitante saber como as operações são realizadas pelo objeto requisitado; ii) o polimorfismo permite que implementações diversas sejam abstraídas em uma interface, onde um objeto envia para objetos semelhantes a mesma mensagem que será executada de diferentes formas; iii) a herança permite que classes semelhantes sejam

agrupadas por hierarquia, onde a classe filha herda os atributos e métodos da classe mãe (BEZERRA, 2002).

Bezerra (2002) afirma que todos os princípios apresentados são aplicados a um único princípio básico, o Princípio da Abstração.

Uma abstração é qualquer modelo que inclui os aspectos mais importantes, essenciais de alguma coisa, ao mesmo tempo em que ignora detalhes menos importantes. Abstrações permitem gerenciar a complexidade e concentrar a atenção nas características essenciais de um objeto. Note que uma abstração é dependente da perspectiva: o que é importante em um contexto pode não ser importante em outro (BEZERRA, 2002, p.8).

3.1.2 Java

A linguagem de programação Java foi criada por um grupo de engenheiros da Sun Microsystems, liderados por James Gosling, Patrick Naughton e Sun Fellow, com o propósito de ser extremamente simples e gerar código bem limitado em tamanho. Java foi baseada na linguagem C++ e foi formalmente anunciado em uma conferência em maio de 1995 e hoje é utilizada para desenvolver grandes aplicativos corporativos e diversos outros propósitos (DEITEL H.; DEITEL P., 2005).

A Máquina Virtual Java (JVM - *Java Virtual Machine*) executa os programas em Java e o compilador Java (javac) traduz um programa com extensão .java para *bytecodes* (instruções intermediárias entre o código-fonte e o produto final). Estando tudo correto, o programa compila e, então, o compilador produz um arquivo com extensão .class, que é o arquivo que contém os *bytecodes* que são executados pela JVM (DEITEL H.; DEITEL P., 2005), como mostrado na figura 2:

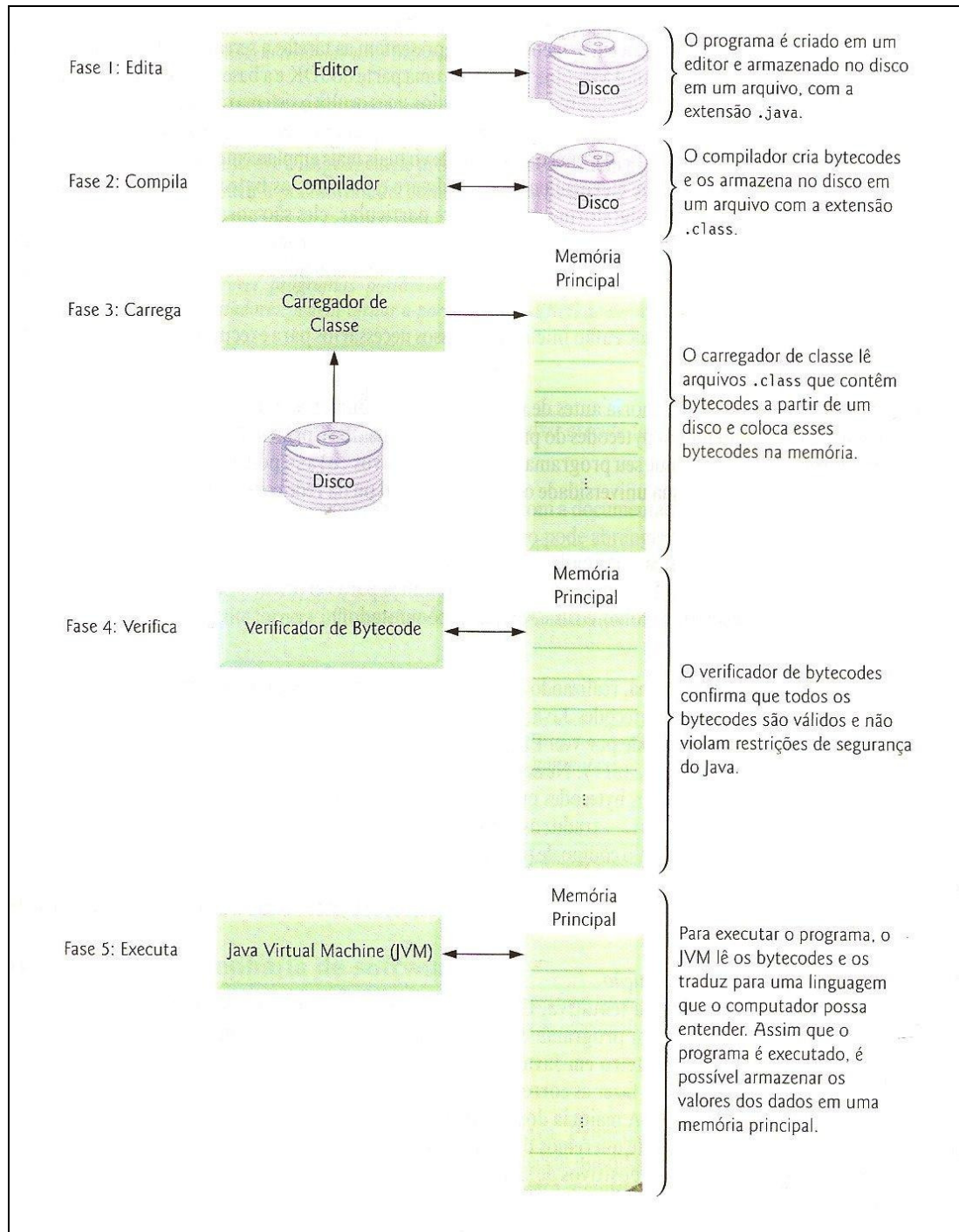


Figura 2 – Ambiente de desenvolvimento Java típico (DEITEL H.; DEITEL P., 2005, p. 9)

A linguagem Java foi escolhida para a implementação do protótipo do OpenSAAT por ser uma linguagem orientada a objetos com grande apoio para técnicas de engenharia de *software* adequadas.

3.1.3 UML

A UML (*Unified Modeling Language*) surgiu da necessidade de uma linguagem de modelagem comum para sistemas orientados a objetos (DEITEL H.; DEITEL P., 2005). É composta de várias notações preexistentes, com algumas modificações em seus elementos, para torná-la uma linguagem robusta (BEZERRA, 2002).

A UML teve como principais colaboradores Grady Booch, James Rumbaugh e Ivan Jacobson e, atualmente, tem grande aceitação pelos desenvolvedores de sistemas orientados a objetos. Por ser uma linguagem gráfica, cada elemento possui uma sintaxe e uma semântica, que define o seu significado e sua funcionalidade (BEZERRA, 2002).

A UML possui diversos diagramas de modelagem. Conforme mencionado anteriormente, foram abordados, neste trabalho monográfico, os seguintes diagramas: i) o diagrama de casos de uso, que é uma representação das funcionalidades e dos elementos (atores) que interagem com o sistema, sem a preocupação de observar o comportamento interior do sistema (diagrama 1); ii) diagrama de atividades, que representa os estados de uma determinada atividade, através dos seus fluxos de controle (diagramas 2-9); iii) o diagrama de classes que descreve a estrutura de classes de um sistema orientado a objetos, desde a análise até a especificação (diagrama 10); iv) o diagrama de sequências que mostra como o sistema reage internamente, através do estímulo do ator, para a realização de determinada funcionalidade, focando no envio de mensagens através do decorrer do tempo (diagramas 11-13) (LARMAN, 2007).

3.2 Ferramentas Utilizadas

3.2.1 Eclipse

O IDE⁵ Eclipse, um ambiente integrado *open source* para implementação de *software*, foi originalmente lançado em novembro de 2001, pela IBM e no ano de 2004 passou a ser administrada pela *Eclipse Foundation*. Esta fundação, sem fins lucrativos, tem o propósito de contribuir para um ambiente de projetos de código aberto (ECLIPSE FOUNDATION, 2004).

A plataforma do Eclipse possui orientação ao desenvolvimento baseado em plug-ins que procuram atender as diferentes necessidades dos desenvolvedores, além de ser projetada

⁵ IDE é um ambiente de desenvolvimento integrado, do inglês, *integrated development environments*., que suporta o desenvolvimento de sistemas de *software*, incluindo diversas ferramentas, como editores de programas e depuradores que detectam erros de lógica (DEITEL H.; DEITEL P., 2005).

para ambientes de desenvolvimento integrado como sistemas Web e *softwares* Desktop desenvolvidos em Java (ECLIPSE FOUNDATION, 2004).

3.2.2 JUDE

A ferramenta JUDE (*Java and UML Developer Environment*) é uma IDE para a modelagem de sistemas, utilizando a linguagem UML. Esta ferramenta permite a elaboração de oito diagramas UML de forma rápida e intuitiva. Possui duas versões: *Professional*, que é gratuita para testar por 20 dias e *Community* que é gratuita para a comunidade de usuários desta robusta ferramenta. Com JUDE é possível exportar os diagramas gerados em diversas extensões, como Java, HTML e com formato de imagem (CHANGE VISION, 2006).

3.2.3 JGraphpad e JGraph

O *framework* JGraphpad é desenvolvido com a biblioteca gráfica JGraph, baseada na teoria matemática das redes e na teoria dos grafos. Trata-se de uma biblioteca livre, escrita em Java, que pode ser executada em qualquer sistema de apoio Java (BENSON, 2009).

O JGraphpad serviu de arcabouço para o OpenSAAT, com o intuito de diminuir a complexidade de implementação deste por meio da reutilização do código do *framework*.

3.2.4 JFreechart

A biblioteca JFreechart, atualmente utilizada por muitos desenvolvedores, foi fundada em fevereiro de 2000, por David Gilbert. É uma biblioteca livre, distribuída pela sob licença LGPL⁶, totalmente desenvolvida em Java, com uma consistente e bem documentada API (Interface de Programação de Aplicativos, do inglês *Application Programming Interface*), auxiliando na construção de gráficos (GILBERT; MORGNER, 2004).

Esta biblioteca foi de extrema importância para a implementação dos gráficos de funções trigonométricas do OpenSAAT.

⁶ A LGPL (Lesser General Public License) é uma licença de autoria de Richard Stallman e “[...] foi criada visando o uso de bibliotecas em outros sistemas. Neste caso, se um *software* fizer uso de uma biblioteca que possua uma licença LGPL, e estiver apenas fazendo uso de suas funções externamente e não usando seu código dentro do *software*, então este *software* não precisa ser LGPL.” (CHRISTOPH, 2004).

3.3 Implementando o Protótipo

O conceito de protótipo, como exposto na introdução, é um esboço da parte do *software* que será implementado. A prototipagem auxilia no entendimento dos requisitos do *software*, facilitando a participação do usuário no processo de validação, sendo corrigido ou refinado até que atenda as necessidades do usuário. Após a aceitação, o protótipo pode ser descartado ou utilizado como a primeira versão do *software* (BEZERRA, 2002; PRESSMAN, 1995).

No protótipo do OpenSAAT, foram implementadas algumas funcionalidades básicas como pode ser observado no diagrama 14. A descrição dos casos de uso estão no anexo 1.

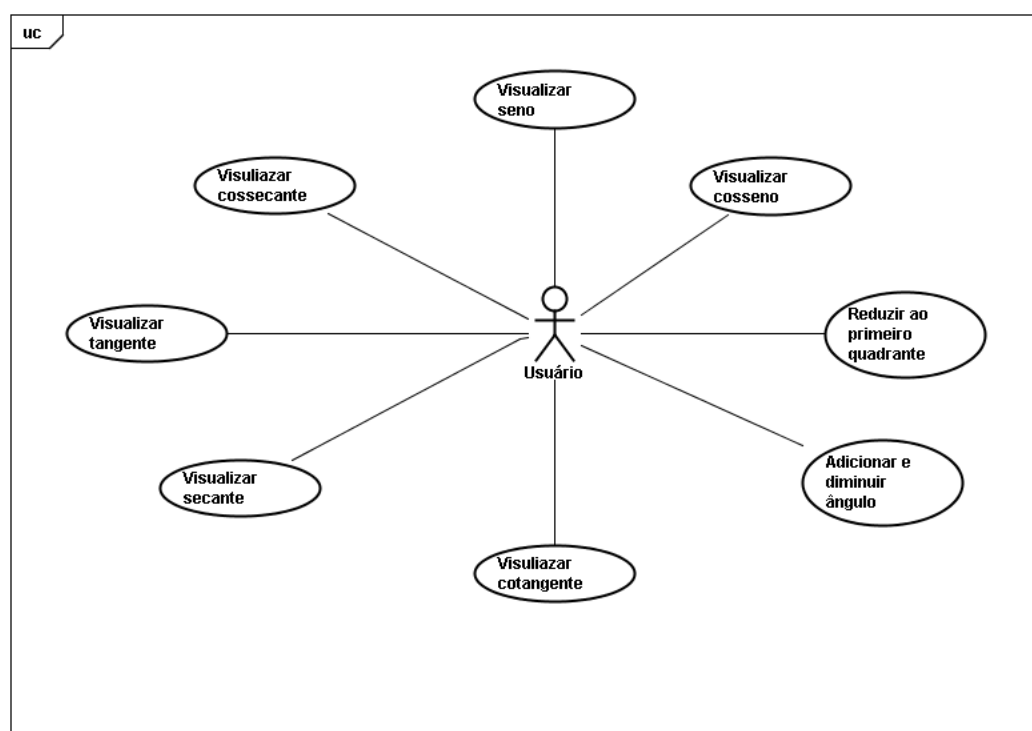


Diagrama 14 – Casos de uso implementados no protótipo

Após identificados os casos de uso que irão compor o protótipo, foi necessária uma grande busca pelo *framework* que melhor se adaptasse ao objetivo do projeto. O JGraphpad foi o que melhor se adaptou às necessidades do OpenSAAT.

Depois de importar o código-fonte do *framework*, foram detectados erros, principalmente da importação das *packages*, erros estes que impediam de executar o *framework*. Após análise, tais erros foram corrigidos. Importaram-se as bibliotecas pertencentes ao JGraphpad e, assim, o *framework* foi executado através do seu código-fonte.

Realizou-se, então, uma longa análise das funcionalidades de cada classe e subclasse do JGraphpad. O primeiro passo foi alterar a interface gráfica, dentre as alterações: acrescentar duas janelas internas, acrescentar o ícone do projeto e criar a janela trigonométrica, como mostra a figura 3.

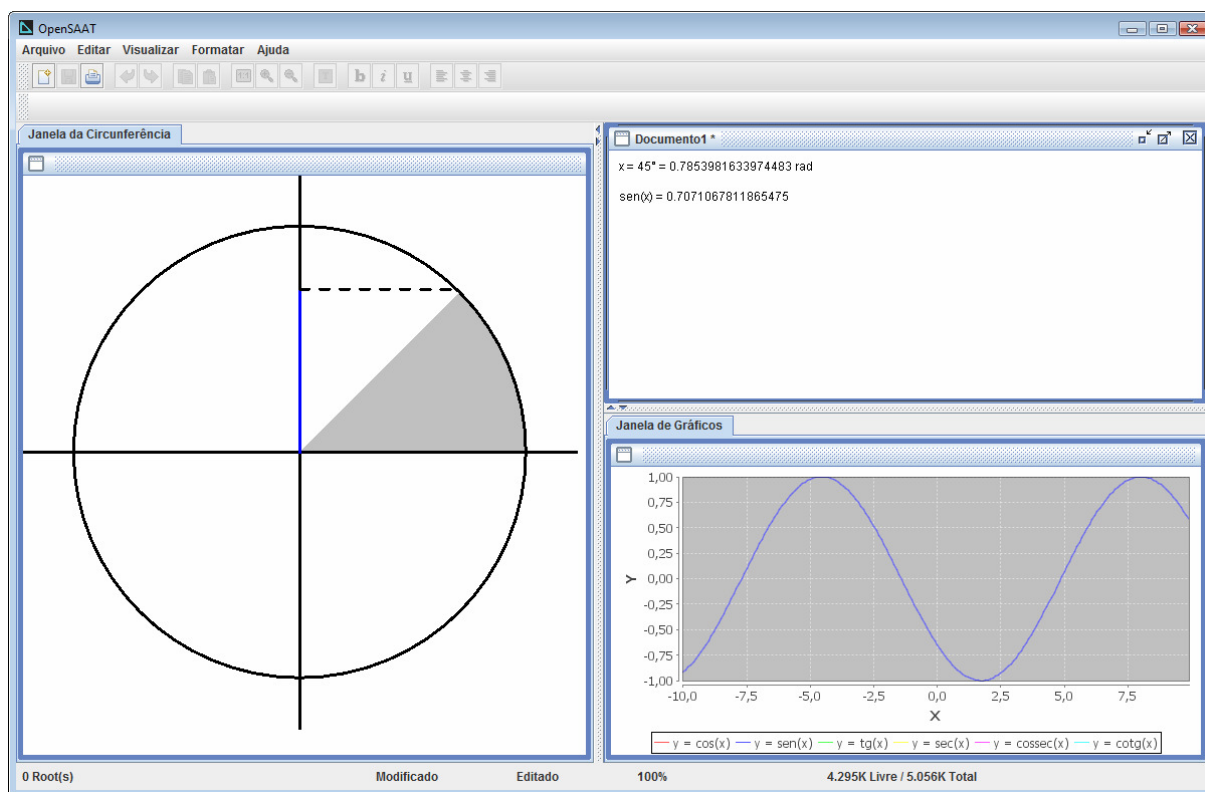


Figura 3 – Visão geral do protótipo

O protótipo é composto por três janelas internas, cada uma responsável por um tipo de visualização, e uma janela trigonométrica que é responsável por receber a ação do usuário:

- Janela da Circunferência – Mostra o seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente, individualmente ou simultaneamente, do ângulo informado pelo usuário;
- Janela de Gráficos – Mostra os gráficos das funções que o usuário selecionar na Janela Trigonômétrica, permitindo que os gráficos das funções sejam mostrados simultaneamente, ou não (figura 4). O gráfico da função é melhor visualizado individualmente.

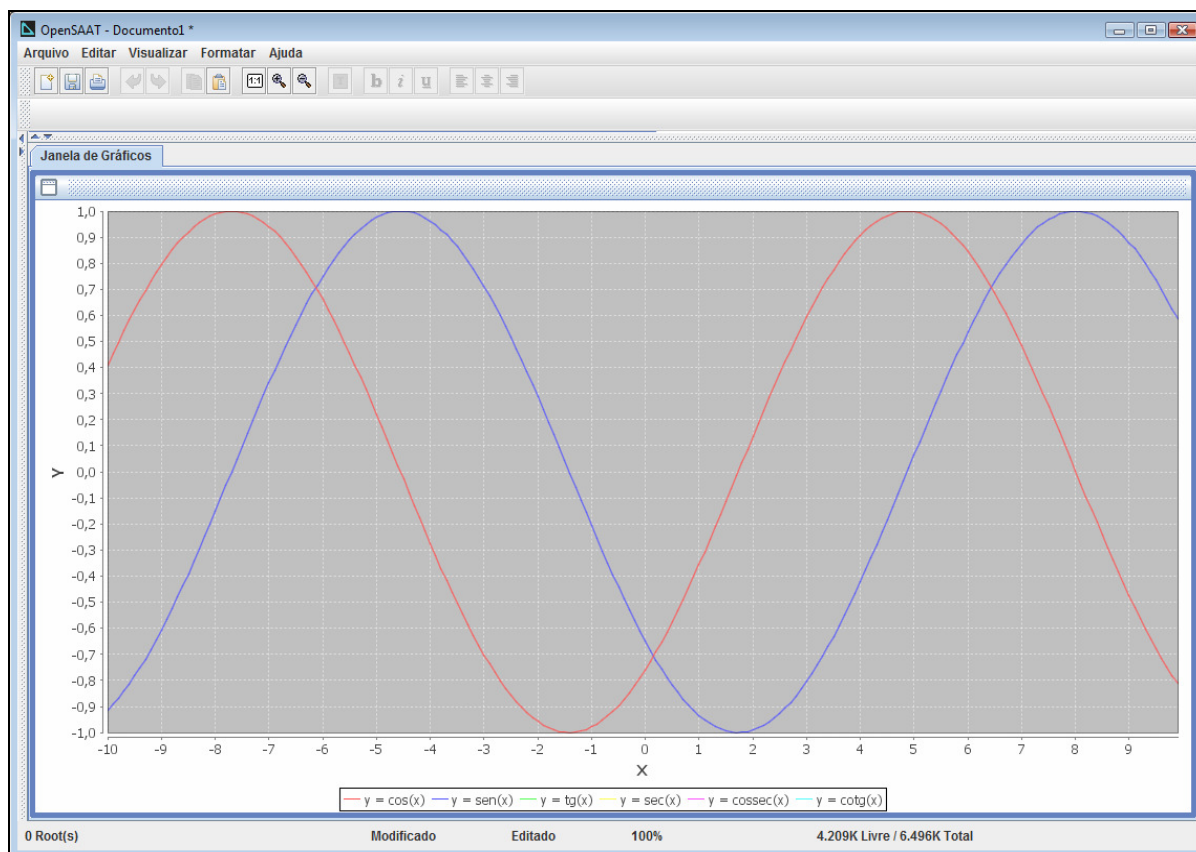


Figura 4 – Janela de Gráficos

- Janela de Valores – Mostra os valores que estão sendo visualizados na Janela da Circunferência, na qual o ângulo informado é visualizado em graus e em radianos, além de mostrar com precisão o valor da função escolhida pelo usuário na Janela Trigonométrica (figura 5);
- Janela Trigonométrica – Responsável pela execução das tarefas trigonométricas visualizar seno, cosseno, tangente, secante, cossecante e cotangente, reduzir ao primeiro quadrante, além de adicionar e diminuir ângulo, mostrar ângulos notáveis e informados pelo usuário. A janela trigonométrica é dividida em três abas: Funções, Ângulo e Adicionar/Diminuir. Na aba Funções, o usuário seleciona as funções que deseja visualizar nas Janelas de Circunferência, de Gráficos das funções e de Valores, como mostra a figura 5. Na aba Ângulo, o usuário tem a opção de informar o ângulo desejado em graus ou radianos, ou ainda selecionar um ângulo notável pré-definido. Na aba Adicionar/Diminuir, o usuário tem a opção adicionar ou diminuir o ângulo corrente através da seleção de um ângulo pré-definido.

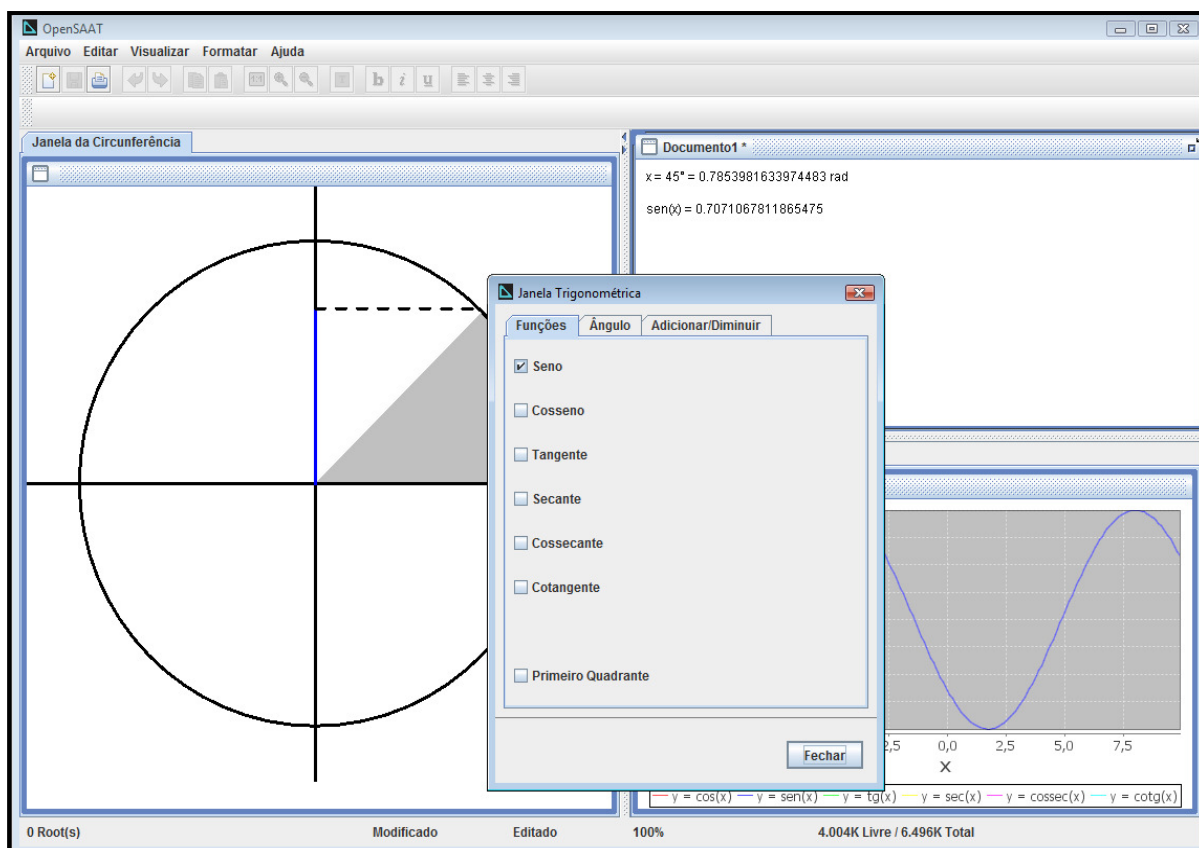


Figura 5 – Janela Trigonométrica (Aba Funções)

Com isso, conclui-se a implementação do protótipo, deixando como base para continuidade da implementação do OpenSAAT, transformando-o de um protótipo para um *software* completo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo são apresentadas algumas considerações sobre o desenvolvimento desta monografia. Será analisado o produto obtido, expondo as contribuições, bem como as dificuldades encontradas durante a realização deste trabalho. Descrevem-se, ainda, algumas formas de continuidade do trabalho.

Este trabalho teve como objetivo modelar e desenvolver um protótipo de um *software* educativo, *open source*, de apoio ao aprendizado de Trigonometria, que foi devidamente alcançado conforme mostrado ao longo desta monografia. Destacamos que a modelagem e prototipação do OpenSAAT possibilitou um estudo gratificante sobre diversas ferramentas de informática, possibilitando ampliar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso superior concluído. Este trabalho possibilitou, também, a melhoria na escrita e no processo de pesquisa, além da ampliação dos conhecimentos sobre o uso das TIC em educação e sobre Trigonometria.

Como pôde ser visto, a informática na educação tem papel significativo, é uma ferramenta tecnológica necessária tanto do ponto de vista do aluno, quanto do professor. A introdução dos recursos de informática auxilia no processo de ensino e aprendizagem, não só nas aulas de Matemática, como em diversas disciplinas.

O intuito de um *software* educativo é ser um grande aliado, sendo utilizado como instrumento de motivação na sala de aula, e foi desta motivação que surgiu a idéia do OpenSAAT.

O primeiro passo foi entender melhor o assunto e, para isso, foi necessário um levantamento bibliográfico sobre informática educativa, *software* educativo e Trigonometria.

O próximo passo foi uma análise crítica do *software* Círculo Trigonométrico, em que foram enumerados os pontos positivos e negativos. Por meio desta análise, foi possível fazer o levantamento de requisitos do *software* proposto, começando uma nova etapa no projeto, a modelagem.

Na modelagem, foi possível, por meio dos diagramas UML, entender o funcionamento interno e externo do *software*, bem como a organização das classes que o compõem. Após a modelagem, era a hora de codificar o protótipo e, para isso, foram necessárias diversas tecnologias e ferramentas.

Identificadas todas as tecnologias e ferramentas, o protótipo foi implementado, de modo que deixasse claro o objetivo do OpenSAAT, porém com algumas limitações, que

devem ser melhoradas na continuação deste trabalho, ou em trabalhos que utilizem o OpenSAAT como base.

Uma das limitações a serem melhoradas é o fator desempenho, uma vez que na hora de gerar o gráfico, o tempo de resposta do protótipo não é satisfatório. Além disso, alguns requisitos identificados não foram implementados, o que era esperado, uma vez que o objetivo não era modelar o *software* por completo, mas implementar apenas um protótipo. Os requisitos identificados, mas não implementados, estão enumerados abaixo.

- Ter a opção de digitar o ângulo desejado em graus ou radianos (ângulos de uma volta), ao solicitar as visualizações, na Janela da Circunferência e na Janela de Valores.
- Ter a opção de adicionar ou diminuir 45°, 90° ou 180° ao ângulo corrente em graus (desde que não ultrapasse uma volta positiva ou negativa). Assim como, adicionar ou diminuir $\frac{\pi}{4}$ rad, $\frac{\pi}{2}$ rad ou π rad ao ângulo corrente em radianos (desde que não ultrapasse uma volta positiva ou negativa).
- Possibilitar o trabalho com graus, minutos e segundos, permitindo ao usuário escolher a forma que deseja trabalhar (de forma mais exata, com minutos e segundos, ou aproximada, em graus).
- Ao clicar em um determinado ponto da circunferência, mostrar na Janela de Valores, a medida do ângulo correspondente ao mesmo (no sentido anti-horário, na primeira volta), em graus e em radianos.
- Reduzir, ao primeiro quadrante, arcos do 2°, 3° ou 4° quadrantes. Por exemplo, considerando um ângulo de 120°, o *software* deve associar esse ângulo à 60° e permitir verificar geometricamente, na circunferência trigonométrica, que ambos têm o mesmo seno e cossecante, porém, possuem cossenos, tangentes, cotangentes e secantes opostos. O mesmo deve ser visualizado numericamente, na Janela de Valores. Além disso, deve avisar ao usuário, na Janela de Valores, quando o ângulo já estiver no primeiro quadrante.
- Ter opção de salvar um arquivo para futuras modificações.
- Ter opção de abrir um arquivo salvo.
- Ter opção para copiar dados da janela de Valores.

- Ter opção de copiar, salvar e imprimir, como imagem, as representações gráficas da circunferência trigonométrica, os gráficos das funções e os dados da Janela de Valores.
- Ter opção para refazer e desfazer modificações, em todas as janelas.
- Ter assistente para auxiliar o usuário na realização de tarefas.
- Ter opção de ajuda para utilizar o programa e entender conceitos de Trigonometria.
- Ter teclas de atalho para auxiliar pessoas com necessidades especiais.

Os requisitos implementados estão funcionando corretamente, desempenhando as funções que se espera deles. O desenvolvimento completo do *software* será realizado em trabalhos futuros, dando continuidade a este próprio trabalho, ou de projetos que poderão utilizar este trabalho monográfico como ponto de partida.

Ressalta-se que a conclusão deste trabalho demandou muitas horas de dedicação e muito empenho. Ao longo da caminhada, muitas dificuldades ocorreram, dentre as quais podemos citar:

- Um membro da equipe, por motivos pessoais, teve que se retirar do projeto;
- A mudança na co-orientação deste trabalho, por três vezes, pela indisponibilidade de tempo destes profissionais;
- A demora para encontrar o *framework* que melhor se enquadrasse aos objetivos deste trabalho, e a adaptação a ele;
- A falta de estrutura nas máquinas do laboratório de projeto final, o que dificultou bastante a utilização das ferramentas.

Felizmente, tais dificuldades foram superadas e o trabalho pôde ser concluído. Certamente, diversas melhorias ainda devem ser realizadas, até que o OpenSAAT esteja completo, mas é possível destacar diversas contribuições do trabalho realizado:

- O desenvolvimento deste trabalho contribuiu de maneira considerável para a equipe que o realizou, possibilitando colocar em prática as disciplinas do Curso Superior de Tecnologia em Desenvolvimento de Software;

- O trabalho monográfico realizado promoveu o crescimento intelectual da equipe, melhorando a pesquisa, a leitura e a escrita;
- Além disso, o projeto contribuiu de, certa forma, para um crescimento pessoal, para todos os autores envolvidos direta ou indiretamente na realização deste trabalho;
- E a contribuição maior é a possibilidade de que outras pessoas tomem como base este trabalho monográfico, possibilitando à comunidade acadêmica a disseminação do saber.

Para dar continuidade ao trabalho desenvolvido, muitas ações podem ser tomadas. Entre elas pode-se sugerir:

- Implementação dos requisitos modelados, mas não contemplados no protótipo;
- Aperfeiçoamento dos requisitos implementados;
- Validação do *software* com professores de Matemática e alunos do Ensino Médio;
- Disponibilização do *software* para que seja usado na disciplina de Matemática, como uma ferramenta pedagógica;
- Disponibilização do código-fonte para ajudar a grande comunidade de usuários e desenvolvedores de *softwares* livres.

Por tudo que foi exposto, é possível afirmar que o projeto OpenSAAT conseguiu alcançar o seu objetivo principal, que além da modelagem e protipação, levantou a discussão de como melhorar os índices insatisfatórios na educação.

Com a proposta de um *software* educativo capaz de auxiliar no ensino de Matemática do Ensino Médio, especificamente no ramo de Trigonometria, há a possibilidade de que o aluno e o professor se mantenham motivados, interagindo dentro da sala de aula e utilizando um recurso tecnológico como diferencial na maneira convencional de lecionar, mantendo a “chama do saber acesa”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANCHES, S. P. Informática e Educação – O Paradigma Pedagógico da Informática Educativa: Algumas implicações para o Trabalho Docente. *Revista Conecta*, n. 1, Jul. 2000. Disponível em: <http://www.revistaconecta.com/conectados/abranchees_paradigma.htm>. Acesso em: 1 Mai. 2007.

ASSMANN, H. *Metáforas Novas para Reencantar a Educação*. Piracicaba, SP: Unimep, p. 263, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13596: Tecnologia de informação – Avaliação de produto de software – Características de qualidade e diretrizes para o seu uso*. Rio de Janeiro, 1996.

BALDIN, Y. Y. Utilizações Diferenciadas de Recursos Computacionais no Ensino de Matemática. In: CARVALHO, L. M.; GUIMARÃES, L.C. (Org.). *História e Tecnologia no Ensino da Matemática*. Rio de Janeiro: IME-UERJ, Cap. 2, p. 29-37, 2002.

BASSO, M. V. de A. et al. Educação Tecnológica e/na Educação Matemática: Aplicações da Matemática Elementar na Sala de Aula ou “Focinho de Porco Não é Tomada”. *Revista Informática na Educação – Teoria e Prática*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Out. 1999.

BATISTA, S. C. B. *SoftMat*: Um Repositório de Softwares para Matemática do Ensino Médio – Um Instrumento em Prol de Posturas mais Conscientes na Seleção de Softwares Educacionais. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004.

BENSON, D. *JGraph and JGraph Layout Pro User Manual*. Northampton: JGraph Ltd., 2009. Disponível em: <<http://www.jgraph.com>>. Acesso em 22 Fev. 2009.

BEZERRA, E. *Princípios de Análise e Projeto de Sistemas com UML*. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

CHANGE VISION, Inc. *JUDE*. 2006. Disponível em <<http://jude.change-vision.com/jude-web/index.html>>. Acesso em: 02 Mar. 2009.

CHRISTOPH, R. H. *Engenharia de Software para Software Livre*. Rio de Janeiro, RJ: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2004.

DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J. *Java como Programar*. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

ECLIPSE FOUNDATION. *Eclipse*. 2004. Disponível em <<http://www.eclipse.org>>. Acesso em 20 Dez. 2008.

FERREIRA, A. B. H. *Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa*. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p. 2128, 1999.

FIORENTINI, D.; MIORIM, M. A. Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no ensino da matemática. *Boletim da Sociedade Brasileira de Educação Matemática*. São Paulo: SBEM – SP, n.7, p.4-9, 1996.

FREE SOFTWARE FOUNDATION. O que é o Software Livre? *Filosofia do Projeto GNU*. 2003. Disponível em <<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.pt-br.html>>. Acesso em: 18 Mar 2009.

GILBERT, D.; MORGNER, T. JFreeChart, 2004. Disponível em: <<http://www.jfree.org/jfreechart>>. Acesso em 20 Dez. 2008.

HARGREAVES, A. *Professorado, Cultura y Postmodernidad*. Madrid: Morata, 1995.

LARMAN, C. Utilizando UML e Padrões. 3. ed. Porto Alegre: Bookmain, 2007.

LIMA, E. L. *Meu Professor de Matemática e Outras Histórias*. 3. ed. Rio de Janeiro: IMPA/VITAE, 1997.

LIMA, E. L., CARVALHO, P. C. P., WAGNER, E., MORGADO, A. C. *A Matemática do Ensino Médio*, v. 1. Rio de Janeiro: SBM, 2001.

MINETTO, E. L.; MASETO, J. M. *Análise Avaliativa entre Frameworks de PHP*. Revista PHP Magazine 2. Ed. P. 9-15, Mar. 2007. ISSN 1981-044X.

MORAES, M. C. *Informática Educativa no Brasil: uma História Viva, algumas Lições Aprendidas*. 1997. Disponível em <<http://rocha.ucpel.tche.br/RBIE/nr1-1997/mariacandida.html>>. Acesso em: 27 Jul 2008.

MORAN, J. M. Ensino e Aprendizagem inovadores com tecnologias. *Revista Informática na Educação – Teoria e Prática*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, vol. 3, n. 1, p. 137-144, Set. 2000.

MORAN, J. M. Os novos espaços de atuação do educador com as tecnologias. In: ROMANOWSKI, J. P. et al (Orgs.). *Conhecimento local e conhecimento universal: Diversidade, mídias e tecnologias na educação*. Curitiba: Champagnat, vol. 2, p. 245-253, 2004.

MORAN, J. M. *A educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá*. Campinas: Papirus, 2007.

OLIVEIRA, S. S. de; GOMES, A. S.; BORGES NETO, H. Avaliação de Software Educativo para o Ensino de Matemática - O Caso das Estruturas Aditivas. In: Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste: Educação, *Desenvolvimento Humano e Cidadania*, 2001, São Luís (MA). Educação, Desenvolvimento Humano e Cidadania, vol. único, (CDD: 370.981), 2001.

PILETTI, N. Psicologia Educacional. Ática, 17.ed, 1999.

PRESSMAN, R. S. Engenharia de Software. São Paulo: Pearson Makron Books, 1995.

SANTOS, V. F.; VEIGA, J. S. O Uso de Softwares no Ensino de Funções Quadráticas em um Projeto Educacional de Jovens e Adultos. In: ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática, 9, 2007. Belo Horizonte/MG. *Anais...* Belo Horizonte/MG, 2007.

SETTE, S. S., AGUIAR, M. A., SETTE, J. S. A. *Formação de Professores em Informática na Educação - Um Caminho para Mudanças*. Coleção Informática para a Mudança na Educação. MEC/SED/PROINFO, 1999.

TAKAHASHI, T. (Org.). *Sociedade da Informação no Brasil: Livro Verde*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 195, 2000.

VALENTE, J. A. Diferentes usos do Computador na Educação. In: VALENTE, J. A. (Org.). *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*. Campinas: UNICAMP/NIED, cap. 1, p. 1-23, 1993.

VALENTE, J. A. Mudanças na Sociedade, Mudanças na Educação: O Fazer e o Compreender. In: VALENTE, J. A. (Org.). *O Computador na Sociedade do Conhecimento*. Campinas: UNICAMP/NIED, cap. 2, p. 29-37, 1999.

VALENTE, J. A. O Uso Inteligente do Computador na Educação. *Revista Pátio*, ano I, nº 1, mai/jul, p. 19-21, 1997.

ANEXOS

ANEXO 1: DESCRIÇÃO DOS CASOS DE USO

Visualizar Seno (UC01)

Descrição: Caso de uso que detalha a visualização das representações gráficas na circunferência trigonométrica e na Janela Gráfica, e os dados na Janela de Valores, quando selecionada a função seno.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a função seno;
2. O usuário informa o ângulo em graus ou radianos;
3. O usuário aciona o botão “ok”;
4. O sistema mostra as representações gráficas do seno na circunferência trigonométrica;
5. O sistema mostra as representações gráficas da função seno na janela gráfica;
6. O sistema mostra os dados do seno na Janela de Valores, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona o ângulo diretamente na circunferência

- a. O usuário seleciona o ângulo na circunferência trigonométrica, retornando ao passo 4.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona um ângulo notável

- a. O usuário seleciona ângulo notável, retornando ao passo 3.

Fluxo Alternativo (4): Usuário informa ângulo de forma incorreta

- a. O sistema detecta que o ângulo foi informado de forma incorreta e emite uma mensagem na tela informando o erro, retornando ao passo 2.

Visualizar Cosseno (UC02)

Descrição: Caso de uso que detalha a visualização das representações gráficas na circunferência trigonométrica e na Janela Gráfica, e os dados na Janela de Valores, quando selecionada a função cosseno.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a função cosseno;
2. O usuário informa o ângulo em graus ou radianos;
3. O usuário aciona o botão “ok”;
4. O sistema mostra as representações gráficas do cosseno na circunferência trigonométrica;
5. O sistema mostra as representações gráficas da função cosseno na Janela Gráfica;
6. O sistema mostra os dados do cosseno na Janela de Valores, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona o ângulo diretamente na circunferência

- a. O usuário seleciona o ângulo na circunferência trigonométrica, retornando ao passo 4.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona um ângulo notável

- a. O usuário seleciona ângulo notável, retornando ao passo 3.

Fluxo Alternativo (4): Usuário informa ângulo de forma incorreta

- a. O sistema detecta que o ângulo foi informado de forma incorreta e emite uma mensagem na tela informando o erro, retornando ao passo 2.

Visualizar Tangente (UC03)

Descrição: Caso de uso que detalha a visualização das representações gráficas na circunferência trigonométrica e na Janela Gráfica, e os dados na Janela de Valores, quando selecionada a função tangente.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a função tangente;
2. O usuário informa o ângulo em graus ou radianos;
3. O usuário aciona o botão “ok”;
4. O sistema mostra as representações gráficas do tangente na circunferência trigonométrica;
5. O sistema mostra as representações gráficas da função tangente na Janela Gráfica;
6. O sistema mostra os dados do tangente na Janela de Valores, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona o ângulo diretamente na circunferência

- a. O usuário seleciona o ângulo na circunferência trigonométrica, retornando ao passo 4.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona um ângulo notável

- a. O usuário seleciona ângulo notável, retornando ao passo 3.

Fluxo Alternativo (4): Usuário informa ângulo de forma incorreta

- a. O sistema detecta que o ângulo foi informado de forma incorreta e emite uma mensagem na tela informando o erro, retornando ao passo 2.

Visualizar Secante (UC04)

Descrição: Caso de uso que detalha a visualização das representações gráficas na circunferência trigonométrica e na Janela Gráfica, e os dados na Janela de Valores, quando selecionada a função secante.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a função secante;
2. O usuário informa o ângulo em graus ou radianos;
3. O usuário aciona o botão “ok”;
4. O sistema mostra as representações gráficas do secante na circunferência trigonométrica;
5. O sistema mostra as representações gráficas da função secante na Janela Gráfica;
6. O sistema mostra os dados do secante na Janela de Valores, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona o ângulo diretamente na circunferência

- a. O usuário seleciona o ângulo na circunferência trigonométrica, retornando ao passo 4.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona um ângulo notável

- a. O usuário seleciona ângulo notável, retornando ao passo 3.

Fluxo Alternativo (4): Usuário informa ângulo de forma incorreta

- a. O sistema detecta que o ângulo foi informado de forma incorreta e emite uma mensagem na tela informando o erro, retornando ao passo 2.

Visualizar Cossecante (UC05)

Descrição: Caso de uso que detalha a visualização das representações gráficas na circunferência trigonométrica e na Janela Gráfica, e os dados na Janela de Valores, quando selecionada a função cossecante.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a função cossecante;
2. O usuário informa o ângulo em graus ou radianos;
3. O usuário aciona o botão “ok”;
4. O sistema mostra as representações gráficas do cossecante na circunferência trigonométrica;
5. O sistema mostra as representações gráficas da função cossecante na Janela Gráfica;
6. O sistema mostra os dados do cossecante na Janela de Valores, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona o ângulo diretamente na circunferência

- a. O usuário seleciona o ângulo na circunferência trigonométrica, retornando ao passo 4.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona um ângulo notável

- a. O usuário seleciona ângulo notável, retornando ao passo 3.

Fluxo Alternativo (4): Usuário informa ângulo de forma incorreta

- a. O sistema detecta que o ângulo foi informado de forma incorreta e emite uma mensagem na tela informando o erro, retornando ao passo 2.

Visualizar Cotangente (UC06)

Descrição: Caso de uso que detalha a visualização das representações gráficas na circunferência trigonométrica e na Janela Gráfica, e os dados na Janela de Valores, quando selecionada a função cotangente.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a função cotangente;
2. O usuário informa o ângulo em graus ou radianos;
3. O usuário aciona o botão “ok”;
4. O sistema mostra as representações gráficas da cotangente na circunferência trigonométrica;
5. O sistema mostra as representações gráficas da função cotangente na Janela Gráfica;
6. O sistema mostra os dados da cotangente na Janela de Valores, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona o ângulo diretamente na circunferência

- a. O usuário seleciona o ângulo na circunferência trigonométrica, retornando ao passo 4.

Fluxo Alternativo (2): Usuário seleciona um ângulo notável

- a. O usuário seleciona ângulo notável, retornando ao passo 3.

Fluxo Alternativo (4): Usuário informa ângulo de forma incorreta

- a. O sistema detecta que o ângulo foi informado de forma incorreta e emite uma mensagem na tela informando o erro, retornando ao passo 2.

Reduzir ao primeiro quadrante (UC07)

Descrição: Caso de uso que detalha a redução do ângulo ao primeiro quadrante.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições: O ângulo deve ter sido informado ou selecionado.

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a funcionalidade reduzir ao primeiro quadrante
2. O sistema mostra as representações gráficas na circunferência trigonométrica
3. O sistema mostra os dados na Janela de Valores, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (2): Usuário não selecionou ou informou ângulo

- a. O sistema detecta que o ângulo não foi informado ou selecionado e emite uma mensagem na tela informando o erro, retornando ao passo 1.

Adicionar e diminuir ângulo (UC08)

Descrição: Caso de uso que detalha a adição e a subtração de valores pré-determinados ao ângulo corrente.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a opção desejada: “adicionar ângulo” ou “diminuir ângulo”
2. O sistema abre um painel para a escolha do valor
3. O usuário seleciona o valor
4. O usuário aciona o botão “ok”
5. O sistema mostra as representações gráficas na circunferência trigonométrica
6. O sistema mostra os dados na Janela de Valores, finalizando o caso de uso.

Buscar tópico de ajuda (UC09)

Descrição: Caso de uso que detalha a busca no tópico de ajuda para a utilização do *software* ou dúvida com relação à Trigonometria.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a opção ajuda;
2. O sistema abre janela com um campo para busca e os filtros: Manual do Usuário, Trigonometria, Geral;
3. O usuário preenche o campo para busca;
4. O usuário seleciona um filtro;
5. O usuário aciona o botão “buscar”;
6. O sistema mostra o resultado em forma de *link*;
7. O usuário aciona o link;
8. O sistema mostra o resultado correspondente ao *link* selecionado, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (6): Usuário não preenche o campo de busca e/ou seleciona o filtro

- a. O sistema emite mensagem na tela, informando o erro, retornando ao passo 3.

Fluxo Alternativo (6): Não há resultados para a busca

- a. O sistema emite mensagem na tela, informando o ocorrido, retornando ao passo 3.

Salvar arquivo (UC10)

Descrição: Caso de uso que detalha a ação de salvar arquivo.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a opção salvar;
2. O sistema verifica se arquivo está sendo salvo pela primeira vez;
3. O sistema abre janela para a escolha do diretório e nome do arquivo, se o arquivo está sendo salvo pela primeira vez.;
4. O usuário seleciona diretório e informa o nome do arquivo;
5. O usuário aciona o botão “salvar”;
6. O sistema salva o arquivo, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (3): Salvar modificações

- a. O sistema salva as modificações do arquivo, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (6): Usuário não informa nome do arquivo

- a. O sistema salva o arquivo com o nome temporário que é dado pelo programa, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (6): Salvar modificações

- a. O sistema detecta que existe outro arquivo com o mesmo nome dado pelo usuário
- b. O sistema emite um alerta na tela informando o erro, retornando ao passo 4.

Abrir arquivo (UC11)

Descrição: Caso de uso que detalha a ação de abrir um arquivo.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a opção abrir;
2. O sistema abre janela para escolha do diretório e arquivo;
3. O usuário seleciona diretório;
4. O usuário seleciona o arquivo;
5. O usuário aciona o botão “abrir”;
6. O sistema abre o arquivo, finalizando o caso de uso.

Copiar como imagem (UC12)

Descrição: Caso de uso que detalha a ação de copiar como imagem.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário seleciona a janela que deseja copiar;
2. O sistema mostra a janela selecionada;
3. O usuário aciona a opção copiar como imagem;
4. Copia com extensão de imagem, finalizando o caso de uso.

Salvar como imagem (UC13)

Descrição: Caso de uso que detalha a ação de salvar como imagem.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário seleciona a janela desejada;
2. O sistema mostra a janela selecionada;
3. O usuário aciona a opção salvar como imagem;
4. O sistema abre janela para a escolha do diretório e informação do nome do arquivo;
5. O usuário informa nome do arquivo e seleciona o diretório;
6. O usuário aciona o botão salvar;
7. O sistema salva com extensão de imagem, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (7): Usuário não informa nome do arquivo

- a. O sistema salva com o nome que é dado pelo programa, na criação do arquivo, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (7): Nome duplicado

- a. O sistema detecta que existe outro arquivo com o mesmo nome informado pelo usuário
- b. O sistema emite mensagem na tela informando o erro, retornando ao passo 5.

Imprimir (UC14)

Descrição: Caso de uso que detalha a impressão de documentos.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a opção imprimir;
2. O sistema abre janela para a configuração da impressora;
3. O usuário seleciona a impressora;
4. O usuário aciona o botão imprimir;
5. O sistema envia dados para o buffer da impressora, finalizando o caso de uso.

Refazer Gráfico (UC15)

Descrição: Caso de uso que detalha a ação de refazer gráfico.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a opção refazer;
2. O sistema refaz a ação desfeita anteriormente, finalizando o caso de uso.

Desfazer Gráfico (UC16)

Descrição: Caso de uso que detalha a ação de refazer gráfico.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a opção desfazer;
2. O sistema retorna gráfico ao estágio anterior, finalizando o caso de uso.

Abrir novo documento (UC17)

Descrição: Caso de uso que detalha a ação de abrir novo documento.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a opção “novo”;
2. O sistema abre novo documento, finalizando o caso de uso.

Salvar como (UC18)

Descrição: Caso de uso que detalha a ação de salvar como.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário aciona a opção salvar como;
2. O sistema abre janela para a escolha do diretório e nome do arquivo, se o arquivo está sendo salvo pela primeira vez.;
3. O usuário seleciona diretório e informa o nome do arquivo;
4. O usuário aciona o botão “salvar”;
5. O sistema salva o arquivo, finalizando o caso de uso.

Fluxo Alternativo (5): Nome do arquivo duplicado

- a. O sistema detecta que existe outro arquivo com o mesmo nome dado pelo usuário;
- b. O sistema emite um alerta na tela informando o erro, retornando ao passo 3.

Copiar valores (UC19)

Descrição: Caso de uso que detalha a ação de copiar valores.

Ator Envolvido: Usuário

Pré-condições:

Fluxo Principal:

1. O usuário seleciona na janela de valores as informações que serão copiadas;
2. O sistema mostra as informações selecionadas;
3. O usuário aciona “copiar”;
4. O sistema copia as informações, finalizando o caso de uso.

ANEXO 2: TRIGONOMETRIA

TRIGONOMETRIA

1. Aspectos Históricos

O significado da palavra trigonometria (do grego *trigonon*, “triângulo”, e *metron*, “medida”) remete ao estudo puro e simples das medidas dos lados, ângulos e outros elementos dos triângulos (IEZZI, *et al.*, 2004). Porém, o estudo da Trigonometria evoluiu bastante desde seu início, relacionado à Agrimensura e à Astronomia, até transformar-se parte da Análise Matemática (COSTA, 2003).

A origem da Trigonometria não está exclusivamente ligada à resolução de situações de medição de terrenos ou determinação de medidas sobre a superfície da Terra. Enquanto ramo do conhecimento científico é impossível separar a Trigonometria da Astronomia (MOREIRA, 2005). O desenvolvimento da Astronomia como ciência exata exigia medições e cálculos de grande precisão. É neste contexto que o astrônomo grego Hiparco de Niceia (180-125 a.C.) é considerado o fundador da Trigonometria. Foi ele quem introduziu as medidas sexagesimais em Astronomia e elaborou a primeira tabela trigonométrica. Hiparco utilizou a Trigonometria para fazer medições, prever eclipses, fazer calendários e na navegação (MOREIRA, 2005).

O matemático e astrônomo grego Ptolomeu (séc II) é outro grande nome da história da Trigonometria. A sua obra *Almagesto* contém uma tabela de cordas correspondentes a diversos ângulos, por ordem crescente e em função da metade do ângulo, que é equivalente a uma tabela de senos. No *Almagesto*, Ptolomeu compilou os conhecimentos existentes na época sobre Astronomia e Trigonometria (SOARES; BARBOSA, 2007).

No séc.III, os hindus e os árabes deram nova dimensão à Trigonometria ao introduzirem a Trigonometria Esférica. A Trigonometria tem como objetivo principal o estudo das relações entre lados e ângulos de um triângulo e constitui instrumento indispensável na resposta a necessidades da Astronomia e ainda da Navegação, Cartografia e da Topografia. O estabelecimento de certas relações que hoje chamamos “fórmulas fundamentais da Trigonometria” deve-se aos matemáticos hindus, do séc. V ao séc. XII (MOREIRA, 2005). Dentre eles destaca-se Aryabhata (séc.VI), um astrônomo hindu que elaborou tabelas envolvendo metade de cordas as quais, atualmente, são conhecidas como tabelas de senos.

Durante algum tempo os matemáticos árabes oscilaram entre o *Almagesto* e a Trigonometria de Jiva, de origem hindu. O conflito chegou ao fim quando Al-Battani adotou a Trigonometria hindu, introduzindo uma preciosa inovação, a circunferência de raio unitário. Os árabes levaram os conhecimentos de Trigonometria para a Europa, através de Espanha (ESTEVES, 2006). Na Europa, a instituição da Trigonometria como ciência autônoma em relação à Astronomia, foi iniciada por meio da tradução e publicação dos manuscritos clássicos (MOREIRA, 2005).

No séc.XVI, François Viète (1540-1603) estabeleceu várias relações trigonométricas tendo-as associado às soluções de equações do 3º grau - é a ligação da Trigonometria à Álgebra. Viète introduziu novos teoremas que permitiram relacionar lados e ângulos de triângulos não retângulos (MOREIRA, 2005). Neper e Briggs (séc.XVII) usaram o cálculo logarítmico para estabelecer novas fórmulas trigonométricas (MOREIRA, 2005).

Euler (séc. XVIII), ao usar sistematicamente o círculo trigonométrico de raio um introduziu o conceito de seno, cosseno e de tangente como números ou razões ou coordenadas de pontos e as notações atualmente utilizadas. Na sua obra *Introduction*, em 1748, estabeleceu o tratado analítico das funções trigonométricas (SOARES; BARBOSA, 2007).

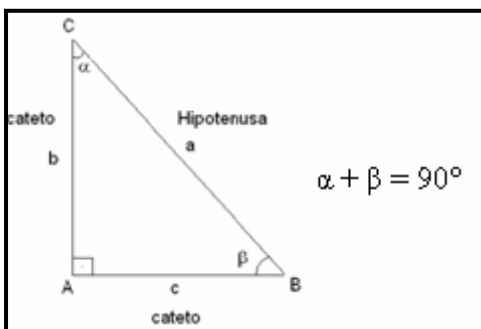
A ligação da Trigonometria à Análise foi feita por Fourier (séc. XIX), como consequência do estudo dos movimentos periódicos por ele efetuados (SOARES; BARBOSA, 2007).

Atualmente, encontram-se aplicações da Trigonometria na mecânica, eletricidade, acústica, música, astronomia, engenharia, medicina, entre outras. Essas aplicações envolvem conceitos que dificilmente lembram os triângulos que deram origem à Trigonometria (SOARES; BARBOSA, 2007).

2. Razões Trigonométricas

2.1 Triângulo Retângulo

O triângulo retângulo (Figura 1) tem dois lados perpendiculares entre si, chamados catetos, e um outro lado chamado hipotenusa. A partir desses triângulos muitos teoremas foram construídos e um dos mais importantes é o chamado **Teorema de Pitágoras**: “o quadrado da medida da hipotenusa é igual à soma dos quadrados das medidas dos catetos”.



Teorema de Pitágoras

$$a^2 = b^2 + c^2$$

Figura 1: Triângulo Retângulo

2.2 Definição de Seno, Cosseno, Tangente no Triângulo Retângulo

Tomando por base os elementos de um triângulo retângulo (Figura 2), é possível definir as razões trigonométricas de um ângulo agudo:

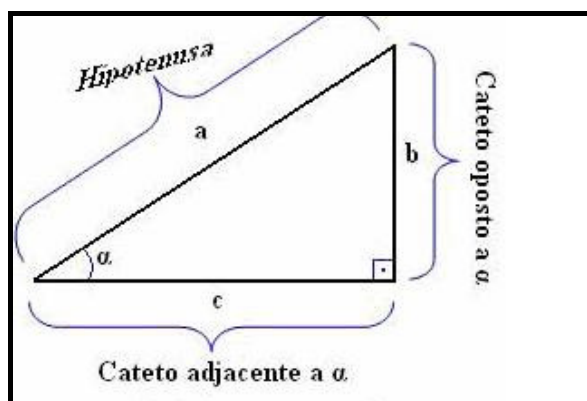


Figura 2: Elementos do Triângulo Retângulo

$$\text{sen } \alpha = \frac{\text{medida do cateto oposto a } \alpha}{\text{medida da hipotenusa}} = \frac{b}{a} \quad (\text{lê-se seno de } \alpha)$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{medida do cateto adjacente a } \alpha}{\text{medida da hipotenusa}} = \frac{c}{a} \text{ (lê-se cosseno de } \alpha \text{)}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{medida do cateto oposto a } \alpha}{\text{medida do cateto adjacente a } \alpha} = \frac{b}{c} \text{ (lê-se tangente de } \alpha \text{)}$$

Essas razões não dependem das medidas dos lados do triângulo retângulo, e sim do ângulo agudo α .

2.3 Relações

a) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha}$

Considerando que $\operatorname{sen} \alpha = \frac{b}{a}$, $\cos \alpha = \frac{c}{a}$ e $\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{c}$, demonstra-se:

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\frac{b}{a}}{\frac{c}{a}} = \frac{b}{a} \cdot \frac{a}{c} = \frac{b}{c} = \operatorname{tg} \alpha$$

b) $\operatorname{sen}^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$

Considerando que $\operatorname{sen} \alpha = \frac{b}{a}$, $\cos \alpha = \frac{c}{a}$ e que $a^2 = b^2 + c^2$ (teorema de Pitágoras).

Tem-se:

$$\operatorname{sen}^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \left(\frac{b}{a}\right)^2 + \left(\frac{c}{a}\right)^2 = \frac{b^2}{a^2} + \frac{c^2}{a^2} = \frac{b^2 + c^2}{a^2}$$

Como $a^2 = b^2 + c^2$, é possível afirmar:

$$\frac{b^2 + c^2}{a^2} = \frac{a^2}{a^2} = 1$$

Ou seja, $\operatorname{sen}^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$, que é chamada de **relação fundamental**.

c) Se dois ângulos α e β são complementares ($\alpha + \beta = 90^\circ$), como mostra a Figura 3, então:

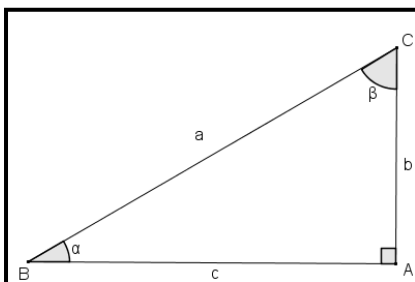


Figura 3: ângulos complementares

$$\begin{aligned} \operatorname{sen} \alpha &= \cos \beta \\ \cos \alpha &= \operatorname{sen} \beta \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \beta}$$

2.4 Razões Trigonômétricas Inversas

- Cossecante de um ângulo agudo: razão inversa do seno desse ângulo.

$$\operatorname{cosec} \alpha = \frac{1}{\operatorname{sen} \alpha}$$

- Secante de um ângulo agudo: razão inversa do cosseno desse ângulo.

$$\sec \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}$$

- Cotangente de um ângulo agudo: razão inversa da tangente desse ângulo.

$$\cot g \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$$

2.5 Ângulos notáveis

No estudo da Trigonometria, os ângulos de 30° , 45° e 60° são frequentemente utilizados. Para estes é comum utilizar os valores exatos das razões trigonométricas. O seno, cosseno e tangente de 30° e 60° são obtidos a partir de um triângulo equilátero, e o seno, cosseno e tangente de 45° , a partir de um quadrado. A Tabela 1 apresenta esses valores.

Tabela 1: Ângulos Notáveis

	30°	45°	60°
seno	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
cosseno	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
tangente	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$

3. Trigonometria na Circunferência

3.1 Arcos de circunferência

Seja uma circunferência de centro O e um ângulo central \widehat{AOB} , sendo A e B pontos que pertencem aos lados dos ângulos e à circunferência (Figura 4).

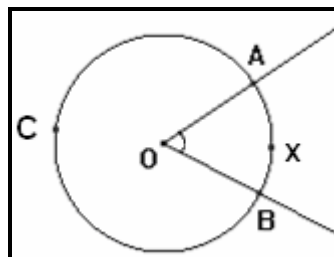


Figura 4: Arcos de Circunferência

A circunferência fica dividida em duas partes, cada uma das quais um arco de circunferência: arco AXB e arco ACB, ambos tendo A e B como extremidades.

3.1.1 Unidade de medida de arcos

As duas principais unidades de medida de arcos são: o Grau (símbolo $^{\circ}$) e o Radiano (símbolo rad).

- **Grau (símbolo $^{\circ}$)**

Dividindo uma circunferência em 360 partes iguais, liga-se o centro a cada um desses pontos marcados nessa circunferência. Com essa operação determinam-se 360 ângulos centrais. Cada um desses ângulos tem medida 1 grau.

- **Radianos (símbolo rad)**

Dado um ângulo central, é constante a razão entre o comprimento do arco determinado e a medida do raio. Define-se que a medida de um ângulo em radianos é a razão entre o comprimento do arco determinado por um ângulo central de uma circunferência e a medida do raio dessa circunferência. Sendo assim, quando o comprimento do arco for igual à medida do raio, afirma-se que o ângulo central mede 1 radiano (1 rad). Quando o raio é igual 1, a medida do ângulo central, em radianos, coincide com o comprimento do arco.

3.1.2 Conversão grau/radiano

Como o comprimento de uma circunferência é $2\pi R$ (sendo R o raio), a medida em radianos de um ângulo de 360° é dada por $\frac{2\pi R}{R}$, ou seja, 2π rad. É possível estabelecer uma correspondência entre graus e radianos, por meio de regra de três:

$$\begin{array}{l} 2\pi \text{ rad} \text{ ----- } 360^{\circ} \\ \pi \text{ rad} \text{ ----- } 180^{\circ} \end{array}$$

3.2 Circunferência Trigonométrica

Trata-se de uma circunferência com centro na origem do sistema de eixos coordenados e de raio 1 (Figura5).

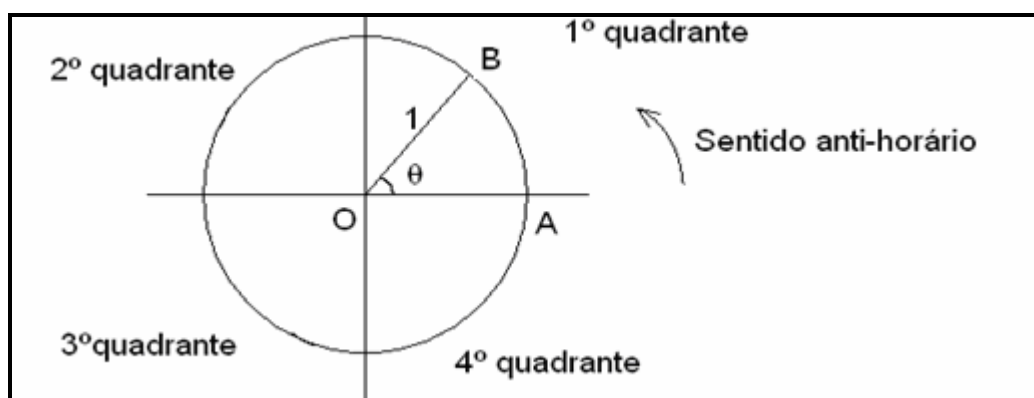


Figura 5: Circunferência Trigonométrica

Os eixos dividem a circunferência em 4 partes iguais denominados quadrantes. Convencionou-se que o sentido anti-horário é o sentido positivo na circunferência trigonométrica.

4. Funções Trigonômétricas

4.1 Função Euler

A maneira mais natural de definir as funções trigonométricas tem como ponto de partida a função Euler $E: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{C}$, cujo contradomínio é a circunferência C , de raio 1 e centro na origem do plano cartesiano. Essa função faz corresponder a cada número real t o ponto $E(t) = (x, y)$ da circunferência unitária, obtido do seguinte modo (LIMA, 2001):

- $E(0) = (1, 0)$.
- Se $t > 0$, percorre-se sobre a circunferência C , a partir do ponto $(1, 0)$, um caminho de comprimento t , sempre no sentido positivo. O ponto final do caminho será chamado $E(t)$.
- Se $t < 0$, $E(t)$ será a extremidade final de um caminho sobre C , de comprimento $|t|$, que parte do ponto $(1, 0)$ e percorre C , sempre no sentido negativo.

Sendo t um número real e $P = E(t)$ na circunferência trigonométrica, define-se nesta circunferência (Figura 6):

$\text{sen } t = \text{ordenada de } P$;

$\text{cos } t = \text{abscissa de } P$.

$$P = (\cos t, \text{sen } t)$$

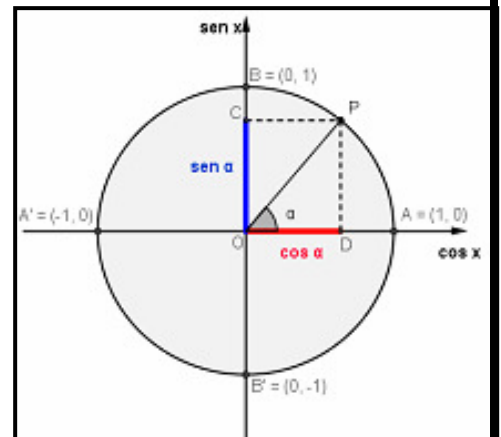


Figura 6: Seno e Cosseno na Circunferência Trigonométrica

4.1 Função Seno

Chama-se função seno a função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ que a cada número real x , associa o seno desse número: $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = \text{sen } x$.

O conjunto imagem dessa função é o intervalo $[-1, 1]$, pois o raio da circunferência trigonométrica é unitário e, assim, $-1 \leq \text{sen } x \leq 1$.

Sinal da Função:

Como $\text{sen } x$ é a ordenada do ponto-extremidade do arco:

- $f(x) = \text{sen } x$ é positiva se x pertence ao 1º ou 2º quadrante (ordenada positiva);
- $f(x) = \text{sen } x$ é negativa se x pertence ao 3º ou 4º quadrante (ordenada negativa).

Periodicidade: a função seno é periódica, com período 2π .

Gráfico da função seno

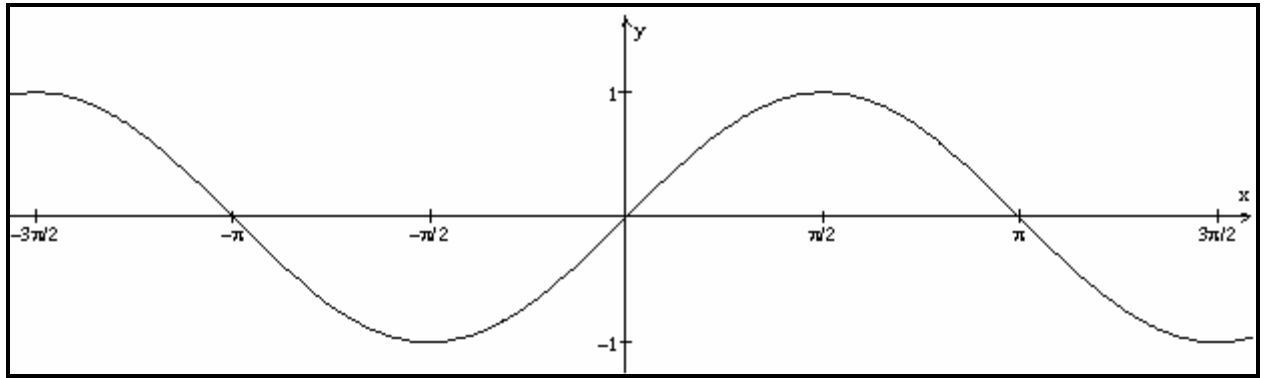


Gráfico 1: Função Seno

4.2 Função Cosseno

Chama-se de função cosseno a função $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ que a cada número real x , associa o cosseno desse número: $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = \cos x$.

O conjunto imagem dessa função é o intervalo $[-1, 1]$, pois o raio da circunferência trigonométrica é unitário e, assim, $-1 \leq \cos x \leq 1$.

Sinal da Função:

Como $\cos x$ é a abscissa do ponto-extremidade do arco:

- $f(x) = \cos x$ é positiva se x pertence ao 1º ou 4º quadrante (abscissa positiva);
- $f(x) = \cos x$ é negativa se x pertence ao 2º ou 3º quadrante (abscissa negativa).

Periodicidade: a função cosseno é periódica, com período 2π .

Gráfico da função cosseno

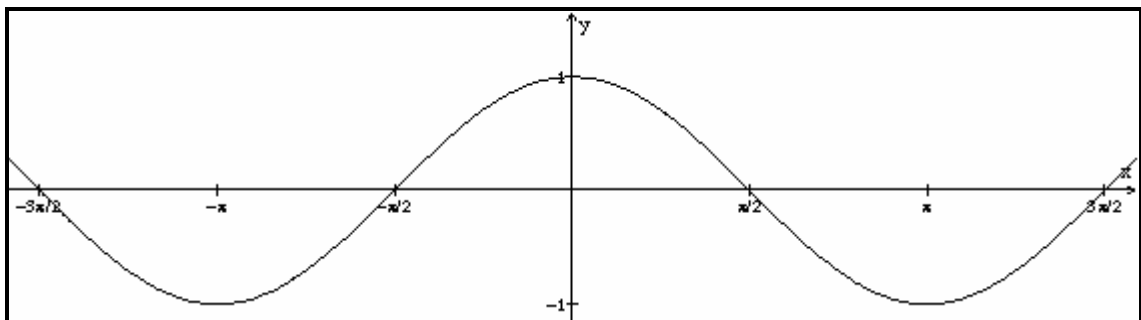


Gráfico 2: Função Cosseno

4.3 Função Tangente

Chama-se função tangente a função $f: D \rightarrow \mathbb{R}$ que a cada número $x \in D$, com $D = \{x \in \mathbb{R} / x \neq \frac{\pi}{2} + k\pi, k \in \mathbb{Z}\}$, associa a tangente desse número: $f: D \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = \operatorname{tg} x$.

O domínio dessa função é $\{x \in \mathbb{R} / x \neq \frac{\pi}{2} + k\pi, k \in \mathbb{Z}\}$ e a imagem é \mathbb{R} .

Sinal da Função:

- $f(x) = \operatorname{tg} x$ é positiva se x pertence ao 1º ou 3º quadrante;

- $f(x) = \operatorname{tg} x$ é negativa se x pertence ao 2º ou 4º quadrante.

Periodicidade: a função tangente é periódica, com período π .

Gráfico da função tangente

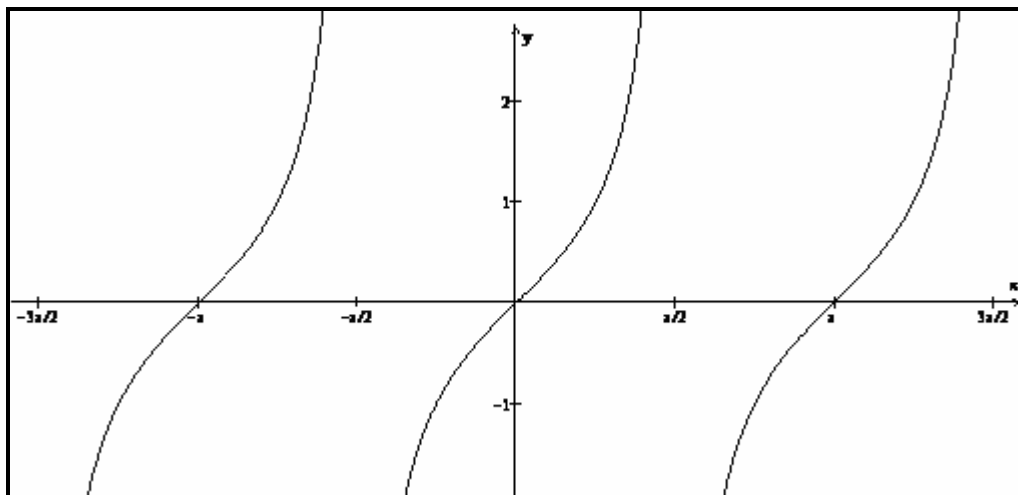


Gráfico 3: Função Tangente

4.4 Função Cotangente

Chama-se função cotangente a função $f: D \rightarrow \mathbb{R}$ que a cada número $x \in D$, com $D = \{x \in \mathbb{R} / x \neq k\pi, k \in \mathbb{Z}\}$, associa a cotangente desse número: $f: D \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = \operatorname{cotg} x$.

O domínio dessa função é $\{x \in \mathbb{R} / x \neq k\pi, k \in \mathbb{Z}\}$ e a imagem é \mathbb{R} .

Sinal da Função:

- $f(x) = \operatorname{cotg} x$ é positiva se x pertence ao 1º ou 3º quadrante;
- $f(x) = \operatorname{cotg} x$ é negativa se x pertence ao 2º ou 4º quadrante.

Periodicidade: a função cotangente é periódica, com período π .

Gráfico da função cotangente

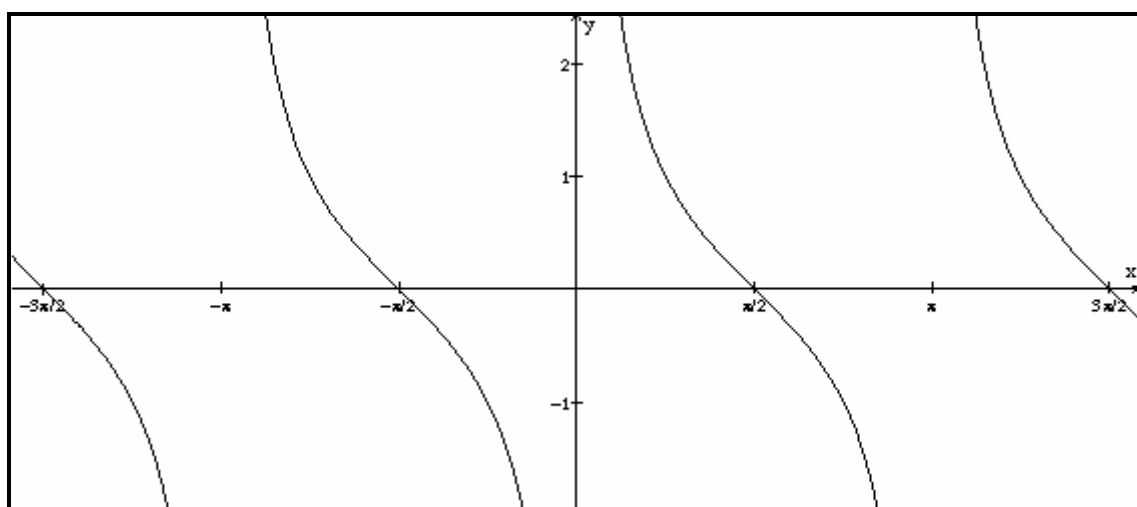


Gráfico 4: Função Cotangente

4.5 Função Secante

Chama-se função secante a função $f: D \rightarrow \mathbb{R}$ que a cada número $x \in D$, com $D = \{x \in \mathbb{R} / x \neq \frac{\pi}{2} + k\pi, k \in \mathbb{Z}\}$, associa a secante desse número: $f: D \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = \sec x$.

O domínio dessa função é $\{x \in \mathbb{R} / x \neq \frac{\pi}{2} + k\pi, k \in \mathbb{Z}\}$ e a imagem é $\mathbb{R} -]-1, 1[$.

Sinal da Função:

Os sinais da função secante são os mesmos da função cosseno.

- $f(x) = \sec x$ é positiva se x pertence ao 1º ou 4º quadrante;
- $f(x) = \sec x$ é negativa se x pertence ao 2º ou 3º quadrante.

Periodicidade: a função secante é periódica, com período 2π .

Gráfico da função secante

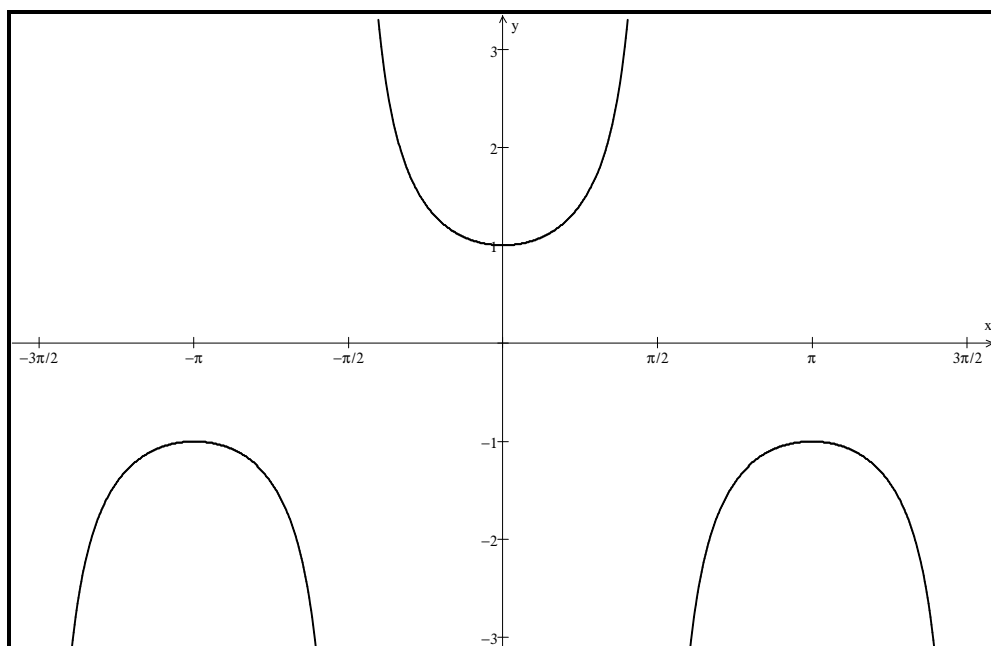


Gráfico 5: Função Secante

4.6 Função Cossecante

Chama-se função cossecante a função $f: D \rightarrow \mathbb{R}$ que a cada número $x \in D$, com $D = \{x \in \mathbb{R} / x \neq k\pi, k \in \mathbb{Z}\}$, associa a cossecante desse número: $f: D \rightarrow \mathbb{R}$, $f(x) = \operatorname{cosec} x$.

O domínio dessa função é $\{x \in \mathbb{R} / x \neq k\pi, k \in \mathbb{Z}\}$ e a imagem é $\mathbb{R} -]-1, 1[$.

Sinal da Função:

Os sinais da função cossecante são os mesmos da função seno.

- $f(x) = \operatorname{cosec} x$ é positiva se x pertence ao 1º ou 2º quadrante;

- $f(x) = \operatorname{cosec} x$ é negativa se x pertence ao 3º ou 4º quadrante.

Periodicidade: a função cossecante é periódica, com período 2π .

Gráfico da função cossecante

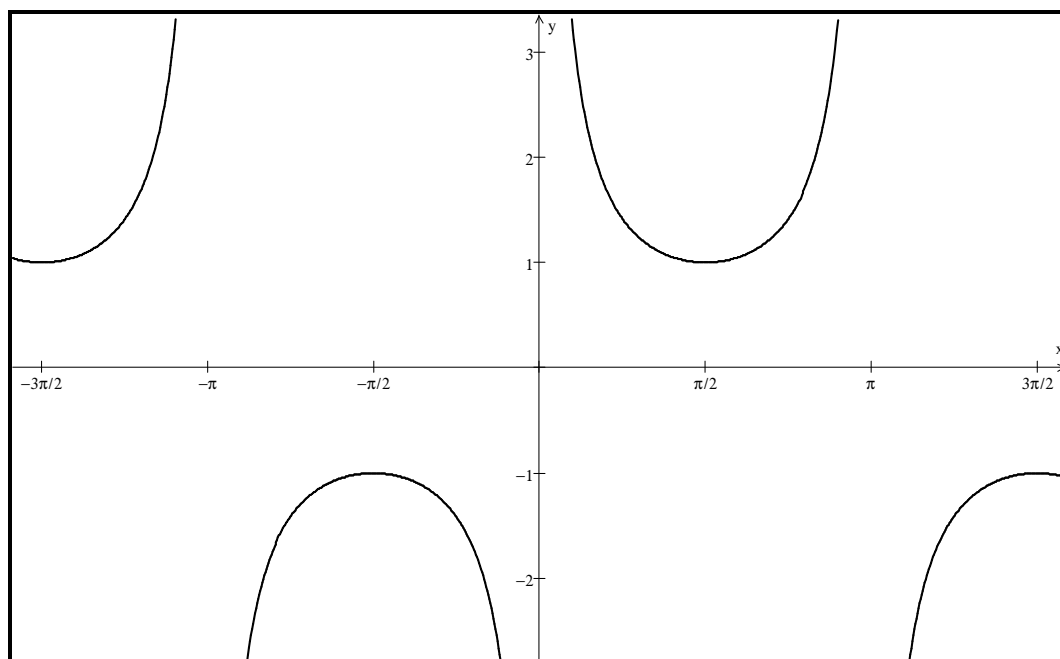


Gráfico 6: Função Cossecante

5. Redução ao Primeiro Quadrante

Em uma circunferência trigonométrica, se um arco tiver sua extremidade no 2º, 3º ou 4º quadrante, sempre existirá um arco com extremidade no 1º quadrante e cujas funções trigonométricas terão, em módulo, o mesmo valor das do arco considerado.

5.1 Redução do 2º ao 1º quadrante

α = Ângulo do 1º quadrante; β = Ângulo a converter; $\beta = \pi - \alpha$

$\operatorname{sen}(\beta)$	$\operatorname{sen}(\alpha)$
$\operatorname{cos}(\beta)$	$-\operatorname{cos}(\alpha)$
$\operatorname{tg}(\beta)$	$-\operatorname{tg}(\alpha)$
$\operatorname{cotg}(\beta)$	$-\operatorname{cotg}(\alpha)$
$\operatorname{sec}(\beta)$	$-\operatorname{sec}(\alpha)$
$\operatorname{cosec}(\beta)$	$\operatorname{cosec}(\alpha)$

5.2 Redução do 3º ao 1º quadrante

α = Ângulo do 1º quadrante ; β = Ângulo a converter ; $\beta = \pi + \alpha$

$\operatorname{sen}(\beta)$	$-\operatorname{sen}(\alpha)$
$\operatorname{cos}(\beta)$	$-\operatorname{cos}(\alpha)$
$\operatorname{tg}(\beta)$	$\operatorname{tg}(\alpha)$
$\operatorname{cotg}(\beta)$	$\operatorname{cotg}(\alpha)$

$\sec(\beta)$	$-\sec(\alpha)$
$\operatorname{cosec}(\beta)$	$-\operatorname{cosec}(\alpha)$

5.2 Redução do 4º ao 1º quadrante

α = Ângulo do 1º quadrante ; β = Ângulo a converter; $\beta = 2\pi - \alpha$

$\sin(\beta)$	$-\sin(\alpha)$
$\cos(\beta)$	$\cos(\alpha)$
$\operatorname{tg}(\beta)$	$-\operatorname{tg}(\alpha)$
$\operatorname{cotg}(\beta)$	$-\operatorname{cotg}(\alpha)$
$\sec(\beta)$	$\sec(\alpha)$
$\operatorname{cosec}(\beta)$	$-\operatorname{cosec}(\alpha)$

Referências Bibliográficas

COSTA, N. M. L. A História da Trigonometria. *Educação Matemática em Revista*- Revista da SBEM (Sociedade Brasileira de Educação Matemática) - Ano 10, São Paulo, p. 60 - 69, 01 mar. 2003.

ESTEVES, C. X. *Ensino da trigonometria-Estudo das identidades fundamentais da trigonometria*. 2006. Disponível em: <http://www.unimesp.edu.br/arquivos/mat/tcc06/Artigo_Carlino_Xavier_Esteves.pdf>. Acesso em 05/09/08.

IEZZI, G.; DOLCE, O.; DEGENSZAJN, D. M.; PÉRIGO, R.; ALMEIDA, N. de. *Matemática: Ciência e Aplicação, 1ª Série (Ensino Médio)*. São Paulo: Atual, 2004.

LIMA, E. L., Carvalho, P. C. P., WAGNER, E., MORGADO, A. C. *A Matemática do Ensino Médio*, v. 1. Rio de Janeiro: SBM, 2001.

MOREIRA, F. R. da S. *Trigonometria*. 2005. Disponível em: <http://www.rumoaota.com/materiais/filipe/apostila_de_trigonometria_filipe.pdf>. Acesso em 05/09/08.

SOARES, S. R. B; BARBOSA, R. P. *Trigonometria*. Monografia. Pesquisa em Matemática I. Curso de Matemática. Osasco: Centro Universitário FIEO, 2007. Disponível em: <http://www.fieo.br/v2/o_unifio_cursos/artigo-matema/trigonometria.pdf>. Acesso em 05/09/08.