



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
REGIONAL DE CATALÃO  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE  
MATEMÁTICA E TECNOLOGIA



MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA - PROFMAT

JOSÉ FERREIRA NUNES

**O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM  
SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO *SOFTWARE* GRAPHMATIC COMO  
RECURSO METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR**

CATALÃO  
2020

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR  
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES  
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor e a orientadora firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico:     Dissertação                       Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

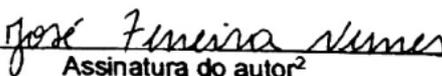
Nome completo do autor: José Ferreira Nunes

Título do trabalho: O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE GRAPHMÁTICA COMO RECURSO METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR

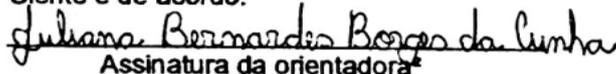
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento  SIM                                       NÃO<sup>1</sup>

Independente da concordância com a disponibilização eletrônica, é imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

  
Assinatura do autor<sup>2</sup>

Ciente e de acordo:

  
Assinatura da orientadora<sup>2</sup>

Data: 23 / 03 / 2020

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

<sup>2</sup> As assinaturas devem ser originais sendo assinadas no próprio documento. Imagens coladas não serão aceitas.

JOSÉ FERREIRA NUNES

**O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM  
SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO *SOFTWARE* GRAPHMÁTICA COMO  
RECURSO METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Unidade Acadêmica Especial de Matemática e  
Tecnologia da Universidade Federal de Goiás –  
Regional Catalão, como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Área de Concentração: Ensino de Matemática.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliana Bernardes Borges da  
Cunha.

CATALÃO  
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Nunes, José Ferreira

O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE GRAPHMATICA COMO RECURSO METODOLÓGICO PARA O PRÁTICA DO PROFESSOR [manuscrito] / José Ferreira Nunes. - 2020. xcii, 92 f.

Orientador: Profa. Dra. Juliana Bernardes Borges da Cunha.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia, PROFMAT - Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede Nacional - Sociedade Brasileira de Matemática (RG), Catalão, 2020.

Bibliografia. Anexos. Apêndice.

Inclui siglas, abreviaturas, gráfico, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Educação. Informática. Graphmatica e Aprendizagem. I. Cunha, Juliana Bernardes Borges da , orient. II. Título.

CDU 51

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE MATEMÁTICA E TECNOLOGIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 03 da sessão de Defesa de Dissertação de **José Ferreira Nunes** que confere o título de Mestre(a) em **Matemática**.

Em 04 de março de 2020, às 14 h 04 min, no Bloco J - Sala 15 - Laboratório Matemateca da "Regional Catalão - Universidade Federal de Goiás (RC/UFG)/Universidade Federal de Catalão (UFCAT) em transição", reuniram-se os componentes da banca examinadora, professores(as) **Dra. Juliana Bernardes Borges da Cunha (IMTec) (orientadora), Dr. Eduardo Sérgio de Souza (Física), Dr. Donald Mark Santee (IMTec)** para, em sessão pública, procederem a avaliação da Dissertação intitulado(a) "*O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE GRAPHMÁTICA COMO RECURSO METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR*", de autoria de **José Ferreira Nunes**, discente do Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT da "UFG-RC/UFCAT em transição". A sessão foi aberta pelo(a) presidente, que fez a apresentação formal dos membros da banca. Em seguida, a palavra foi concedida ao(à) discente que, em 37 min procedeu a apresentação. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinando(a). Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da Dissertação, que foi considerado(a): ( **x** ) **Aprovado(a)** ou ( ) **Reprovado(a)**. Cumpridas as formalidades de pauta, às 15 h 49 min a presidência da mesa encerrou a sessão e para constar, eu Juliana Bernardes Borges da Cunha, lavrei a presente ata que, depois de lida e aprovada, segue assinada pelos membros da banca examinadora e pelo(a) discente.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Juliana Bernardes Borges Da Cunha, Professor do Ensino Básico Técnico Tecnológico**, em 04/03/2020, às 15:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Sérgio De Souza, Professor do Magistério Superior**, em 04/03/2020, às 15:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Donald Mark Santee, Professor do Magistério Superior**, em 04/03/2020, às 15:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **JOSÉ FERREIRA NUNES, Discente**, em 04/03/2020, [https://sei.ufg.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=1295308&infra\\_sistema=100000100&in...](https://sei.ufg.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=1295308&infra_sistema=100000100&in...) 1/2

3/4/2020

SEI/UFG - 1202421 - Ata de Defesa de Dissertação



às 16:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1202421** e o código CRC **8633DCBE**.

**Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial deste trabalho sem a autorização da Universidade, do autor e da orientadora**

Graduado em Ciências pela Faculdade, Ciências e Letras de Patrocínio – FAFI (1986) e Graduado em Matemática pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Patrocínio – FAFI (1987). É especialista *Latu Sensu* em Educação Matemática, pela Faculdades Integradas de Patrocínio – FIP. Mestrando em Matemática pelo programa PROFMAT – Mestrado Profissional em Matemática em rede Nacional, pela Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão e bolsista da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior. Atualmente é professor de Matemática nos cursos de Administração, Ciências Contábeis, Sistemas de Informação, Agronomia e Tecnologia em Cafeicultura e como professor de Física nos cursos de Ciências Biológicas e Agronomia, no Centro Universitário do Cerrado – Patrocínio MG – UNICERP, e professor de Matemática no Ensino Médio na SEE-MG, atua na Escola Estadual Dom Lustosa – Atualmente, exerce o cargo de diretor acadêmico do UNICERP, desde a data de 03 de agosto de 2015.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

À minha esposa, Chirley de Lima Ferreira, obrigado pela compreensão por me fazer sonhar, sentir melhor, acreditar que poderia conseguir vencer todos os obstáculos.

À minha filha, Ana Carla, nos momentos em que eu estava exausto, com seu sorriso e abraço carinhoso me encorajava e me animava para mais uma jornada de brincadeiras.

À minha orientadora, Juliana Bernardes Borges da Cunha, que, com paciência e disponibilidade, teve para solucionar minhas dúvidas e orientar os meus próximos passos.

Aos professores, Donald Mark Santos e Fernando Kenedey da Silva, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

A equipe do PROFMAT, coordenadores, diretores, professores, secretaria, pelos conhecimentos transmitidos e pela minha formação profissional e pessoal.

Aos meus amigos, Wagner Antonio Bernardes, Waldirene Aparecida Rosa e Sérgio Augusto Amaral Lopes. Agradeço pela amizade e contribuição para que eu pudesse terminar esse trabalho.

Aos demais colegas de turma, especialmente Sérgio pelas várias horas de estudos e viagens que partilhamos durante o curso.

Aos diretores da Escola Estadual Dom Lustosa e alunos pesquisados, que contribuíram, participando diretamente do meu trabalho.

A CAPES, pela participação no suporte financeiro.

## RESUMO

Trata-se de uma proposta metodológica para o ensino de Matemática, conteúdo de funções, para os alunos da Educação Básica, que utilizou-se do *software* Graphmatica. Estudo foi realizado, a partir de uma pesquisa aplicada, de campo, de caráter teórico e prático, com abordagens quantitativas e qualitativas mediante coleta de dados por aplicação de questionários e exposições justificadas sobre funções e Graphmatica. A pesquisa partiu da problemática das dificuldades encontradas pelos educadores na inserção do recurso Graphmatica como prática pedagógica. O eixo central está constituído pela indagação acerca dessa problemática, o qual buscou-se responder quais as vantagens pedagógicas que o *software* Graphmatica apresenta, quando usado como ferramenta metodológica no ensino de funções, para alunos do Ensino Médio. Nessa perspectiva, tem por objetivo apresentar o *software* Graphmatica como uma ferramenta capaz de auxiliar o professor na construção de tabelas e gráficos e explorar os resultados que podem ser obtidos com essas construções, com os alunos do segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual Dom Lustosa de Patrocínio, Minas Gerais. A pesquisa partiu de questões que demonstram as conjunturas da escola pesquisada, da utilidade dos recursos computacionais para a educação, da importância do *software* Graphmatica para auxiliar a aprendizagem de funções. As atividades desenvolvidas foram aulas expositivas e práticas sobre o recurso em questão e aplicabilidade de questionários, realizadas em sala de aula e laboratório de informática. Conclui-se que as constatações apresentadas nesta pesquisa declaram a favor do uso do *software* Graphmatica no ensino da Matemática, em específico no conteúdo de funções. Ressalta-se que, apesar das limitações na prática docente, o referido recurso contribui de forma satisfatória para os educadores nas suas práticas educativas, principalmente para aqueles que trabalham diretamente com os alunos da Educação Básica. Fica recomendado, a utilização do *software* Graphmatica no estudo de funções, uma vez que o mesmo possibilita uma melhor aprendizagem do aluno, frente aos objetivos propostos pelo conteúdo. Ressalta-se ainda, que o *software* é um recurso que está disponível gratuitamente para quem dele interessar-se.

**Palavras-chave:** Educação. Informática. Graphmatica. Aprendizagem.

## ABSTRACT

This is a methodological proposal for the teaching of Mathematics, content of functions, for students of Basic Education, who used the software Graphmatica. This study was carried out based on an applied field research of a theoretical and practical nature, with quantitative and qualitative approaches through the collection of data through the application of questionnaires and justified expositions about functions and Graphmatica. The research started from the problematic of the difficulties encountered by the educators in the insertion of the Graphmatica resource as pedagogical practice. The central axis consists of the inquiry about this problem, which sought to answer which pedagogical advantages Graphmatica software presents, when used as a methodological tool in the teaching of functions, for high school students. In this perspective, it aims to present Graphmatica software as a tool capable of assisting the teacher in the construction of tables and graphs and to explore the results that can be obtained with these constructions, with the second year students of the Secondary School of the State School Dom Lustosa of Patrocínio, Minas Gerais. The research was based on questions that demonstrate the conjunctures of the researched school, the usefulness of computational resources for education, the importance of the Graphmatica software to aid the learning of functions. The activities developed were lectures and practices on the resource in question and applicability of questionnaires, held in the classroom and computer lab. It is concluded that the findings presented in this research declare in favor the use of the Graphmatica software in the teaching of mathematics, specifically in the content of functions. It is noteworthy that, despite limitations in teaching practice, this resource contributes satisfactorily to educators in their educational practices, especially for those who work directly with students in Basic Education. It is recommended, the use of the software Graphmatica in the study of functions, since it allows a better learning of the student, in front of the objectives proposed by the content. It should also be noted that the software is a resource that is freely available to anyone who is interested.

**Keywords:** Education. Computing. Graphmatica. Learning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Plano Cartesiano Ortogonal

Figura 2 – Turma do 2º ano do Ensino Médio – Sala de Aula

Figura 3 – Turma do 2º ano do Ensino Médio – Laboratório de Informática

Figura 4 – Função Polinomial do 1º Grau – Situação 1

Figura 5 – Função Polinomial do 1º Grau – Situação 2

Figura 6 – Função Polinomial do 1º Grau – Situação 3

Figura 7 – Função Polinomial do 1º Grau – Situação 4

Figura 8 – Função Polinomial do 1º Grau – Situação 5

Figura 9 – Função Polinomial do 2º Grau – Situação 1

Figura 10 – Função Polinomial do 2º Grau – Situação 2

Figura 11 – Função Polinomial do 2º Grau – Situação 3

Figura 12 – Função Polinomial do 2º Grau – Situação 4

Figura 13 – Função Polinomial do 2º Grau – Situação 5

Figura 14 – Função Modular – Situação 1

Figura 15 – Função Modular – Situação 2

Figura 16 – Função Modular – Situação 3

Figura 17 – Função Exponencial – Situação 1

Figura 18 – Função Logarítmica – Situação 2

Figura 19 – Função Exponencial e Função Logarítmica – Situação 3

Figura 20 – Função Trigonométrica – Situação 1

Figura 21 – Função Trigonométrica – Tangente

Figura 22 – Função Trigonométrica – Situação 2

Figura 23 – Função Trigonométrica – Situação 3

Figura 24 – Escola Estadual Dom Lustosa em 1935

Figura 25 – Escola Estadual Dom Lustosa em 2011

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Resultados em números absolutos da questão “Como você faria o gráfico de uma função?”
- Gráfico 2 – Resultado em números absolutos da Questão “Assinale os tipos de funções que você já estudou no 9º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio:”
- Gráfico 3 – Resultado em números absolutos da questão “No estudo das funções o esboço e análise de seus gráficos é fundamental para o desenvolvimento das competências relacionadas a cada uma delas. Ao estudar os vários tipos de funções você:”
- Gráfico 4 – Resultado em números absolutos da questão “Ao construir o gráfico das funções é importante salientar os principais pontos de cada uma delas. Assinale os itens que foram tratados ao longo do 9º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio sobre esse tema.”
- Gráfico 5 – Resultado em números absolutos da questão “Assinale as funções que você teve mais dificuldade de construir o gráfico e compreender suas propriedades.”
- Gráfico 6 – Resultado em números absolutos da questão “ O gráfico de uma função afim é uma:”
- Gráfico 7 – Resultado em números absolutos da questão “O gráfico de uma função quadrática é uma:”
- Gráfico 8 – Resultado em números absolutos da questão “O gráfico de uma função exponencial é uma:”
- Gráfico 9 – Resultado em números absolutos da questão “O gráfico de uma função logarítmica é uma:”
- Gráfico 10 – Resultado em números absolutos da questão “O gráfico de uma função trigonométrica é uma:”
- Gráfico 11 – Resultado em números relativos da questão “Depois da aplicação de *software* Graphmatica você consegue construir qualquer tipo de gráfico que estudou?”
- Gráfico 12 – Resultado em números absolutos da questão “Como você faria a gráfico de uma função?”
- Gráfico 13 – Resultado em números absolutos da questão “Que propriedades ficaram mais acessíveis de serem estudadas e analisadas construindo os gráficos com o *software*?”

Gráfico 14 – Resultado em números relativos da questão “Ao usar o *software* Graphmatica você estudou as variações nos gráficos das funções?”

Gráfico 15 – Resultado em números absolutos da questão “Se sim, quais variações você julga serem importantes.”

Gráfico 16 – Resultado em números absolutos da questão “Você julga que o uso do *software* Graphmatica para a construção dos gráficos e análise de suas propriedades agilizou o processo de resolução de problemas que envolvem funções? Marque de 01 até 05 (sendo 5 a nota máxima) dando nota a que você julga estar relacionado a essa agilidade.”

Gráfico 17 – Resultado em números absolutos da questão “Quais as vantagens de construir gráfico usando o *software* Graphmatica?”

Gráfico 18 – Resultado em números relativos da questão “Quais as desvantagens de construir gráfico usando o *software*?”

## **LISTA DE APÊNDICES**

APÊNDICE A – Termo de compromisso dos Pesquisadores

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

APÊNDICE C – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE

APÊNDICE D – Avaliação Inicial com os Alunos – QUESTIONÁRIO

APÊNDICE E – Avaliação Final com os Alunos – QUESTIONÁRIO

APÊNDICE F – Colégio Dom Lustosa: Aspectos conjunturais da composição do ideário educacional e a composição da trajetória histórica do ginásio ao longo dos tempos

## **LISTAS DAS ABREVIATURAS E SIGLAS**

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PROFMAT	Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional
SAEB	Sistema de Avaliação da Escola Básica
UFG	Universidade Federal de Goiás
SEESP	Secretaria da Educação do Estado de São Paulo
PNCEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
CBC	Currículo Básico Comum
SEESP	Secretaria da Educação do Estado de Minas Gerais

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>19</b>
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>24</b>
<b>4. FUNÇÕES MATEMÁTICA: UMA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO COM O USO DO GRAPHMATHICA .....</b>	<b>28</b>
4.1 FUNÇÃO POLINOMIAL DO 1º GRAU .....	29
4.2 FUNÇÃO POLINOMIAL DO 2º GRAU .....	34
4.3 FUNÇÃO MODULAR.....	39
4.4 FUNÇÕES EXPONENCIAL E LOGARÍTMICA.....	43
4.5 FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS .....	46
<b>5. RESULTADO DOS QUESTIONÁRIOS E ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>52</b>
5.1 PESQUISA APLICADA AOS ALUNOS NO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO	52
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>
<b>LISTA DE APÊNDICE.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>91</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As grandes ideias nascem por meio de fortes argumentos que sustentam por anos, propósitos, sonhos, projetos e por que não dizer, novas perspectivas educacionais alicerçadas com novas práticas metodológicas de ação, que proporcionem ao docente uma melhor perspectiva de visão dos resultados que serão obtidos frente aos processos do ensinar e do aprender.

São proposições que aos poucos, se organizadas, investigadas, estudadas e recolocadas no conjunto das teorias educacionais, podem se transformar em novas ideias que certamente subsidiariam ações direcionadas a aprendizagem do discente; em específico, ao trabalho pedagógico do professor de Matemática.

O tema da pesquisa, *O estudo de funções no Ensino Médio: uma abordagem sobre as contribuições do software Graphmatica como recurso metodológico para a prática do professor*. Assim, nasceu sob forte influência da minha vivência profissional, a qual impulsionou a adentrar nos subterrâneos da literatura educacional da matemática para melhor se aproximar do real, vivido segundo as adversidades do contexto atual e, o ideal, desconhecido, mas que por meio da mudança da postura, de quem se interessa pelo desenvolvimento saudável e eficaz do aprendente, ou seja, o aluno poderá enxergar novos horizontes na prática educativa.

Durante o trabalho, como professor no Ensino Fundamental e Médio, em escola pública, foram várias observações e análises frente ao processo de desenvolvimento da prática educativa que impulsionaram aos estudos e, conseqüentemente, à produção de ideias acerca desse assunto. Nesse período de vinte e cinco anos, de incessante atividade docente, constatamos haver dificuldade, por parte dos alunos, em relação à aprendizagem do ensino da matemática, mais específico, no estudo de funções, necessário para o entendimento de conteúdos afins; que são imprescindíveis para a sua formação.

Essa dificuldade apresentava um conjunto de fatores que somados a outros, nos mostravam a necessidade da criação de uma nova proposta metodológica para a ação docente frente a essa situação fragilizada.

Também, tal dificuldade apresentava um suposto conjunto de fatores que resumiam-se no total desconhecimento da íntima relação existente entre o ensino da matemática aliado a informática aplicada à educação, que somados, traduzem-se num ótimo alicerce para o ato de aprender.

Esse comportamento instigou a busca de um entendimento mais detalhado dos recursos computacionais existentes; não na tentativa de querer somente demonstrar a sua importância; isso diversos autores já o fizeram, mas, de maneira a buscar um aprofundamento que possibilite conhecer de forma mais significativa o sentido do uso desses recursos, mais especificamente, o *software* Graphmatica, como ferramenta metodológica no ensino de funções para o nível médio.

As novas tecnologias digitais são de extrema importância para a prática do professor inovador, criativo, entendedor do processo ensino aprendizagem, baseado nas novas possibilidades de ação em sala de aula, as quais propiciam uma aprendizagem espontânea e eficaz. Ao se pensar na produção de conhecimento nos ambientes educacionais, devem-se levar em conta os recursos tecnológicos disponíveis para facilitar essa ação. Conforme sustenta Bicudo,

Entendo que transpassando a noção do sistema ser-humano-mídias- ... está um rompimento com a dicotomia entre técnica e ser humano, conforme proposto também por Levy (1993). Ao mesmo tempo que as técnicas se tornam cada vez mais humanizadas na medida em que as interfaces amigáveis são desenvolvidas buscando seduzir o usuário em geral, em nosso caso o estudante, vemos que as técnicas permeiam e condicionam o pensamento humano. As mídias, vistas como técnicas, permitem que “mudanças ou progresso do conhecimento” sejam vistos como mudanças paradigmáticas impregnadas de diferentes técnicas desenvolvidas ao longo da história (BICUDO,1999, p.294).

Dessa forma, essas mídias devem ser utilizadas na ação pedagógica do professor para, além de facilitar aprendizagem dos alunos, permitam que mais estudantes tenham acesso ao aprendizado da matemática, como também na resolução de problemas relevantes acerca da condição humana e do acesso aos recursos computacionais.

Cumprir os conteúdos propostos para o Ensino Médio faz com que muitos professores encontrem dificuldades na criação de atividades e metodologias que tornem os processos educativos menos complexos e mais adequados às necessidades reais dos alunos. Essa dificuldade encontrada por diversos professores pode ter sua complexidade explicada na condição da própria ação docente, ou seja, na formação profissional do professor. Vários são os fatores que determinam a estrutura da prática pedagógica, que possui justificativa em parâmetros institucionais, nas tradições metodológicas, nas possibilidades reais do professor, como também, nas possibilidades dos alunos e nas condições físicas existentes no âmbito escolar.

Por fim, nossas intenções com esse estudo encontram-se nos pressupostos de ação e expectativas pedagógicas, de adentrar no campo específico das teorias que sustentam a prática pedagógica docente, do ensino da matemática, em específico, no mundo informatizado que

possibilita um novo olhar para a ação do professor frente aos recursos computacionais disponibilizados para a forma de agir educacional.

A questão que norteia esse estudo explicita-se na seguinte indagação: Quais as vantagens pedagógicas que o *software* Graphmatica apresenta quando usado como ferramenta metodológica no ensino de funções para alunos do Ensino Médio?

Partindo desse questionamento, outras indagações são desencadeadas para melhor direcionamento da proposta de trabalho, ficando assim, determinadas: quais as conjunturas contextuais do estudo de funções? Qual a lei matemática de recorrência ou de formação da função? Qual o domínio, a imagem e o contra domínio da função? Qual a monotonicidade da função? É uma função par ou ímpar? Que propriedades gráficas têm as funções pares e as funções ímpares? É uma função injetora, sobrejetora ou bijetora? Nesse caso, admite inversa? Que propriedades gráficas têm as funções inversas?

O objetivo geral da pesquisa foi estudar e analisar, por meio de um estudo bibliográfico e de campo, a influência pedagógica que o *software* Graphmatica, como recurso metodológico, possui no ensino de funções para os alunos do Ensino Médio.

Definimos como objetivos específicos: contextualizar historicamente no âmbito educacional a informática aplicada ao processo ensino aprendizagem; aclarar elucidações conceituais acerca do assunto abordado; refletir sobre o papel dos recursos computacionais na educação; compreender a influência das tecnologias na prática pedagógica do professor, assim, destacam-se alguns conceitos relevantes para este estudo como, apropriação, sentido, cultura digital e necessidade; identificar o *software* Graphmatica como um recurso pedagógico para o ensino de funções matemáticas; investigar a existência da correlação entre a teoria e a aplicabilidade computacional do *software* Graphmatica na aprendizagem do aluno; utilizar o *software* Graphmatica para a resolução de problemas correlacionados ao ensino da matemática e para alcançar os objetivos descritos temos como aportes teóricos as ideias de Victor (2010); Borba (2010); Bicudo (1999); Tajra (2001); Moran (2000); Gianolla (2006); Lima (2006); Iezzi (1997); dentre outros.

Assim, considerando as argumentações expostas até o presente momento nesta introdução, apresentamos a síntese do plano geral deste trabalho. O primeiro capítulo é a Introdução, nela é apresentada a questão que norteia esse estudo, a justificativa, a problemática, a hipótese inicial, os objetivos e as expectativas iniciais de resultados. O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica, com argumentos que reafirmam a ideia desta pesquisa; o terceiro capítulo, apresenta-se a metodologia utilizada para aplicação e a descrição de como foi realizada a pesquisa que resultou neste trabalho; o quarto capítulo traz a contextualização do

histórico da Escola Estadual Dom Lustosa, no qual, apresentou-se a trajetória educacional, sua criação e desempenho frente a comunidade patrocinese; no quinto capítulo, foram apresentadas as análises da aplicação dos questionários em sala de aula, como também, os gráficos indicadores dos resultados. E no último capítulo, o sexto, concluímos com as considerações finais, que foi apresentada uma análise geral das propostas levantadas ao longo da pesquisa, no qual respondeu-se os questionamentos da mesma e foram finalizadas com as conclusões.

## 2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao longo dos anos vimos passar por inovações a questão das tecnologias digitais. Foram inúmeros argumentos de renomados estudiosos que sustentaram o avanço das possibilidades de uso das mesmas. Foi a partir da década de 1970 que sua ramificação direcionou-se para a educação, trazendo uma amplitude de variações para a prática educativa do professor. Vários recursos vieram ao encontro de aprendizado do aluno, oportunizando novas formas de aprender e aplicar o que aprendeu.

Se analisarmos o uso da tecnologia educacional, podemos concluir que ela transcorreu em dois momentos: por volta da década de 50 e 60, ela era vista como estudo dos meios, como geradores de aprendizagem e, a partir década de 70, ela foi redirecionada para o estudo do ensino como processo tecnológico (TARJA, 2001, p.44)

O computador é uma ferramenta que traz possibilidades de diversificação metodológica para o professor. É dele grande parte do êxito da aprendizagem do aluno, pois, oferece condições propícias e significativas para todo o processo educacional. As aulas tornam-se interativas e participativas quando o professor faz uso de um software educacional que comunica inteiramente com o objetivo do conteúdo proposto.

O computador deve ser utilizado como catalisador de uma mudança no paradigma educacional. Um novo paradigma promove aprendizagem ao invés do ensino, que coloca o controle do processo de aprendizagem nas mãos do aprendiz e que auxilia o professor a entender que a educação não é somente a transferência de conhecimento, mas um processo de construção do conhecimento do aluno, como produto do seu próprio engajamento intelectual ou do aluno como um todo. O que está sendo proposto é uma nova abordagem educacional que muda o paradigma pedagógico do instrucionismo para o construcionismo (VALENTE, 1993, p.49).

Existem diversos *softwares* educacionais disponíveis no mercado, os quais os professores poderão fazer suas opções conforme seus interesses pedagógicos. São recursos que se tornam válidos para a prática educativa se o professor, consciente do objetivo proposto em sua aula, tiver o desprendimento para verificar a adequação do *software* ao conteúdo a ser trabalhado. Por essa razão, apresenta-se aqui o ensino de Matemática embasado no *software* Graphmatica que, de acordo com Torma (2018):

Esse programa pode ser utilizado para representar, visualizar e analisar funções, possibilitando também o cálculo de derivadas, de integrais e pontos de interseções entre funções. Com este software, a exploração e o estudo de algumas propriedades das funções, pode tornar-se mais estimulante, oportunizando uma aprendizagem mais significativa (TORMA, 2018).

Ainda, segundo Barboza (2013), sobre os alunos que participaram de sua pesquisa:

Os alunos destacaram os aspectos positivos do software Graphmatica, visto que era uma nova forma de fazer os gráficos mais rapidamente, com o enfoque de aprender

conteúdos mais interessantes e até mais difíceis do ponto de vista discente. Os participantes da prática já tinham iniciado o estudo dessas Funções usando apenas o caderno e o quadro verde e dessa forma perceberam como é fácil e rápida a construção dos gráficos, gerando como consequência a aprovação do software (BARBOZA, 2013).

Assim, para o presente estudo, o contato com o *software* Graphmatica aconteceu na disciplina de Recursos Computacionais, no ano de 2017, no Programa de Pós Graduação em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT. No decorrer do desenvolvimento das aulas o professor, utilizando de uma metodologia de ensino em sua didática específica, as quais colocavam os alunos de frente com diversos recursos computacionais, oportunizou aos mesmos a prática de tais recursos. Utilizando do procedimento de ensino, titulado trabalho em grupo, o professor dividiu os alunos e distribuiu a eles os recursos, Geogebra, WX máxima e Graphmatica, para serem aplicados nos diversos tipos de situações de ensino por ele apresentado. O grupo que esse pesquisador participou foi aquele relacionado ao *software* Graphmatica, no qual tiveram que desenvolver atividades aplicando esse recurso.

No final da disciplina o professor solicitou aos alunos que escolhessem um tema específico da matemática e elaborassem um projeto para ser desenvolvido de acordo com o recurso distribuído para cada grupo; o estudo de Funções foi o tema escolhido pelo pesquisador.

A partir desse trabalho nasceu a proposta da pesquisa, que trouxe a possibilidade de fazer um estudo de campo com alunos do Ensino Médio, visando aproximar o ensino e a aprendizagem de maneira mais significativa para o aluno.

O estudo de funções matemáticas, nos períodos de 2017 e 2018, estava orientado pelo Currículo Básico Comum (CBC/MG), teve início no nono ano do Ensino Fundamental e, durante todo o Ensino Médio, este assunto é abordado e aprofundado para que o aluno tenha condições de prosseguir seus estudos.

Além das conexões internas à própria Matemática, o conceito de função desempenha também um papel importante para descrever e estudar através da leitura, interpretação e construção de gráficos, o comportamento de certos fenômenos tanto no cotidiano, como de outras áreas do conhecimento como Física, Geografia ou Economia (BRASIL, 2000, p. 43-44).

Até o desenvolvimento dos trabalhos desta pesquisa o novo currículo do estado de Minas Gerais, que segue o BNCC ainda não havia sido homologado, no Ensino Fundamental 2 e Médio, o tema funções e variações entre grandezas, até o momento desta pesquisa segue os Parâmetros Curriculares Nacionais, aguardando a homologação da BNCC para revisão do currículo do Ensino Médio. Trata basicamente da relação de dependência que existe entre duas grandezas quaisquer, uma grandeza chamada independente e outra dependente. Mais especificamente, estuda a relação em que todo o valor do conjunto das grandezas independentes

se relaciona através de uma “lei matemática” com um único valor do conjunto das grandezas dependentes. Assim, para que exista uma função é necessário um conjunto formado pelos valores da grandeza independente, chamado de domínio da função, um conjunto formado pelos valores da grandeza dependente, chamado de contradomínio e uma lei de formação que relaciona os dois conjuntos.

Tradicionalmente o ensino de funções estabelece como pré-requisito o estudo dos números reais e de conjuntos e suas operações, para depois definir relações e a partir daí identificar as funções como particulares relações. Todo esse percurso é, então, abandonado assim que a definição de função é estabelecida, pois para a análise dos diferentes tipos de funções todo o estudo relativo a conjuntos é desnecessário. Assim, o ensino pode ser iniciado diretamente pela função para descrever situações de dependência entre as grandezas, o que permite o estudo a partir de situações contextualizadas, descritas algébricas e graficamente (BRASIL, PCN, 2002, p. 121).

Durante o processo de aprendizagem das funções uma ferramenta importante, é a utilização da metodologia de resolução de problemas, como um dos principais objetivos do estudo das relações entre duas grandezas. Logo, as análises que devem ser abordadas giram em torno do crescimento ou decréscimo de uma grandeza a partir da outra, do modo como elas se relacionam, se existe proporcionalidade direta ou inversa entre elas, os valores para os quais a relação não está definida, quais os parâmetros definem perfeitamente a função, entre outros.

Nesse contexto, o uso de gráficos matemáticos que representem tais funções é fundamental para que os alunos entendam a importância e a dimensão da quantidade de problemas que podem ser resolvidos a partir da análise gráfica. A construção do gráfico de uma função no Ensino Fundamental e Médio, é feito utilizando o sistema cartesiano ortogonal. Tal sistema é formado por duas retas perpendiculares orientadas que se intersectam em ponto chamado Origem (O)(figura1)

Figura 1- Plano Cartesiano Ortogonal

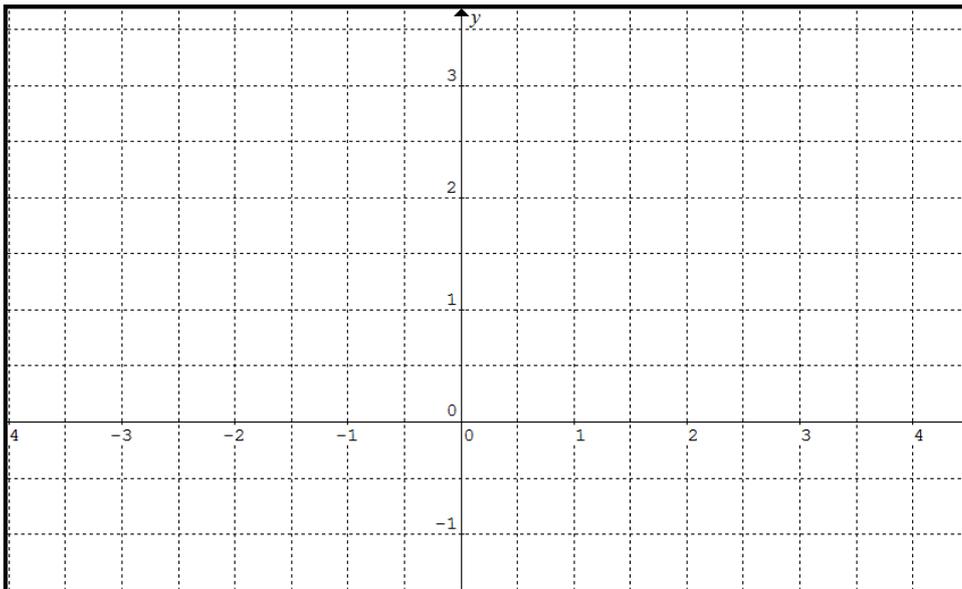


Figura 1 – Elaborado pelo Autor

Quando estes gráficos são desenhados manualmente, usando malha quadriculada, o processo se torna demorado e a comparação entre variações entre gráficos de uma mesma função pode tornar-se um trabalho árduo para o professor e o aluno. Além de que, quando feito sem recursos tecnológicos, muitas equações e inequações, que modelam problemas entre grandezas ficam inacessíveis de serem resolvidas por alunos do Ensino Fundamental e Médio. Um recurso de fácil acesso aos professores e alunos do Ensino Fundamental e Médio é o *software* Graphmatica. Este *software* possibilita, aos professores e alunos, a construção dos gráficos das funções abordadas em sala de aula de um modo rápido e prático, podendo ser direcionado mais tempo das aulas à análise e resolução de problemas que envolvam tais gráficos.

O *software* Graphmatica é um *software* de livre uso, usado geralmente para plotar funções e expressões algébricas que comporta gráficos cartesianos, polares, trigonométricos, diferenciáveis, permitindo calcular derivadas, integrais, mínimos, máximos, zeros, intervalos, possibilitando a cópia dos gráficos em diversos formatos para serem utilizados em outros aplicativos. A proposta destas atividades desenvolvidas é que os alunos juntamente com o professor possam experimentar a visualização geométrica de algumas funções, e solucionar equações e sistemas lineares diretamente no aplicativo, analisando criticamente o resultado obtido, de acordo com as especificidades do *software* Graphmatica (HERTZER, 2010, P.3).

Seu uso possibilita a sobreposição de gráficos para comparação, a determinação das raízes da função (quando existirem), a comparação de dois ou mais gráficos desenhados em um mesmo plano cartesiano, a resolução de equações e inequações, pelo método gráfico e o cálculo de taxas e coeficientes necessários para a compreensão da função estudada. Para o uso do *software* Graphmatica são pré-requisitos que alunos e professores tenham conhecimentos

mínimos de informática e conheçam previamente os tópicos mais relevantes de cada uma das funções que estiverem sendo abordadas, pois, os ajustes do *software* Graphmatica necessitam em diversas situações que o usuário entenda previamente o comportamento matemático da função em estudo.

Para trabalharmos com o *software* Graphmatica, é necessário a adaptação com as ferramentas utilitárias deste, isso porque, é de fundamental importância conhecer os recursos didático pedagógicos, que são instrumentos necessários para fazer acontecer a aprendizagem. A tecnologia hoje é um dos recursos mais utilizados no meio educacional e o professor, como um facilitador da aprendizagem deverá saber lidar com esse recurso inserido na sua prática de ensino. Como também ser conhecedor do potencial pedagógico desse recurso.

O que pretendemos é usar o *software* Graphmatica, como um recurso facilitador no trabalho do professor em sala de aula para a construção de gráficos das funções, afim, quadrática, exponencial, logarítmica e trigonométrica. Acreditamos que se trabalharmos com esse propósito metodológico, pode-se fazer com que o ensino da Matemática seja mais eficaz, com maior aceitabilidade do estudante e conseqüentemente, com maior êxito na aprendizagem. Se a Matemática for ensinada sem um propósito inovador causará um desconforto por parte do aluno, levando-o a ignorá-la como um meio necessário para a sua formação.

A proposta aqui é de contribuir com a abordagem da Matemática ao estudante do Ensino Médio, apresentando o uso dessa importante tecnologia para facilitar a aprendizagem em geral. Trata-se de um recurso, uma alternativa metodológica, que proporciona ao estudante uma melhor visão frente ao conteúdo apresentado, fazendo-o refletir sobre os benefícios que o ensino apresenta.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As pesquisas em educação têm sido desenvolvidas com vários enfoques epistemológicos e com conseqüentes abordagens metodológicas. Para Gamboa (2006), a escolha de uma abordagem tem vinculação direta com pressupostos do pesquisador. Esses pressupostos definirão o nível epistemológico em que se encontra o método da pesquisa escolhido.

A escolha do método se faz em função do tipo de problema a ser estudado, pensando assim, e sabendo que não existe um método que possa ser recomendado como melhor ou mais efetivo, priorizamos o método que ao nosso entendimento é o melhor para o tipo de problema a ser estudado.

O papel do pesquisador é justamente o de servir como veículo inteligente e ativo entre esse conhecimento acumulado na área e as novas evidências que serão estabelecidas a partir da pesquisa.

Ao buscar na metodologia, amparo científico, filosófico, histórico e social para desvelar o que se encontra conhecido, porém, ainda não está claro aos olhos do pesquisador; o incompreensível é descortinado e revelado conforme sua essência, surgindo por meio de novos caminhos, que certamente possibilitarão novas oportunidades, para se obter um diálogo consciente com a realidade que se pretende conhecer.

São caminhos que, cientificados por meio da metodologia correta, fornecem subsídios para melhor conhecer o que se apresenta como desconhecido, e que, nos assegura abertura de novas portas para adentrar no campo da investigação científica. Um desses caminhos é aquele que se faz com o propósito de compreender e apreender o objeto estudado, utilizando uma ação alicerçada nos fundamentos histórico, filosófico e social, que nos permitem conhecer a realidade concreta no seu dinamismo e nas suas inter-relações. E para essa ação, faz-se necessária uma exigência metodológica para que os objetivos sejam atingidos conforme a veracidade dos acontecimentos.

Diante disto, utilizamos uma pesquisa bibliográfica, de campo, qualitativa e quantitativa, uma vez que se aborda as ideias relevantes acerca do recurso computacional Graphmatica no ensino de funções para o nível médio, como também, o estudo contextualizado da Escola Estadual Dom Lustosa, local da ação investigativa. O pensamento de renomados autores relacionados ao contexto da literatura referente ao assunto pesquisado, buscando

confrontar ideias no que se refere aos princípios básicos explícitos nas teorias literárias de seus escritos.

É uma pesquisa de abordagem qualitativa baseada nos estudos de Ludke e André (1986). Na abordagem qualitativa, a realidade não é algo externo ao sujeito, valoriza-se a maneira própria de entendimento da mesma pelo indivíduo, uma vez que esta permite ao pesquisador uma gama de questionamentos e de interação com o campo investigado. A natureza da pesquisa é investigativa, ou seja, de campo, no sentido de que, à partir de situações problemas que traduzam ações reais dos alunos frente a tomada de decisões, foram construídas tabelas; analisadas suas regularidades e com o uso do Graphmatica, construídos gráficos que testaram hipóteses e validaram tais ações como adequadas ou não para a solução dos problemas propostos.

A pesquisa foi realizada com os alunos matriculados no segundo ano do Ensino Médio, no período letivo de 2018, na Escola Estadual Dom Lustosa, localizada em Patrocínio, Minas Gerais. Após a submissão e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa- CEP/UFG, foram aplicados dois questionários (seguem junto aos anexos da presente dissertação de mestrado), aos alunos participantes, sendo o primeiro sobre o estudo de funções e o segundo sobre a aplicação do *software* Graphmatica no estudo de funções. Vale ressaltar que os alunos já tiveram contato com o conteúdo, de funções Matemáticas e com o professor/pesquisador, no período de 2017.

Figura 2 – Turma do 2º ano do Ensino Médio – Sala de Aula



Fonte: Arquivo do Autor

No mês de setembro, do ano de 2018, realizou-se uma revisão com 8 aulas no conteúdo de funções com os alunos matriculados no segundo ano do Ensino Médio, visando proporcionar aos mesmos, um novo encontro com o conteúdo em questão. Posteriormente, no mês de outubro, foi aplicado o primeiro questionário aos alunos (apêndice D), referente ao estudo de funções, o qual visou-se colher informações que mostrassem o grau de aprendizagem dos alunos.

Ainda, no mês de outubro de 2018, foram realizados 16 encontros com os 28 alunos, com idade média de 17 anos, participantes da pesquisa, no laboratório de informática, com o objetivo de apresentar o recurso pedagógico Graphmatica para seus conhecimentos e entendimento, buscando mostrar o uso do *software* Graphmatica no estudo de funções.

Os encontros foram realizados da seguinte forma: 4 aulas de apresentação do *software* Graphmatica e suas funções; 2 aulas com aplicação das funções afim e suas propriedades; 2 aulas com aplicação da função quadrática e suas propriedades; 2 aulas com aplicação de função e suas propriedades; 4 aulas com aplicação da função exponencial e logarítmica e suas propriedades e 2 aulas com aplicação da função trigonométricas e suas propriedades.

Figura 3 – Turma do 2º ano do Ensino Médio – Laboratório de Informática



Fonte: Arquivo do Autor

Em novembro de 2018, aplicou-se o segundo questionário (apêndice E), abordando a utilização do recurso Graphmatica no estudo de funções, objetivando avaliar o uso do referido recurso no ensino da Matemática, em específico, funções. Partindo de alguns exemplos práticos como: qual a lei Matemática de recorrência ou de formação da função? Qual o domínio, a imagem e o contra domínio da função? Qual a monotonicidade da função? É uma função par ou ímpar? Que propriedades gráficas tem as funções pares e as funções ímpares? É uma função injetora, sobrejetora ou bijetora? Nesse caso, admite inversa? Que propriedades gráficas têm as funções inversas?

Todas essas informações, bem como a solução de diversos problemas reais e cotidianos para os alunos, podem ser exploradas pelo professor ao usar o *software* Graphmatica.

#### 4. FUNÇÕES MATEMÁTICAS: UMA ABORDAGEM NO ENSINO MÉDIO COM O USO DO GRAPHMATHICA

A relação de dependência entre duas grandezas, isto é, a variação de uma grandeza em relação às alterações de outra, está presente em diversas situações que envolvem o cotidiano de algumas pessoas, bem como em situações econômicas, fenômenos da natureza, etc.

Nessas relações é possível distinguir uma grandeza da outra através da dependência entre elas, nesse caso, afirmamos que uma grandeza é independente e a outra grandeza é dependente. Se cada valor da variável independente estiver relacionado a um único valor da variável dependente, dizemos que a relação entre essas grandezas é uma função.

O que não é simples é descobrir quais modelos funcionais melhor descrevem as relações naturais entre essas grandezas. No ensino médio, o professor deve procurar trabalhar com modelos de funções já definidas e determinadas e explorar esses modelos em problemas de modelagem matemática que sejam interessantes e atrativos aos alunos dessa faixa etária.

Assim, no ensino médio, não é necessário que o professor pretenda uma formalização completa do conceito de função, nem de modelagem matemática, pois para isso é necessário um conjunto de informações e conhecimentos que extrapolam o objetivo principal do tratamento de funções nesse período. Tal objetivo deve estar centrado apenas na ideia de estudar a variação de uma grandeza em função da variação da outra, mostrando como essas correlações estão presentes nos diversos meios de comunicação, como jornais, revistas, páginas da internet e em outras situações reais e que envolvam tomadas de decisão das pessoas.

Uma das melhores maneiras de estudar a relação entre duas grandezas contínuas é através do gráfico de linha que as representa. Quando fazemos uma representação gráfica para funções, a dependência de uma variável em relação à outra é muito bem definida, uma vez que usamos o eixo horizontal para o domínio da função, variável independente, e o eixo vertical para o contradomínio, variável dependente. Cada ponto da linha que representa o gráfico da função  $f$ , possui duas coordenadas  $(x, y)$ , sendo  $x$  o valor da variável independente e  $f(x)$  o valor da variável dependente, escrevemos que  $y$  é função de  $x$  e representamos  $y = f(x)$ .

Para um aluno de Ensino Médio, a leitura e interpretação do gráfico de uma função são fundamentais, pois ajudam o educando a entender o problema proposto e buscar as possíveis soluções. Nesse sentido, o professor deve tomar como tarefa crucial a análise de gráfico de funções.

O Graphmatica é um software que constrói gráficos de funções e efetua operações com as variáveis e por possuir uma multiplicidade de recursos, facilita e dá rapidez à execução e

visibilidade dos gráficos. Esse processo de construção gráfica pelo Graphmatica torna a aula do professor do Ensino Médio mais dinâmica, atrativa e de fácil entendimento do conteúdo por parte do aluno.

Podemos destacar algumas funções que são estudadas no Ensino Médio:

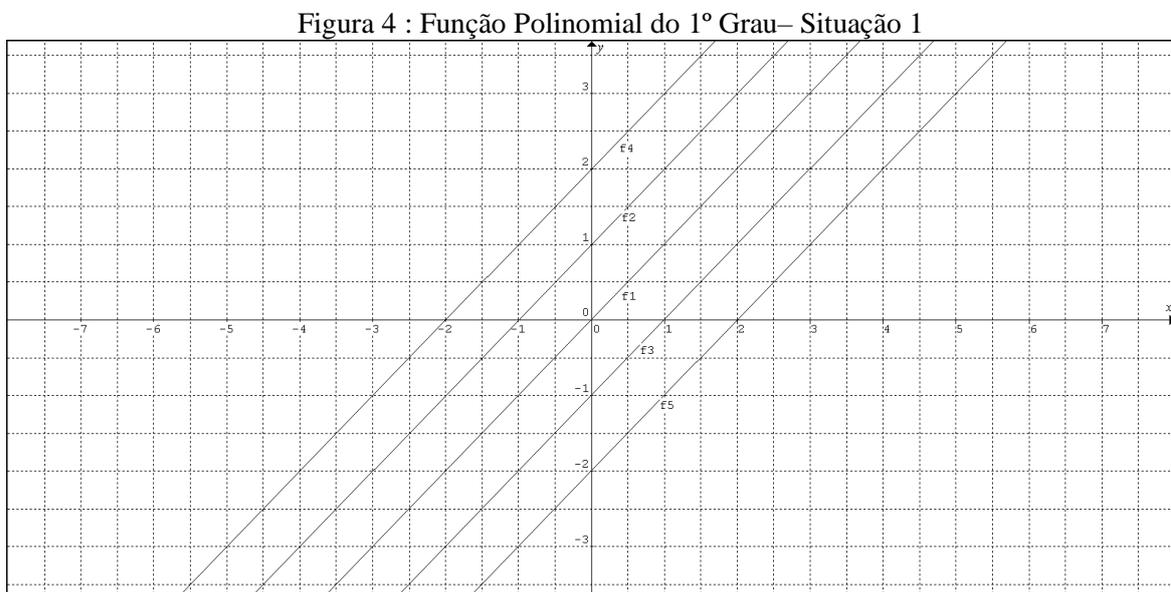
- Função Polinomial do 1º grau;
- Função Polinomial do 2º grau;
- Função Modular;
- Função Exponencial;
- Função Logarítmica;
- Funções Trigonométricas.

Neste capítulo, vamos destacar como o uso do Graphmatica, pode auxiliar o professor do Ensino Médio, no desenvolvimento das habilidades inerentes ao estudo das grandezas e das relações de dependência entre elas. Em cada subseção a seguir, apresentaremos exemplos dos questionamentos que podem ser feitos em algumas funções que são estudadas no ensino médio.

#### 4.1 FUNÇÃO POLINOMIAL DO 1º GRAU

Situação 1: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

- (a)  $f_1(x) = x$       (b)  $f_2(x) = x + 1$       (c)  $f_3(x) = x - 1$       (d)  $f_4 = x + 2$   
 (e)  $f_5(x) = x - 2$



Fonte: Elaborado pelo Autor

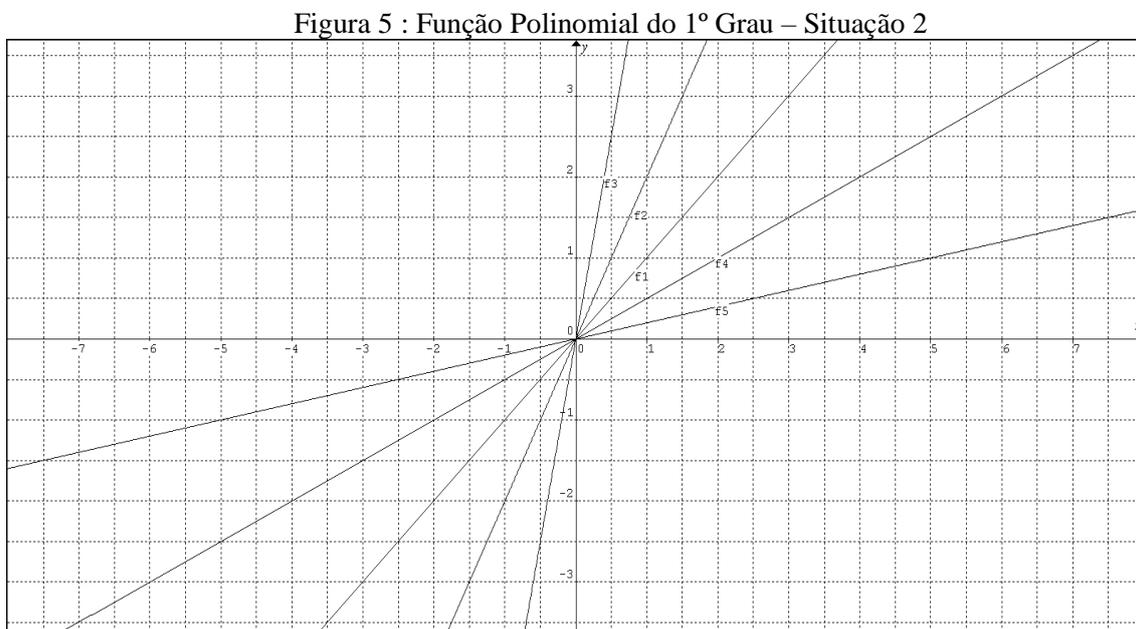
O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = x$ , podemos efetuar as translações verticais para as funções  $y = f(x) = x + k$ , onde  $k$  é um número real não nulo. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

1. Qual do domínio de cada função?
2. Qual a Imagem de cada função?
3. Em cada função, quando  $x = 0$ , qual o valor de  $f(0)$ ?
4. Qual o valor de  $x$ , para o qual  $f(x) = 0$ ? Ou seja, a função possui raiz, se possuir, qual?
5. Esses gráficos têm algum ponto em comum? Justifique sua resposta.
6. Para quais valores de  $x$  as funções assumem valores positivos? E negativos?

As perguntas e análises acima devem ser trabalhadas para cada uma das cinco funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = x + k$ , onde  $k$  é um número real não nulo.

**Situação 2:** Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

- (a)  $f_1(x) = x$                       (b)  $f_2(x) = 2x$                       (c)  $f_3(x) = 5x$                       (d)  $f_4(x) = \frac{1}{2}x$   
 (e)  $f_5(x) = \frac{1}{5}x$



Fonte: Elaborado pelo Autor

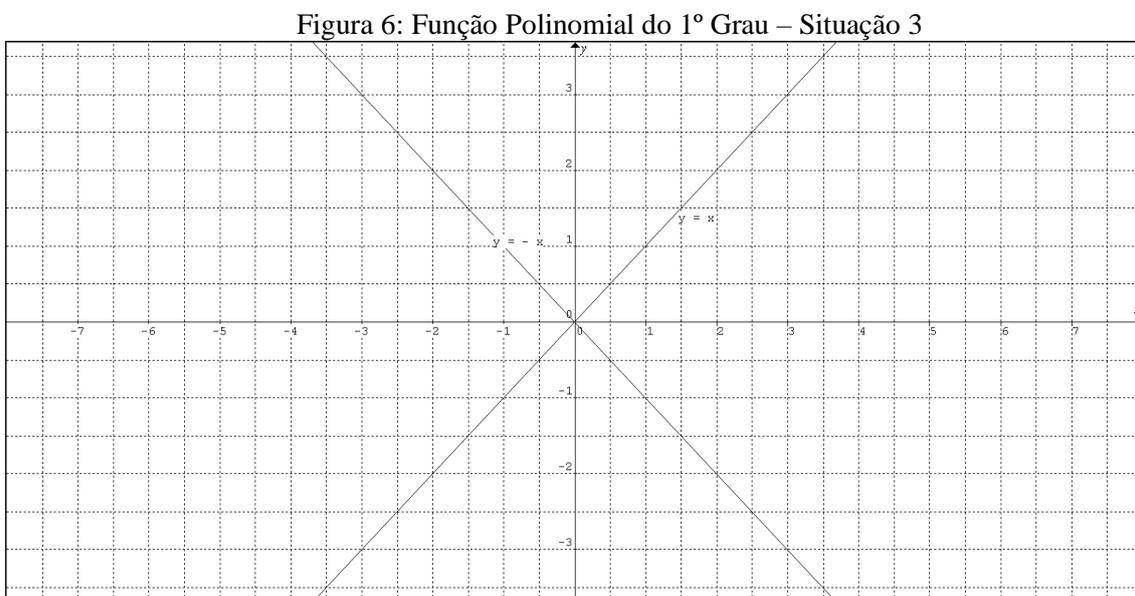
O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = x$ , se comportam as funções  $y = f(x) = k \cdot x$ , onde  $k$  é um número real positivo. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

1. Qual do domínio de cada função?
2. Qual a Imagem de cada função?
3. Em cada função, quando  $x = 0$ , qual o valor de  $f(0)$ ?
4. Qual o valor de  $x$ , para o qual  $f(x) = 0$ ? Ou seja, a função possui raiz, se possuir, qual?
5. Esses gráficos têm algum ponto em comum? Justifique sua resposta.
6. Para quais valores de  $x$  as funções assumem valores positivos? E negativos?
7. O que acontece quando  $K > 1$ ? E quando  $0 < k < 1$ ?
8. Que conclusões gerais se pode tirar à respeito da funções  $y = f(x) = k \cdot x$ , onde  $k$  é um número real positivo?
9. As funções são crescentes ou decrescentes? Justifique.

As perguntas e análises acima devem ser trabalhadas para cada uma das cinco funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tip  $y = f(x) = k \cdot x$ , onde  $k$  é um número real positivo.

Situação 3: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = x \quad (b) f_2(x) = -x$$



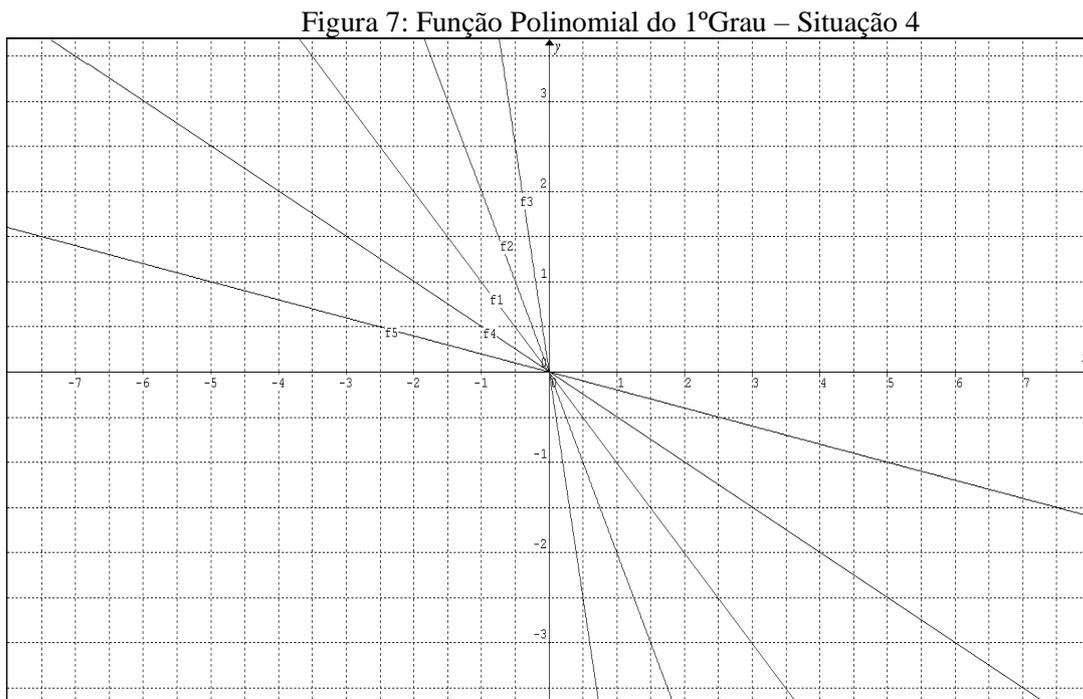
Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = x$ , se comporta a função  $y = f(x) = -x$ , bissetrizes dos quadrantes. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

1. Qual do domínio de cada função?
2. Qual a Imagem de cada função?
3. Em cada função, quando  $x = 0$ , qual o valor de  $f(0)$ ?
4. Qual o valor de  $x$ , para o qual  $f(x) = 0$ ? Ou seja, a função possui raiz, se possuir, qual?
5. Esses gráficos têm algum ponto em comum? Justifique sua resposta.
6. Para quais valores de  $x$  as funções assumem valores positivos? E negativos?
7. Porque essas retas podem ser chamadas de bissetrizes dos quadrantes?

**Situação 4:** Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

(a)  $f_1(x) = -x$       (b)  $f_2(x) = -2x$       (c)  $f_3(x) = -5x$       (d)  $f_4(x) = -\frac{1}{2}x$   
 (e)  $f_5(x) = -\frac{1}{5}x$



Fonte: Elaborado pelo Autor

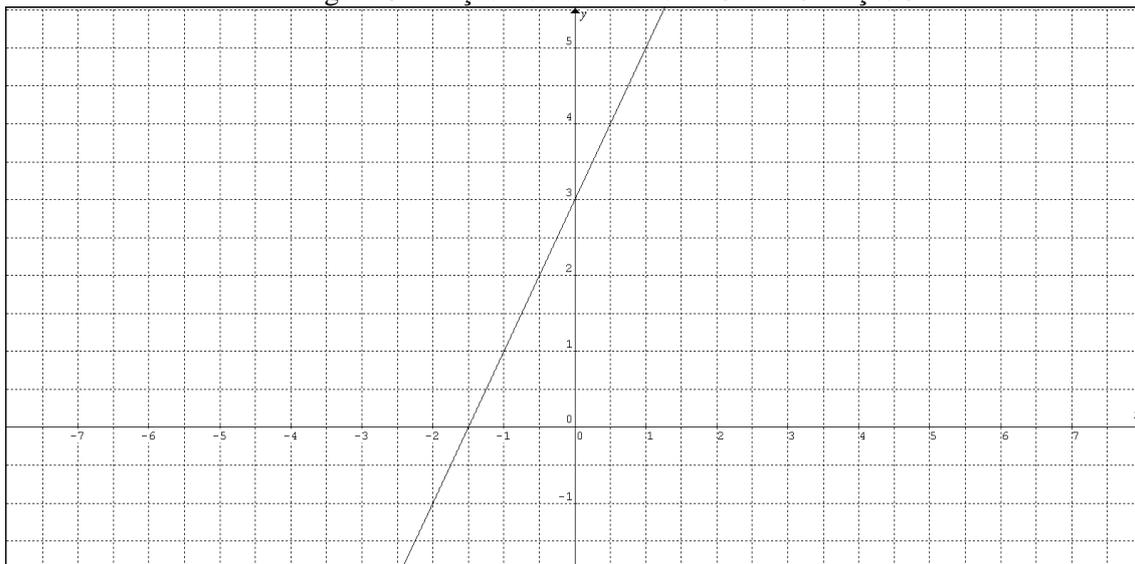
O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = x$ , se comportam as funções  $y = f(x) = k \cdot x$ , onde  $k$  é um número real negativo. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

1. Qual do domínio de cada função?
2. Qual a Imagem de cada função?
3. Em cada função, quando  $x = 0$ , qual o valor de  $f(0)$ ?
4. Qual o valor de  $x$ , para o qual  $f(x) = 0$ ? Ou seja, a função possui raiz, se possuir, qual?
5. Esses gráficos têm algum ponto em comum? Justifique sua resposta.
6. Para quais valores de  $x$  as funções assumem valores positivos? E negativos?
7. O que acontece quando  $-1 < k < 1$ ? E quando  $k < -1$ ?
8. Que conclusões gerais se pode tirar à respeito da funções  $y = f(x) = k \cdot x$ , onde  $k$  é um número real negativo?
9. As funções são crescentes ou decrescentes? Justifique.

As perguntas e análises acima devem ser trabalhadas para cada uma das cinco funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = k \cdot x$ , onde  $k$  é um número real negativo.

**Situação 5:** Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce o gráfico de  $f(x) = 2x + 3$ .

Figura 8: Função Polinomial do 1º Grau –Situação 5



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como se comporta a função  $y = f(x) = a \cdot x + b$ , com  $a$  e  $b$  coeficientes reais e  $a$  não nulo. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

1. Qual do domínio da cada função?
2. Qual a Imagem da cada função?

3. Quando  $x = 0$ , qual o valor de  $f(0)$ ?
4. Qual o valor de  $x$ , para o qual  $f(x) = 0$ ? Ou seja, a função possui raiz, se possuir, qual?
5. Para quais valores de  $x$  as funções assumem valores positivos? E negativos?
6. Como se chama o coeficiente  $a = 2$ ? O que ele representa para a função?
7. Como se chama o coeficiente  $b = 3$ ? O que ele representa para a função?

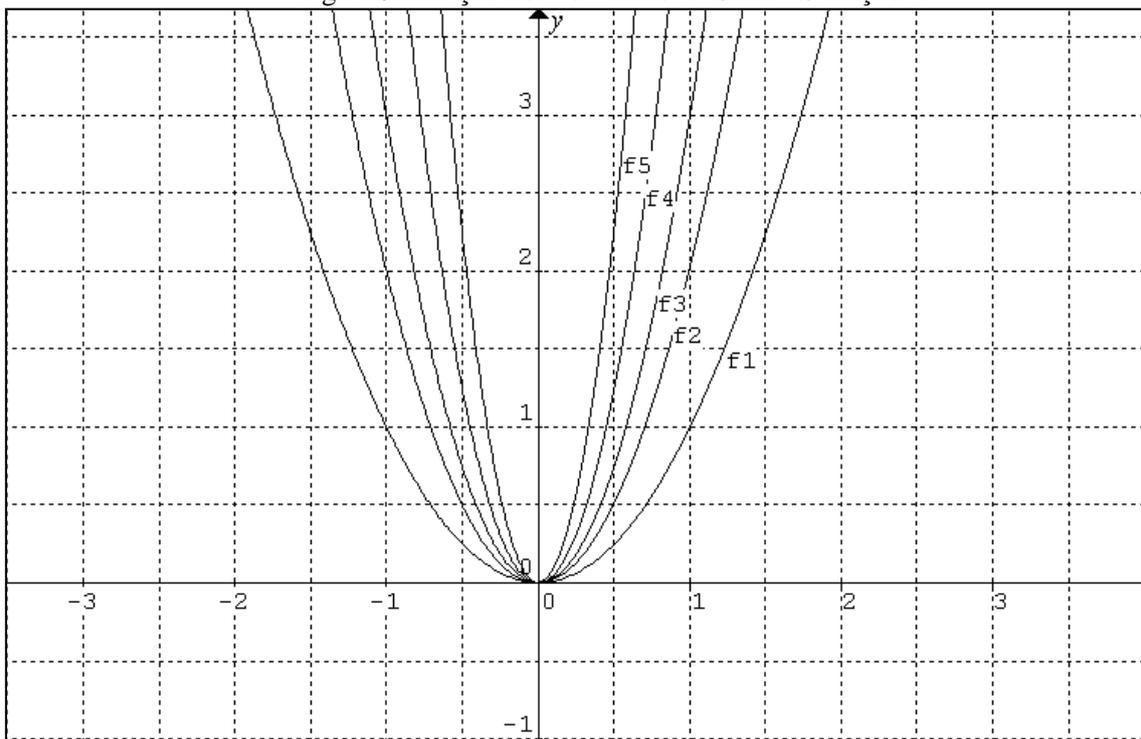
Com essa situação 5, o professor pode fechar o estudo sobre funções do 1º grau, explorando todas as generalizações e propriedades possíveis e que são importantes na resolução de problemas.

#### 4.2 FUNÇÃO POLINOMIAL DO 2º GRAU

**Situação 1:** Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

- (a)  $f_1(x) = x^2$       (b)  $f_2(x) = 2x^2$       (c)  $f_3(x) = 3x^2$       (d)  $f_4(x) = 5x^2$   
 (e)  $f_5(x) = 9x^2$

Figura 9: Função Polinomial do 2º Grau – Situação 1



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = x^2$ , podemos efetuar as mudanças nos valores do coeficiente de  $x^2$  e verificar a mudança da

“abertura”, do gráfico da primeira. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

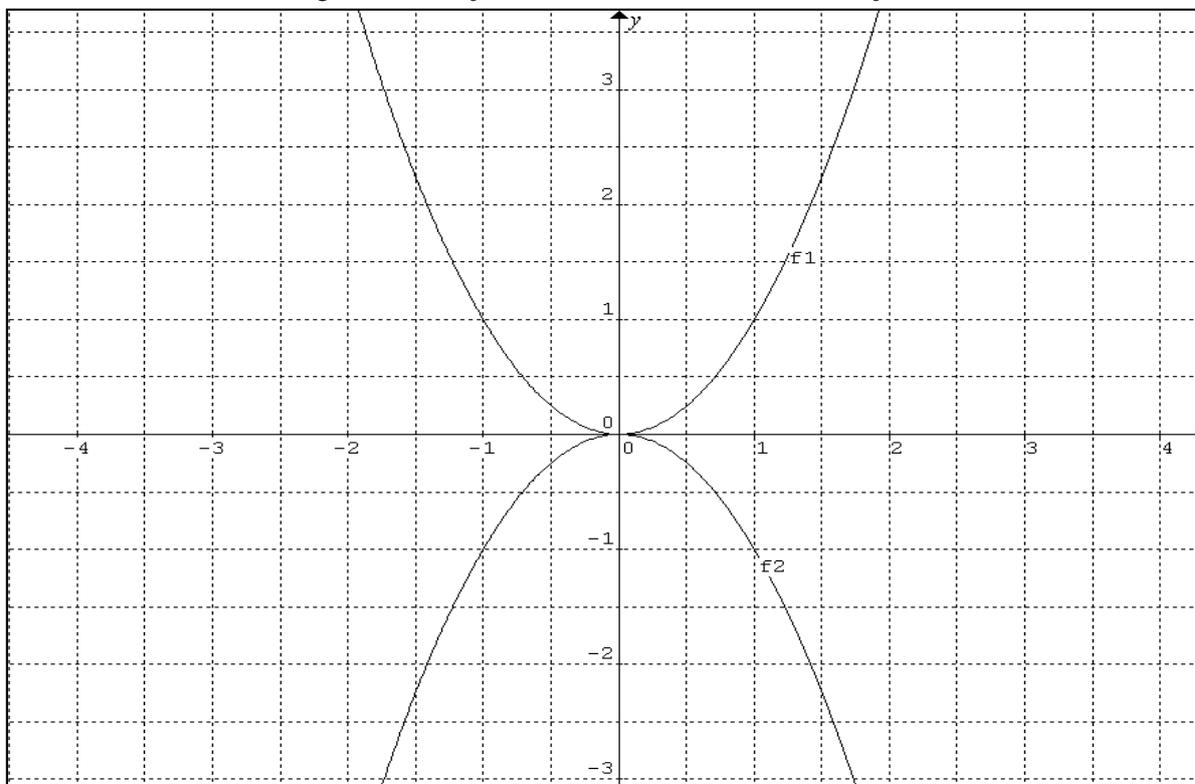
1. Como se chama o gráfico da função do 2º grau?
2. O que é possível concluir quando aumentamos o valor do coeficiente de  $x^2$  ?
3. Os gráficos possuem algum ponto comum? Qual? Porque isso acontece?
4. Como varia o sinal da função dada?
5. Todos os coeficientes de  $x^2$  foram positivos. O que esse fato implica no gráfico da função?

As perguntas e análises acima devem ser trabalhadas consultando-se ao mesmo tempo o gráfico das cinco funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = k \cdot x^2$ , onde  $k$  é um número real positivo.

Situação 2: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = x^2 \qquad (b) f_2(x) = -x^2$$

Figura 10: Função Polinomial do 2º Grau – Situação 2



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = x^2$ , podemos efetuar as mudanças nos valores do coeficiente de  $x^2$  para números negativos e verificar a mudança da “abertura” e da concavidade do gráfico da primeira. Podem ser exploradas algumas questões pelo professor, como por exemplo:

1. O que você entende por concavidade da parábola?
2. Comparando os dois gráficos, o que se pode concluir a respeito da concavidade?
3. Existe simetria entre esses dois gráficos? Qual? Por quê?

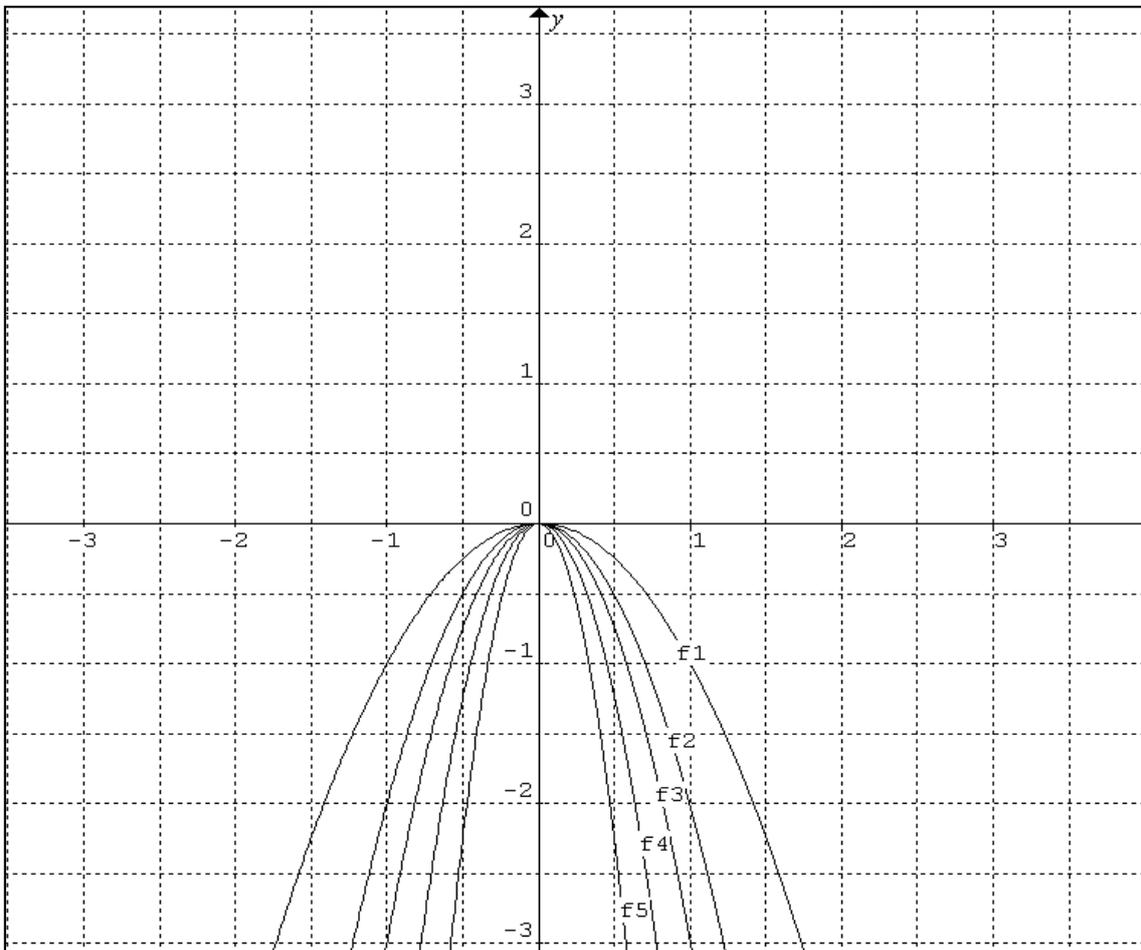
O professor pode explorar as respostas das questões acima, para discutir o fato de esses dois gráficos serem simétricos em relação ao eixo das abscissas, e também a simetria de cada um em relação ao eixo das ordenadas.

Situação 3: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = -x^2 \quad (b) f_2(x) = -2x^2 \quad (c) f_3(x) = -3x^2 \quad (d) f_4(x) = -5x^2$$

$$(e) f_5(x) = 9x^2$$

Figura 11: Função Polinomial do 2º Grau – Situação 3



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = -x^2$ , podemos efetuar as mudanças nos valores do coeficiente de  $x^2$  e verificar a mudança da “abertura”, do gráfico da primeira. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

- Em relação à abertura das parábolas, qual conclusão podemos chegar à respeito do coeficiente de  $x^2$  quando ele é um número negativo, com valor absoluto cada vez maior?
- Os gráficos possuem algum ponto comum? Qual? Porque isso acontece?
- Como varia o sinal da função dada?
- Todos os coeficientes de  $x^2$  foram negativos. O que esse fato implica no gráfico da função?

As perguntas e análises acima devem ser trabalhadas consultando-se ao mesmo tempo o gráfico das cinco funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = k \cdot x^2$ , onde  $k$  é um número real negativo.

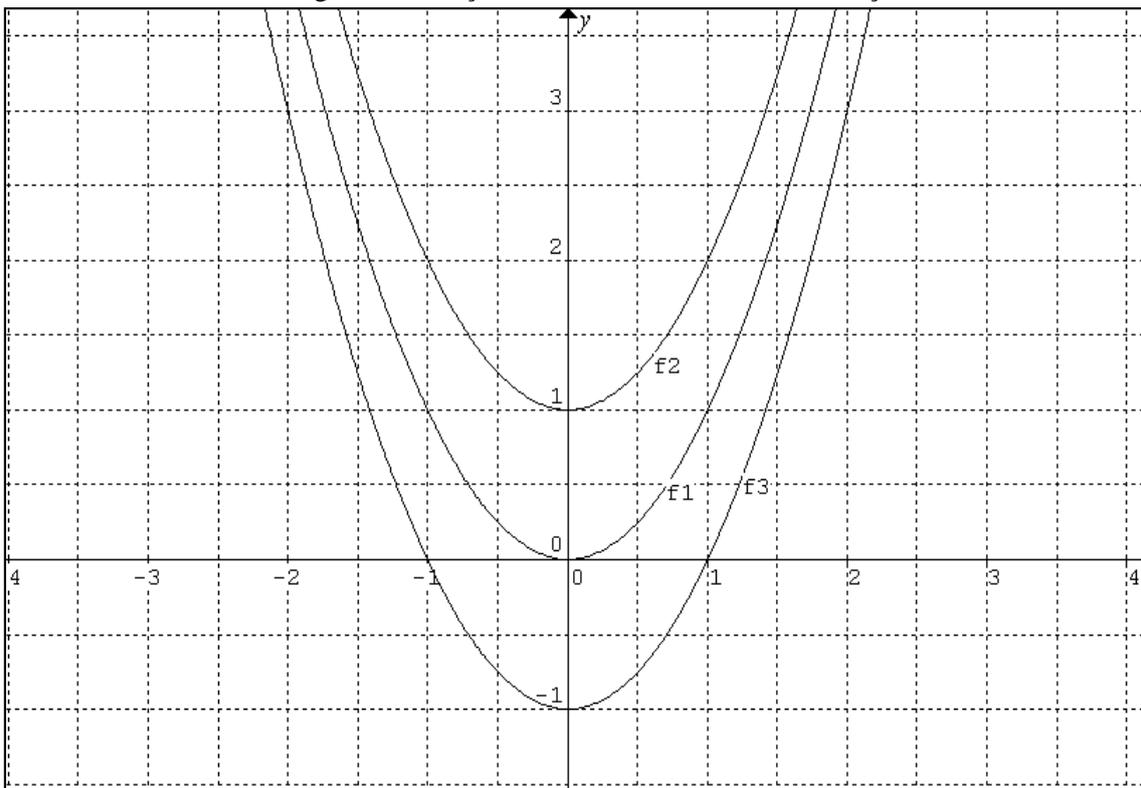
Situação 4: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = x^2$$

$$(b) f_2(x) = x^2 + 1$$

$$(c) f_3(x) = 3x^2 - 1$$

Figura 12: Função Polinomial do 2º Grau – Situação 4



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = x^2$ , podemos efetuar as translações verticais do gráfico de  $x^2$  à partir da adição ou subtração de um valor constante na função. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

- O acontece com o gráfico de  $f_1$  quando se soma um valor positivo na função? E se o valor for negativo?
- Esses gráficos têm algum ponto comum? Justifique.
- Qual a raiz da função  $f_1$ ? As demais funções têm a mesma raiz de  $f_1$ ?
- Quando somamos um valor constante em  $f_1$  que conclusões podemos tirar à respeito da(s) raiz(es) das funções  $f_2$  e  $f_3$ ?
- Qual a intersecção vertical dos gráficos de  $f_2$  e  $f_3$ ?

As perguntas e análises acima devem ser trabalhadas consultando-se ao mesmo tempo o gráfico das três funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = x^2 + k$ , onde  $k$  é um número real não nulo, assim o professor estará explorando o conceito de translação vertical à partir da função  $f_1$ .

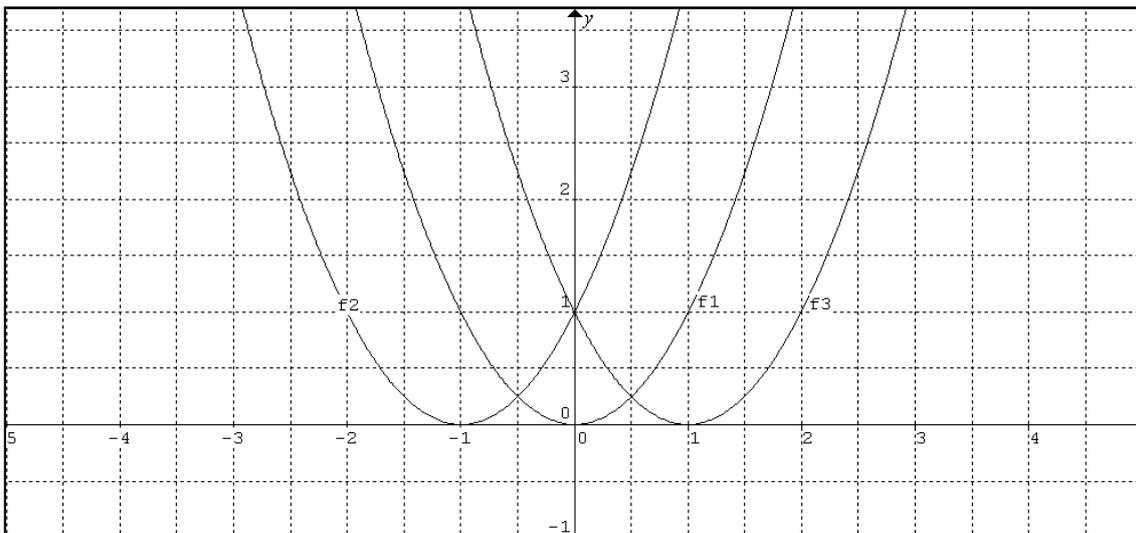
**Situação 5:** Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = x^2$$

$$(b) f_2(x) = (x + 1)^2$$

$$(c) f_3(x) = (x - 1)^2$$

Figura 13: Função Polinomial do 2º Grau – Situação 5



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = x^2$ , podemos efetuar as translações horizontais do gráfico de  $x^2$  à partir da adição ou subtração

de um valor constante na variável independente da função. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

- O acontece com o gráfico de  $f_1$  quando se soma um valor positivo na variável  $x$ ? E se o valor for negativo?
- Esses gráficos têm algum ponto comum? Justifique.
- Qual a raiz da função  $f_1$ ? As demais funções têm a mesma raiz de  $f_1$ ?
- Quando somamos um valor constante em  $f_1$  que conclusões podemos tirar à respeito da(s) raiz(es) das funções  $f_2$  e  $f_3$  ?
- O que acontece com o gráfico da função  $f_1$  à medida que o número positivo somado a variável  $x$  vai aumentando?
- O que acontece com o gráfico da função  $f_1$  à medida que o número negativo somado a variável  $x$  vai aumentando em valor absoluto?

As perguntas e análises acima devem ser trabalhadas consultando-se ao mesmo tempo o gráfico das três funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = (x + k)^2$ , onde  $k$  é um número real não nulo, assim o professor estará explorando o conceito de translação horizontal à partir da função  $f_1$ .

O Graphmatica pode ser explorado em mais uma quantidade considerável de exercícios e situações que envolvem funções do segundo grau, tais como:

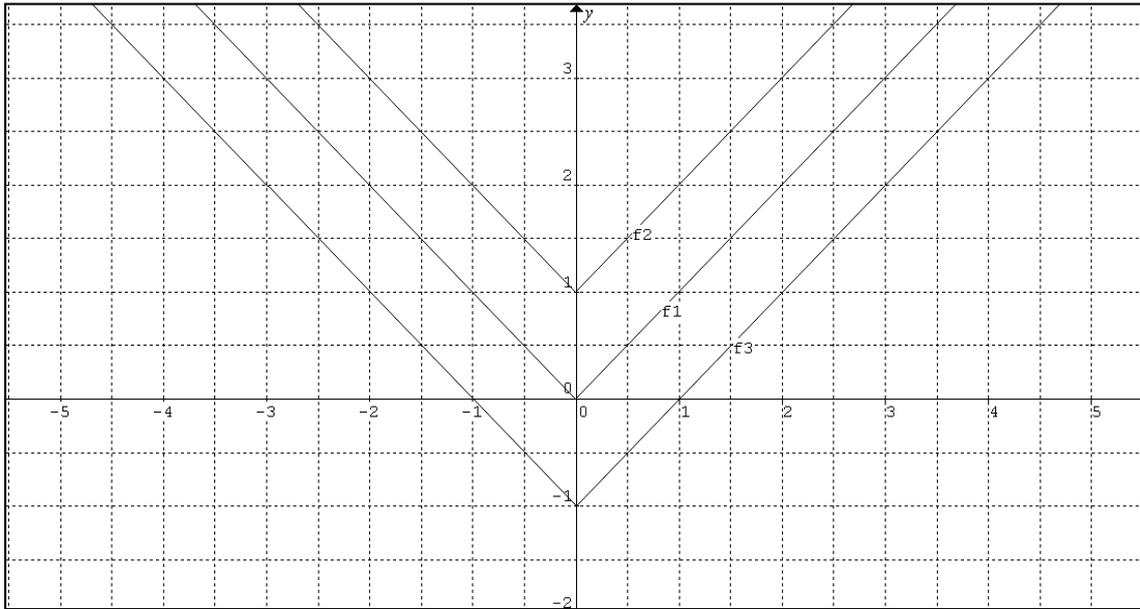
- Gráficos de funções do 2º grau do tipo  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , com  $a, b$  e  $c$  diferentes de zero;
- Problemas que envolvam máximo e mínimo de tais funções;
- Resolução de inequações simples do 2º grau
- Resolução de inequações produto/quociente envolvendo as funções polinomiais do 1º e 2º graus, etc.

### 4.3 FUNÇÃO MODULAR

Situação 1: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = |x| \quad (b) f_2(x) = |x| + 1 \quad (c) f_3(x) = |x| - 1$$

Figura 14: Função Modular – Situação 1



Fonte: Elaborado pelo Autor

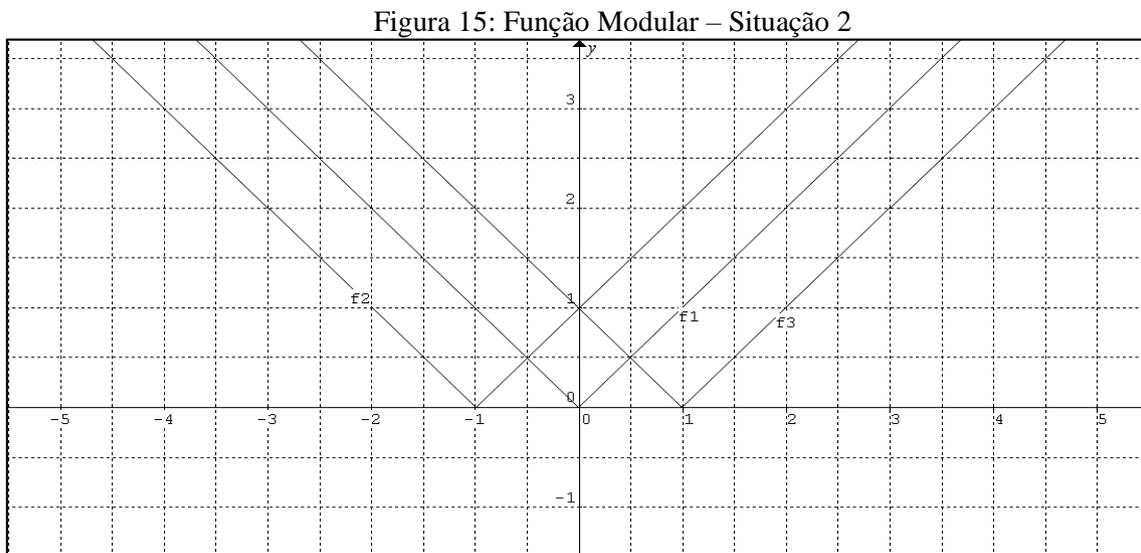
O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = |x|$ , podemos efetuar as translações verticais do gráfico à partir da adição ou subtração de um valor constante na função. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

- O que acontece com o gráfico de  $f_1$  quando se soma um valor positivo na função? E se o valor for negativo?
- Esses gráficos têm algum ponto comum? Justifique.
- Qual a raiz da função  $f_1$ ? As demais funções têm a mesma raiz de  $f_1$ ?
- Quando somamos um valor constante positivo em  $f_1$  que conclusões podemos tirar à respeito da(s) raiz(es) das funções trasladadas?
- Quando somamos um valor constante negativo em  $f_1$  que conclusões podemos tirar à respeito da(s) raiz(es) das funções trasladadas?
- Qual a intersecção vertical dos gráficos de  $f_2$  e  $f_3$ ? Que conclusões gerais podemos tirar a respeito dessa informação?

As perguntas e análises acima devem ser trabalhadas consultando-se ao mesmo tempo o gráfico das três funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = |x| + k$ , onde  $k$  é um número real não nulo, assim o professor estará explorando o conceito de translação vertical à partir da função  $f_1$  e o problema de construção de gráficos de tais funções fica simplificado para o aluno.

Situação 2: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = |x| \quad (b) f_2(x) = |x + 1| \quad (c) f_3(x) = |x - 1|$$



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = |x|$ , podemos efetuar as translações horizontais do gráfico à partir da adição ou subtração de um valor constante na variável independente da função. Podem ser exploradas diversas questões pelo professor, como por exemplo:

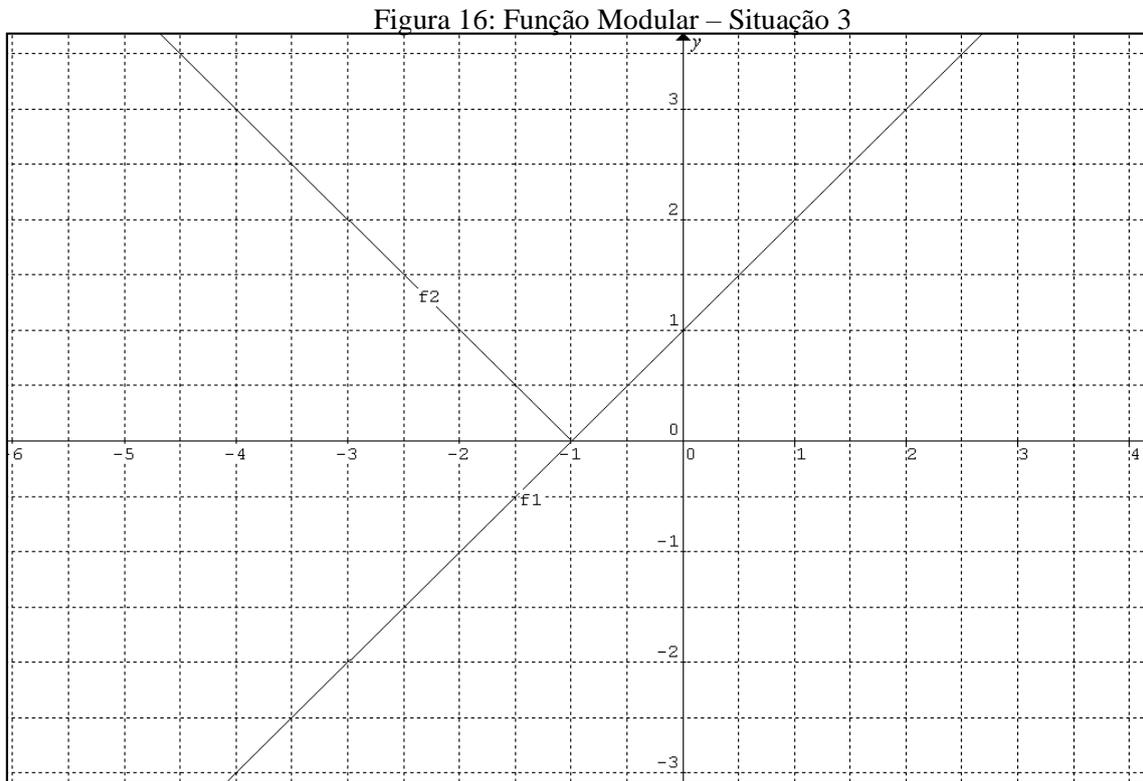
- O que acontece com o gráfico de  $f_1$  quando se soma um valor positivo na variável  $x$ ? E se o valor for negativo?
- Esses gráficos têm algum ponto comum? Justifique.
- Qual a raiz da função  $f_1$ ? As demais funções têm a mesma raiz de  $f_1$ ?
- Quando somamos um valor constante em  $f_1$  que conclusões podemos tirar à respeito da(s) raiz(es) das funções  $f_2$  e  $f_3$ ?
- O que acontece com o gráfico da função  $f_1$  à medida que o número positivo somado a variável  $x$  vai aumentando?
- O que acontece com o gráfico da função  $f_1$  à medida que o número negativo somado a variável  $x$  vai aumentando em valor absoluto?

As perguntas e análises acima devem ser trabalhadas consultando-se ao mesmo tempo o gráfico das três funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = |x + k|$ , onde  $k$  é um número real não nulo, assim o professor estará explorando o conceito de translação horizontal à partir da função  $f_1$ .

Situação 3: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = x + 1$$

$$(b) f_2(x) = |x + 1|$$



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = x + 1$ , podemos construir o gráfico da função  $y = f(x) = |x + 1|$ . A análise desse tipo de situação pode ser útil para responder questões do tipo:

- O que aconteceu com o gráfico de  $f_2$  se comparado com o gráfico de  $f_1$ ?
- Houve alguma mudança no domínio da função?
- Que alteração houve na imagem da função de  $f_2$  em relação à imagem da função  $f_1$ ?
- Analise o crescimento ou decréscimo da função  $f_1$ . Que mudanças houve no gráfico de  $f_2$  em relação a monotonicidade?
- Qual a raiz de  $f_1$ ? Qual a raiz de  $f_2$ ? Que conclusões podemos tirar à respeito desse valor encontrado para as raízes de  $f_1$  e  $f_2$ ?

A análise acima deve ser trabalhada consultando-se ao mesmo tempo o gráfico das duas funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = ax + b$  e  $y = f(x) = |ax + b|$ . Esse mesmo raciocínio pode ser aplicado para a

construção de funções do 2º grau do tipo  $y = f(x) = ax^2 + bx + c$ , e  $y = f(x) = |ax^2 + bx + c|$ , explorando nesse caso conceitos específicos das funções quadráticas.

O Graphmatica pode ser explorado em mais uma quantidade considerável de exercícios e situações que envolvem funções modulares, tais como:

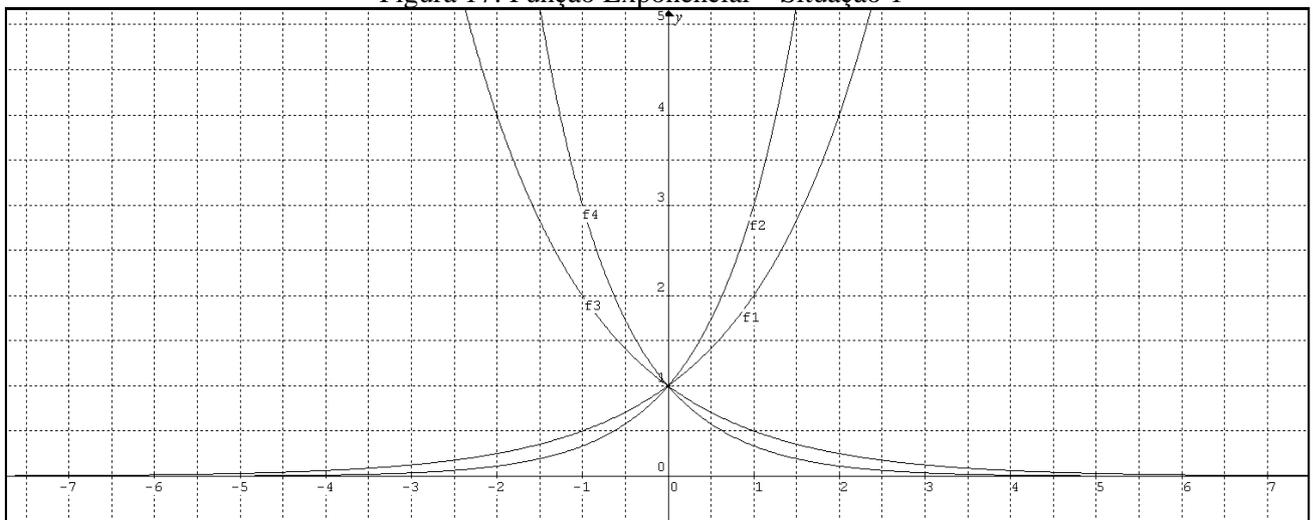
- Gráficos de funções do 2º grau do tipo  $f(x) = a|x|^2 + b|x| + c$ , com  $a, b$  e  $c$  diferentes de zero;
- Problemas que envolvam máximo e mínimo de tais funções;
- Resolução de inequações modulares.
- Resolução de inequações produto/quociente envolvendo as funções polinomiais do 1º grau, 2º grau e funções modulares.
- Resolução de equações modulares dos tipo  $|ax + b| = |cx + d|$ , onde  $a, b, c$  e  $d$  são coeficientes reais com  $a$  e  $c$  diferentes de zero, etc.

#### 4.4 FUNÇÕES EXPONENCIAL E LOGARÍTMICA

Situação 1: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = 2^x \quad (b) f_2(x) = 3^x \quad (c) f_3(x) = \left(\frac{1}{2}\right)^x \quad (d) f_4(x) = \left(\frac{1}{3}\right)^x$$

Figura 17: Função Exponencial – Situação 1



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, o comportamento gráfico das funções do tipo  $y = f(x) = a^x$ , onde  $a$  é um número real positivo e  $a \neq 1$ . Os itens (a) e (b) tratam da função exponencial para  $a > 1$  e os itens (c) e (d) para  $0 < a < 1$ . Com essas construções gráficas o professor pode explorar as propriedades de tais funções através de questões como:

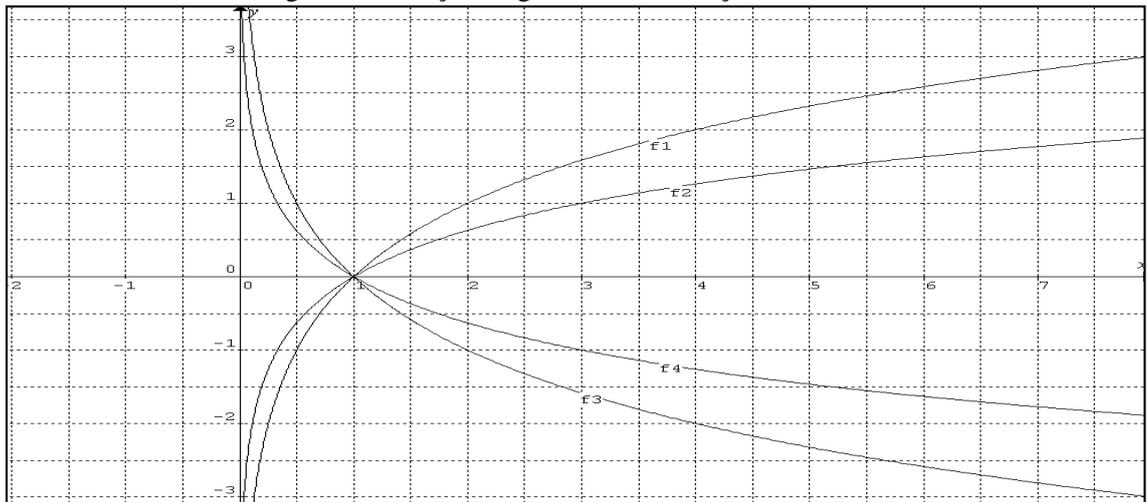
- Qual o ponto comum aos gráficos construídos? Justifique o porquê de esse ponto ser comum.
- Quais funções são crescentes? Quais são decrescentes? Que conclusões podemos chegar a respeito do crescimento ou decrescimento de tais funções?
- Qual o domínio dessas funções?
- Qual a imagem dessas funções?
- As funções construídas são injetoras? E sobrejetoras?
- Tais funções possuem raiz (es)? Justifique sua resposta.

A análise acima deve ser trabalhada consultando-se ao mesmo tempo o gráfico das quatro funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = a^x$ , com  $a$  real positivo e  $a \neq 1$ . Nessa situação, para funções exponenciais e logarítmicas, introduzimos o conceito de funções injetoras e sobrejetoras, e nas situações que seguiremos introduziremos o conceito de funções bijetora e funções inversas. Tais conceitos são importantes para a resolução de equações e inequações exponenciais e logarítmicas.

Situação 2: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

(a)  $f_1(x) = \log_2 x$     (b)  $f_2(x) = \log_3 x$     (c)  $f_3(x) = \log_{\frac{1}{2}} x$     (d)  $f_4(x) = \log_{\frac{1}{3}} x$

Figura 18: Função Logarítmica – Situação 2



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, o comportamento do gráfico das funções do tipo  $y = f(x) = \log_a x$ , onde  $a$  é um número real positivo e  $a \neq 1$ . Os itens (a) e (b) tratam da função logarítmica para  $a > 1$  e os itens (c) e (d) para  $0 < a < 1$ . Com essas construções gráficas o professor pode explorar as propriedades de tais funções através de questões como:

Qual o ponto comum aos gráficos construídos? Justifique o porquê de esse ponto ser comum.

- Tais funções possuem raiz (es)? Justifique sua resposta.
- Quais funções são crescentes? Quais são decrescentes? Que conclusões podemos chegar à respeito do crescimento ou decrescimento de tais funções?
- Qual o domínio dessas funções?
- Qual a imagem dessas funções?
- As funções construídas são injetoras? E sobrejetoras?
- As funções exponenciais e logarítmicas são bijetoras? Justifique.

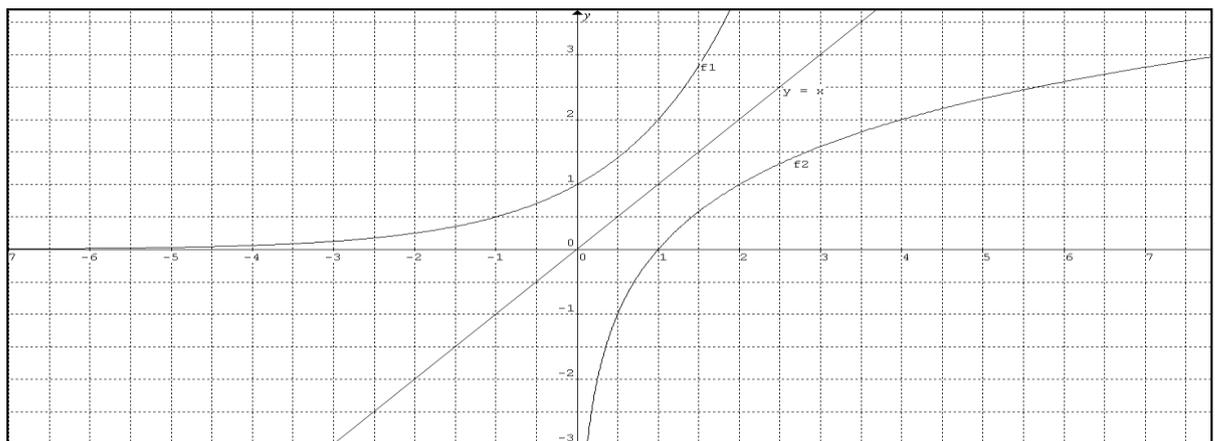
A análise acima deve ser trabalhada consultando-se ao mesmo tempo o gráfico das quatro funções e depois o professor pode generalizar para qualquer função do tipo  $y = f(x) = \log_a x$ , com  $a$  real positivo e  $a \neq 1$ . Aqui é importante o professor ressaltar o domínio das funções para reforçar as condições de existência dos logaritmos. Nessa situação, o professor pode introduzir o conceito de funções bijetoras que será necessário na próxima situação.

Situação 3: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = 2^x$$

$$(b) f_2(x) = \log_2 x$$

Figura 19: Função Exponencial e Função Logarítmica – Situação 3



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, que a função  $y = f(x) = \log_a x$  é a inversa da função  $y = g(x) = a^x$  e explorar o conceito de funções compostas. Com essas construções gráficas o professor pode explorar as propriedades de tais funções através de questões como:

- As funções  $f_1$  e  $f_2$  são bijetoras?
- Podemos afirmar que  $f_1$  e  $f_2$  são funções inversas? Justifique sua resposta.

- Observe o gráfico da reta  $y = x$ , bissetriz dos quadrantes pares, existe simetria dos gráficos de  $f_1$  e  $f_2$  em relação a essa reta?
- Determine  $(f_1 \circ f_2)(x)$  e  $(f_2 \circ f_1)(x)$ . Quais os resultados você obteve? Que conclusão podemos chegar a respeito desses resultados?

A análise acima deve ser trabalhada somente após o aluno conhecer o conceito de funções injetoras, sobrejetoras, bijetoras e funções inversas. Depois de trabalhar essa situação o professor pode propor que o aluno analise esses conceitos para outras funções já estudadas.

O Graphmatica pode ser explorado em outras situações de exercícios que envolvem funções exponenciais e logarítmicas, tais como:

- Explorar a solução gráfica das equações exponenciais e logarítmicas.
- Resolver graficamente inequações exponenciais e logarítmicas.
- Trabalhar a resolução de problemas que envolvam tais funções através da análise de gráfico.
- Fazer translações dos gráficos de tais funções e explorar as novas condições de existência, domínio e imagem, etc.

#### 4.5 FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS

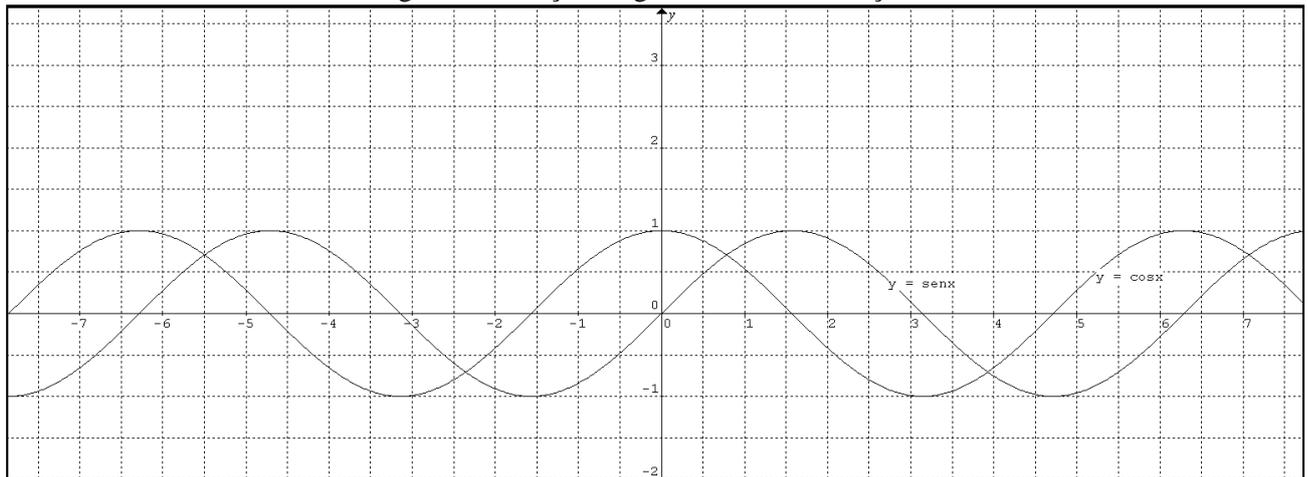
O estudo das funções trigonométricas no Ensino Médio é muito vasto e demorado, exatamente pela quantidade excessiva de gráficos que o aluno precisa construir para entender todas as propriedades relativas à imagem, domínio e período das funções. Nesse caso, torna-se fundamental o uso de ferramentas como o *software* Graphmatica para agilizar o processo de construção de tais gráficos. Vamos nessa sessão estudar três situações que envolvem as funções trigonométricas.

Situação 1: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = \text{sen}(x)$$

$$(b) f_2(x) = \text{cos}(x)$$

Figura 20: Função Trigonométrica – Situação 1



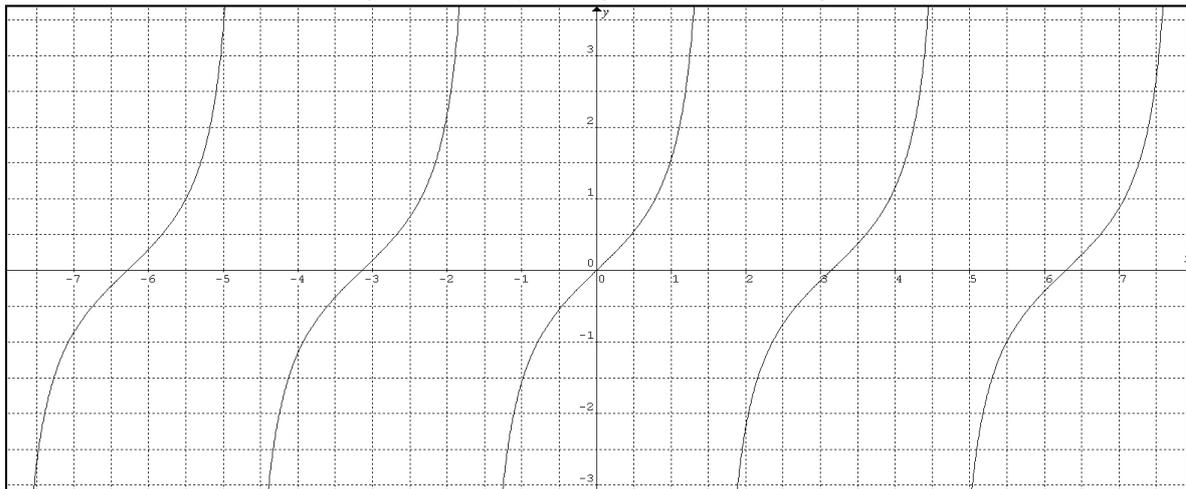
Fonte: Elaborado pelo Autor

Nessa situação, nos itens (a) e (b), foram construídos os gráficos das funções seno e cosseno, e o professor pode explorar as propriedades dessas funções através de questões como:

- Quais as diferenças existem entre os gráficos das funções seno e cosseno?
- Se não tivesse sido colocado o rótulo, como você identificaria a função seno?
- Quais os intervalos (quadrantes) de crescimento da função seno? E da função cosseno?
- Tais funções possuem raízes? Quantas? Justifique sua resposta.
- Os gráficos das duas funções apresentam interseções? Quantas? É possível descobrir uma expressão geral que determine tais pontos de intersecção?
- Em que intervalos (quadrantes) a função seno é positiva? E negativa? Como você identifica esses intervalos no gráfico?
- Em que intervalos (quadrantes) a função cosseno é positiva? E negativa? Como você identifica esses intervalos no gráfico?
- As funções seno e cosseno são periódicas? Qual o período da função seno? E da função cosseno?
- Qual o domínio de tais funções?
- Qual a imagem da função seno? E da função cosseno? Isso significa que tais funções são limitadas? Justifique sua resposta.

$$(c) f_3(x) = tg(x)$$

Figura 21: Função Trigonométrica - Tangente



Fonte: Elaborado pelo Autor

Neste item, o professor vai explorar a função tangente através de questionamentos semelhantes ao do item anterior:

- Quais os intervalos (quadrantes) de crescimento da função tangente?
- Essa função possui raízes? Quantas? Justifique sua resposta.
- Qual o domínio da função tangente? Como esse domínio está representado no gráfico?
- Em que intervalos (quadrantes) a função tangente é positiva? E negativa? Como você identifica esses intervalos no gráfico?
- A função tangente é periódica? Qual o período da função tangente?
- Qual a imagem da função tangente? Isso significa que a função tangente é limitada? Justifique sua resposta.

A análise das respostas das questões dessa situação 1, proporcionará ao professor uma oportunidade de ensinar ou retomar os conceitos e propriedades dessas três funções trigonométricas. Nas situações que seguem, propomos modificações nos gráficos das funções.

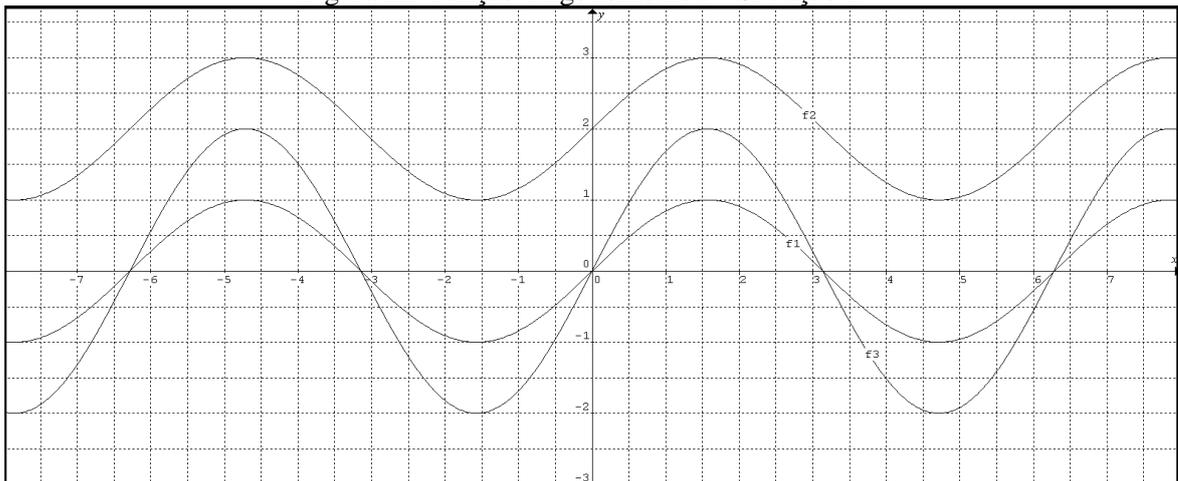
Situação 2: Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = \text{sen}(x)$$

$$(b) f_2(x) = 2 + \text{sen}(x)$$

$$(c) f_3(x) = 2 \cdot \text{sen}(x)$$

Figura 22: Função Trigonométrica – Situação 2



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = \text{sen}(x)$ , podemos efetuar as translações verticais do gráfico à partir da adição ou subtração de um valor constante na função. Também nessa situação, exploramos a deformação vertical sofrida pelo gráfico da função quando multiplicamos o valor de  $y$  por uma constante real, diferente de zero. O professor pode explorar questões como as que seguem:

- Qual o domínio e a imagem das funções  $f_2$  e  $f_3$ ? Que mudanças ocorreram em relação à função  $f_1$ ?
- É possível determinar uma expressão geral que represente o conjunto imagem para as funções  $f_2$  e  $f_3$ ? Quais?
- Qual o período das funções  $f_2$  e  $f_3$ ? Houve alguma mudança em relação ao período da função  $f_1$ ?

Ao trabalhar as questões acima com os alunos o professor deve procurar generalizar as informações sobre os gráficos das funções  $y = f(x) = k + \text{sen}(x)$  e  $y = f(x) = k \cdot \text{sen}x$ , para  $k$  real e  $k \neq 0$ . É fundamental que nessa situação o professor discuta com os alunos os intervalos de variação de  $k$  para cada uma dessas funções, ou seja, o que acontece quando  $0 < k < 1$  ou quando  $k > 1$ . Além disso, o professor pode explorar as situações em que  $k < 0$ . Todas as conclusões tiradas dessa situação 2 devem ser expandidas para as funções cosseno e tangente.

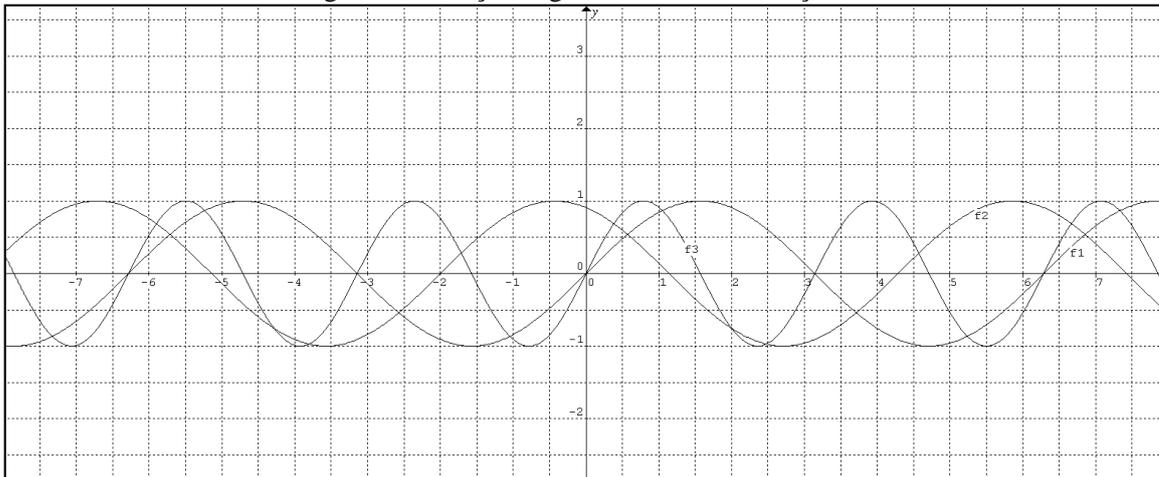
**Situação 3:** Utilizando o Graphmatica, num mesmo sistema cartesiano ortogonal, esboce os gráficos de:

$$(a) f_1(x) = \text{sen}(x)$$

$$(b) f_2(x) = \text{sen}(x + 2)$$

$$(c) f_3(x) = \text{sen}(2x)$$

Figura 23: Função trigonométricas – Situação 3



Fonte: Elaborado pelo Autor

O objetivo dessa situação é mostrar para o aluno, como a partir da função  $y = f(x) = \text{sen}(x)$ , podemos efetuar as translações horizontais do gráfico à partir da adição ou subtração de um valor constante na variável. Também nessa situação, exploramos a deformação horizontal sofrida pelo gráfico da função quando multiplicamos o valor de  $x$  por uma constante real, diferente de zero. O professor pode explorar questões como as que seguem:

- Qual o domínio e a imagem das funções  $f_2$  e  $f_3$ ? Que mudanças, no gráfico, ocorreram em relação à função  $f_1$ ?
- Qual o período das funções  $f_2$  e  $f_3$ ? Houve alguma mudança em relação ao período da função  $f_1$ ?
- É possível determinar uma expressão geral que represente o período da função  $f_3$  em relação à função  $f_1$ ? Qual?

Ao trabalhar as questões acima com os alunos o professor deve procurar generalizar as informações sobre os gráficos das funções  $y = f(x) = \text{sen}(x + k)$  e  $y = f(x) = \text{sen}(k \cdot x)$ , para  $k$  real e  $k \neq 0$ . É fundamental que nessa situação o professor discuta com os alunos os intervalos de variação de  $k$  para cada uma dessas funções, ou seja, para a função  $f_3$ , o que acontece quando  $0 < k < 1$ ,  $k > 1$  ou  $k < 0$ . Por outro lado, para a função  $f_2$ , analisar o que acontece quando  $k > 0$  e quando  $k < 0$ . Todas as conclusões tiradas dessa situação 3 devem ser expandidas para as funções cosseno e tangente.

Além dessas atividades foram desenvolvidas outras atividades com indicação dos alunos. Assim, nesse capítulo, exploramos diversas situações que são apresentadas aos alunos do Ensino Médio, a respeito da construção de gráficos e propriedades das funções. Em todas as análises, são propostas questões que não esgotam o escopo de alternativas para que o professor trabalhe com seus alunos. Além disso, deve-se levar em consideração o nível de

desenvolvimento, de cada aluno, nessa disciplina, pois só assim a ferramenta Graphmatica terá efeito positivo na formação deste educando.

## 5. RESULTADO DOS QUESTIONÁRIOS E ANÁLISE DE DADOS

Durante o desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa, com os alunos do Ensino Médio, foram aplicados dois questionários, um no segundo ano do Ensino Médio, que visou-se fazer uma sondagem sobre o conhecimento que os alunos tinham sobre função até o nono ano e primeiro ano do Ensino Médio e sobre a construção e análise dos gráficos das funções que compõem o currículo do Ensino Fundamental e Médio, do Estado de Minas Gerais (CBC – MG).

O segundo questionário, aplicado para os mesmos alunos, também no segundo ano do Ensino Médio, tinha por objetivo ver a evolução dos alunos no estudo das funções, dessa vez, funções específicas para o primeiro e segundo anos do Ensino Médio, segundo currículo de Minas Gerais.

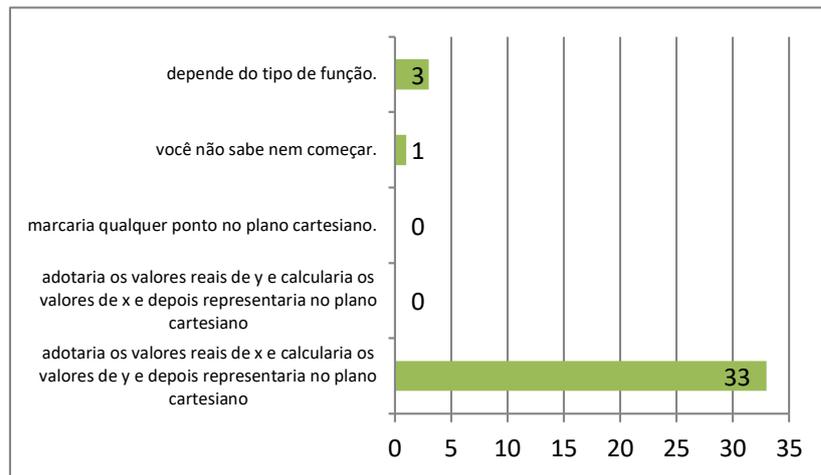
No quesito evolução dos alunos levou-se em conta principalmente a construção e análise do gráfico de funções como uso do Graphmatica. A seguir, apresentamos os resultados dessa pesquisa, divididos em duas etapas, conforme explicado acima.

### 5.1 PESQUISA APLICADA AOS ALUNOS NO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO

A pesquisa foi aplicada aos alunos, no segundo ano do Ensino Médio, antes de conhecerem o Graphmatica:

Os 37 alunos da amostra foram questionados em como fariam o gráfico de uma função, 89,19% adotariam os valores reais de  $x$  e calculariam os valores de  $y$  para depois representarem no plano cartesiano. Apenas 8,11% responderam que dependia da função e 2,70% disse não saber por onde começar (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Resultados em números absolutos da questão “Como você faria o gráfico de uma função?”

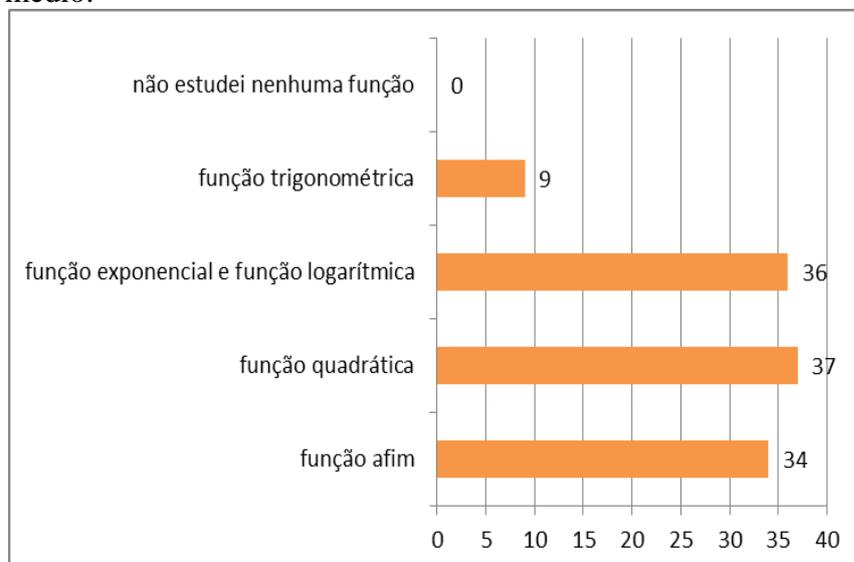


Fonte: Elaborado pelo Autor

Em relação aos tipos de funções que os alunos já tinham estudado no 9º ano do ensino fundamental e 1º ano do Ensino Médio, 24,32% disseram já ter estudado funções trigonométricas, 97,30% funções logarítmica e exponencial, 100% função quadrática e 91,89% função afim. Esses números foram bem expressivos, pois refletem o conteúdo que permeia todo o currículo do 1º ano do Ensino Médio e provavelmente a maioria dos alunos estavam estudando ou tinham acabado de estudá-los (Gráfico 2).

Nas escolas do estado de Minas Gerais, normalmente, funções trigonométricas são dadas no 2º ano do Ensino Médio, portanto, esses alunos que disseram que estudaram a função trigonométrica podem ter visto em outras escolas, ou possuem dificuldades na aprendizagem.

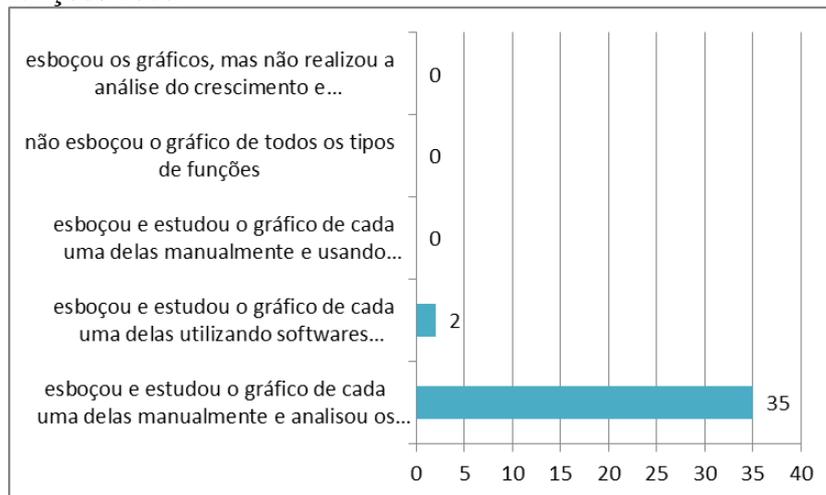
Gráfico 2 – Resultado em números absolutos da Questão “Assinale os tipos de funções que você já estudou no 9º ano do ensino fundamental e 1º ano do ensino médio:”



Fonte: Elaborado pelo Autor

Em seguida foi revisado com os alunos que no estudo das funções, o esboço e análise de seus gráficos são fundamentais para o desenvolvimento das competências relacionadas a cada uma delas. Ao estudar os vários tipos de funções, 94,59% dos alunos disseram que esboçaram e estudaram o gráfico de cada uma das funções manualmente e analisaram os intervalos de crescimento e decréscimo. Apenas (5,41%) disseram já utilizar *softwares* computacionais para o esboço e análise dos gráficos (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Resultado em números absolutos da questão “No estudo das funções o esboço e análise de seus gráficos é fundamental para o desenvolvimento das competências relacionadas a cada uma delas. Ao estudar os vários tipos de funções você:”



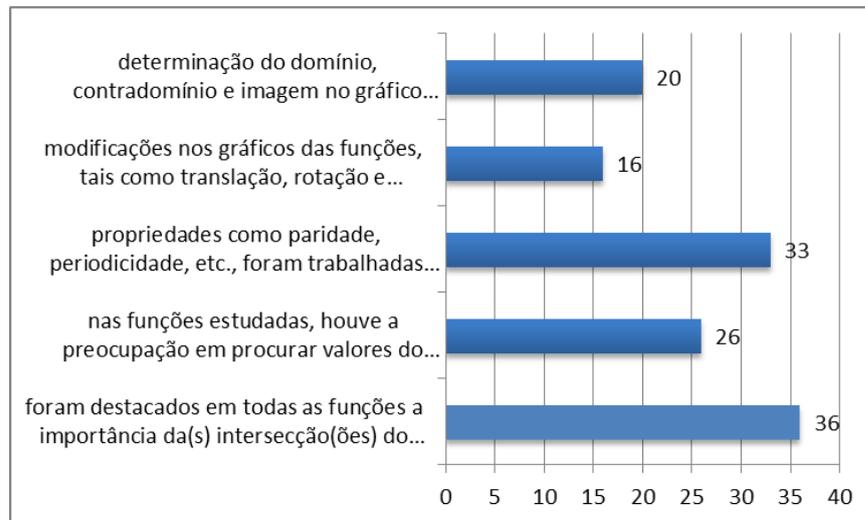
Fonte: Elaborado pelo Autor

Também foram investigados com os alunos da amostra quais os principais pontos devem ser salientados no estudo de cada uma das funções. Assim de acordo com as respostas é possível afirmar que ao longo do 9º ano do ensino fundamental e 1º ano do Ensino Médio, 54,05% disseram que estudaram determinação do domínio, contradomínio e imagem no gráfico das funções estudadas. Apenas 43,24% estudaram as modificações nos gráficos das funções, tais como translação, rotação e reflexão.

Com relação a propriedades como paridade, periodicidade, etc., cerca de 89,20% dos alunos disseram tê-las estudado nos gráficos, 70,27% disseram que nas funções estudadas, houve a preocupação em procurar valores do ponto de máximo e do ponto de mínimo quando existiam. Por fim, a maioria dos alunos, 97,30% disseram que foram destacados em todas as funções a importância da(s) intersecção(ões) do gráfico com os eixos coordenados, dando importância as raízes (quando existir) e coeficientes relacionados às leis de formação, esse resultado nos leva a perceber a importância do uso da ferramenta Graphmatica no ensino das funções matemáticas (Gráfico 4).

Não foram percebidos pelos alunos que poderia marcar mais de uma alternativa.

Gráfico 4 - Resultado em números absolutos da questão “Ao construir o gráfico das funções é importante salientar os principais pontos de cada uma delas. Assinale os itens que foram tratados ao longo do 9º ano do ensino fundamental e 1º ano do ensino médio sobre esse tema”:

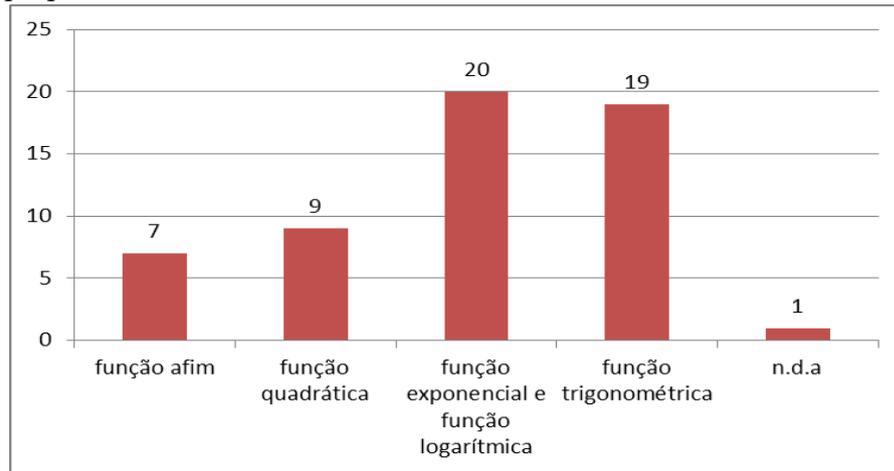


Fonte: Elaborado pelo Autor

Em relação às funções que encontraram mais dificuldades de construir e analisar as propriedades pelo gráfico, 54,05% responderam as funções exponenciais e logarítmicas e 51,35% assinalaram as funções trigonométricas. Esse resultado reflete a dificuldade que aluno apresenta na aprendizagem das referidas funções e pode também ter relação com forma e momento que o conteúdo é apresentado aos alunos. Na amostra estudada, os alunos não apresentaram muitas dificuldades nas funções afim 18,92%, quadrática 24,32% e apenas 2,70% disse não ter dificuldade em nenhuma das funções (Gráfico 5).

De acordo com o estudo de funções, os alunos que responderam de forma errada o questionário são alunos que possuem muita dificuldade na aprendizagem, são apáticos. Percebeu-se que eram praticamente os mesmos alunos que erraram as respostas, pois marcaram sem saber o que estavam respondendo. Vale ressaltar que o número de alunos que apresentavam essas dificuldades é pequeno, em média foram 3 (três) alunos num total de 37 (trinta e sete).

Gráfico 5 – Resultado em números absolutos da questão “Assinale as funções que você teve mais dificuldade de construir o gráfico e compreender suas propriedades”.

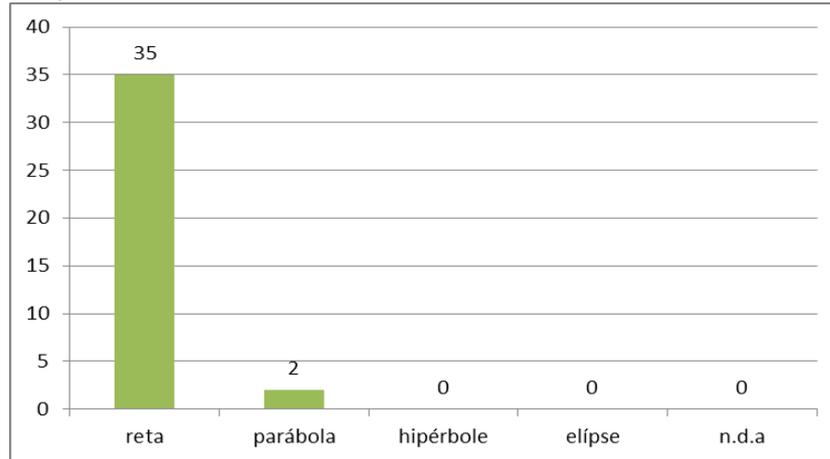


Fonte: Elaborado pelo Autor

Quando questionados sobre o nome do gráfico de cada uma das funções, 94,59% disseram que o gráfico de uma função afim é uma reta (gráfico 6); 89,20% que a parábola é o gráfico da função quadrática (gráfico 7); 89,20% escolheram a alternativa correta em relação às funções logarítmicas e exponenciais (Gráficos 8 e 9) e 97,30% afirmaram que nas funções trigonométricas os gráficos são a senóide, cossenoíde, etc (Gráfico 10). Esses resultados demonstram que os alunos possuem facilidade no entendimento dos conceitos básicos no ensino das funções, os resultados das questões 6, 7, 8, 9 e 10 do questionário 1, refletem exatamente essa percepção.

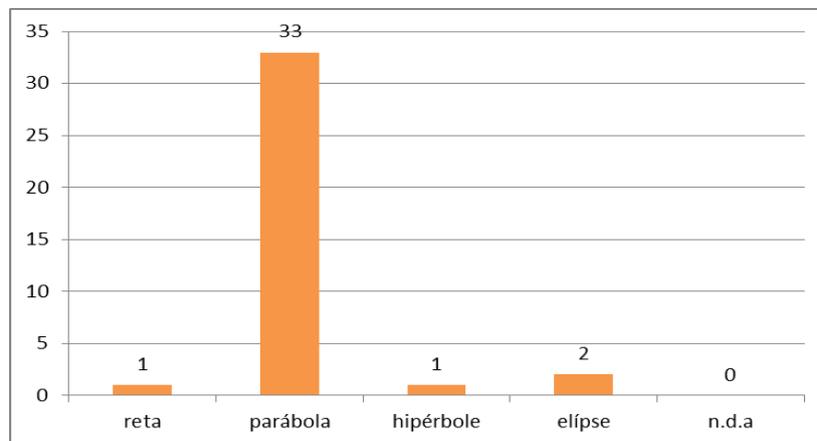
De acordo com a análise das respostas recebidas, foi possível perceber que os alunos que responderam de forma errada o questionário são considerados alunos que, na sala de aula, possuem muita dificuldade na aprendizagem, são apáticos. Percebeu-se que eram praticamente os mesmos alunos que erraram as respostas, pois marcaram sem saber o que estavam marcando. Vale ressaltar que o número de alunos que apresentaram essas dificuldades é muito pequeno, em média foram 3(três) alunos num total de 37 (trinta e sete) alunos.

Gráfico 6 – Resultado em números absolutos da questão “O gráfico de uma função afim é uma”:



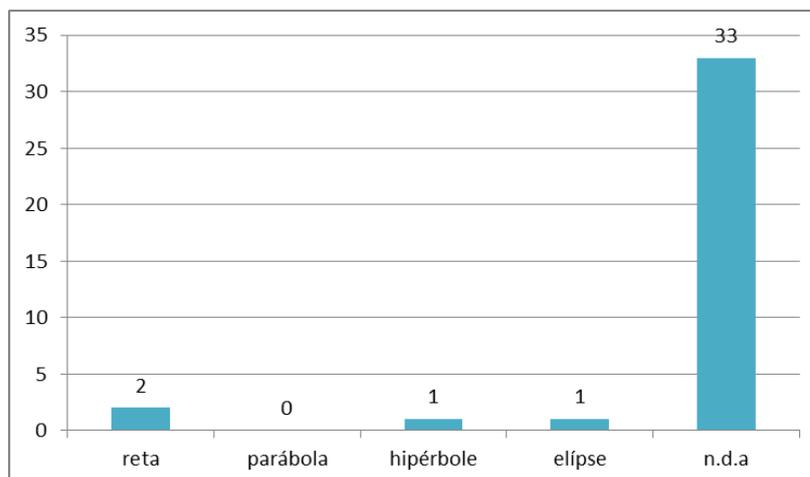
Fonte: Elaborado pelo Autor

Gráfico 7 – Resultado em números absolutos da questão “O gráfico de uma função quadrática é uma”:



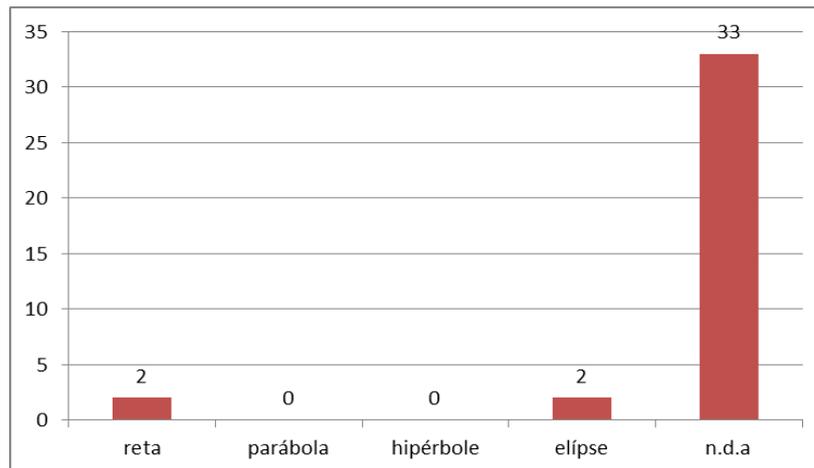
Fonte: Elaborado pelo Autor

Gráfico 8 – Resultado em números absolutos da questão “O gráfico de uma função exponencial é uma”:



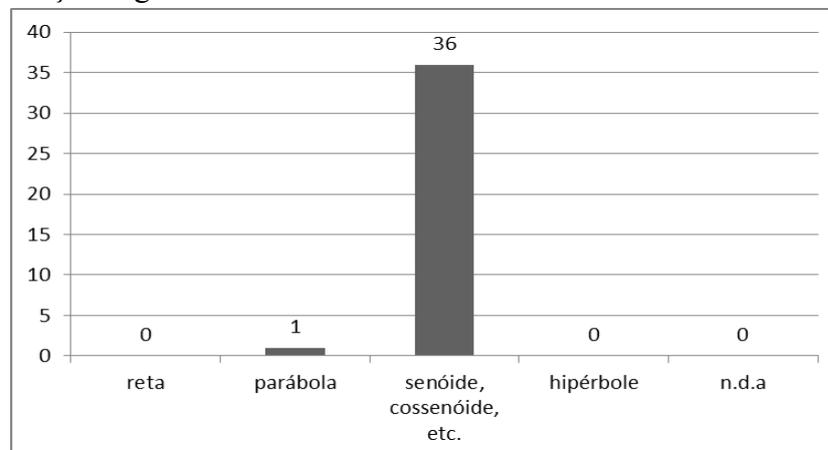
Fonte: Elaborado pelo Autor

Gráfico 9 – Resultado em números absolutos da questão “O gráfico de uma função logarítmica é uma”:



Fonte: Elaborado pelo Autor

Gráfico 10 – Resultado em números absolutos da questão “O gráfico de uma função trigonométrica é uma”:

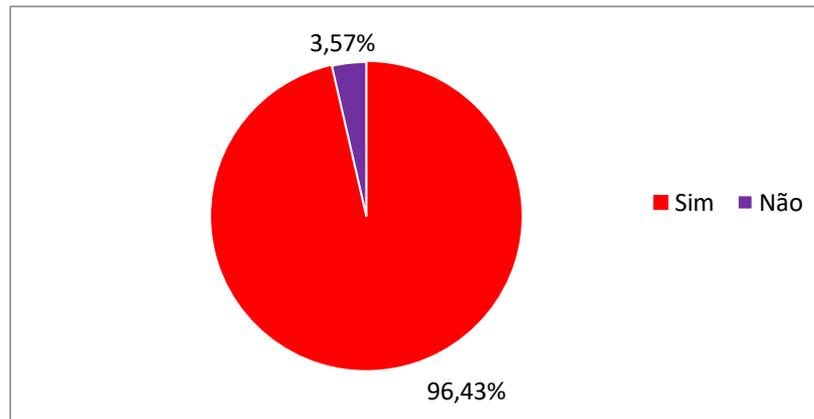


Fonte: Elaborado pelo Autor

Pesquisa aplicada aos alunos no segundo ano do Ensino Médio, após conhecerem o Graphmatica:

Ao analisar os resultados do segundo questionário, aplicado no segundo ano do Ensino Médio, para a mesma turma, é importante salientar que dos 37 alunos que responderam o primeiro questionário, apenas 28 continuaram na amostra, pois alguns alunos pediram transferência da escola, mudaram de turno e/ou professor ou foram reprovados no primeiro ano do Ensino Médio. Dentre os alunos que continuaram na pesquisa, apenas 3,57 % afirmou que não era capaz de construir o gráfico de qualquer tipo de função usando o Graphmatica. Esse resultado leva a perceber que a ferramenta Graphmatica é um instrumento motivador e conseqüentemente facilitador do processo ensino-aprendizagem, sendo viável o seu uso pelos professores durante as aulas de funções (Gráfico 11).

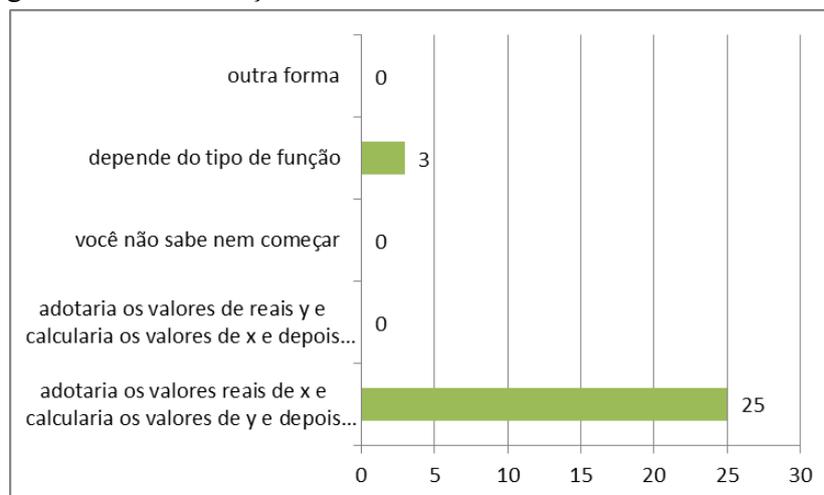
Gráfico 11 – Resultado em números relativos da questão “Depois da aplicação de *software* Graphmatica você consegue construir qualquer tipo de gráfico que estudou”?



Fonte: Elaborado pelo Autor

Os alunos foram indagados novamente sobre como fariam o gráfico de uma função e 89,29% afirmaram que adotariam os valores reais de  $x$  e calculariam os valores de  $y$  e depois representariam no plano cartesiano, 10,71% disseram que depende do tipo da função. Em termos percentuais esses valores continuaram bem próximos aos obtidos no primeiro questionário, provavelmente por serem conceitos básicos apresentados aos alunos em aulas de introdução ao conteúdo (Gráfico 12).

Gráfico 12 – Resultado em números absolutos da questão “Como você faria a gráfico de uma função”?

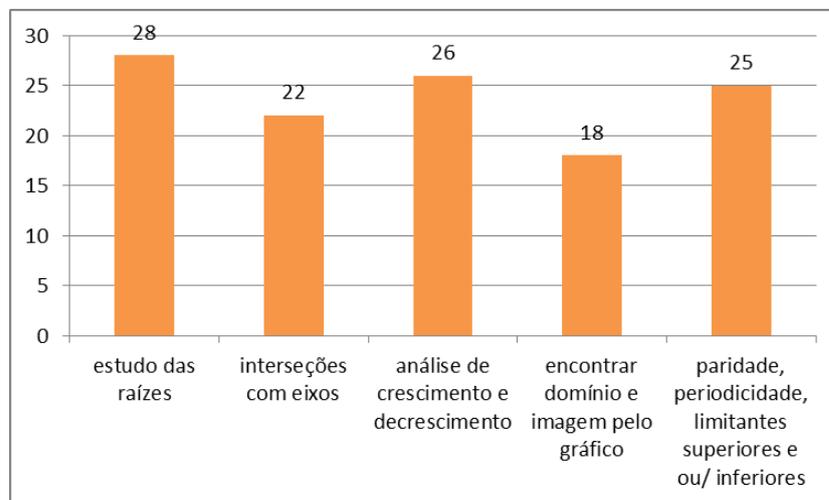


Fonte: Elaborado pelo Autor

Após a aplicação do Graphmatica, foi questionado aos alunos que propriedades ficaram mais acessíveis de serem estudadas e analisadas construindo os gráficos com o *software*, e as respostas foram bem expressivas denotando por parte dos alunos que o uso do *software* tornou mais interessante e fácil a análise das propriedades das funções. O item encontrar domínio e

imagem pelo gráfico apresentou um aumento relativo à pergunta antes do uso do *software*, pois passou de 52,63% para 64,29%. Os demais itens ficaram todos acima de 78,57%, demonstrando a eficiência do uso do software como recurso metodológico no estudo das funções (Gráfico 13).

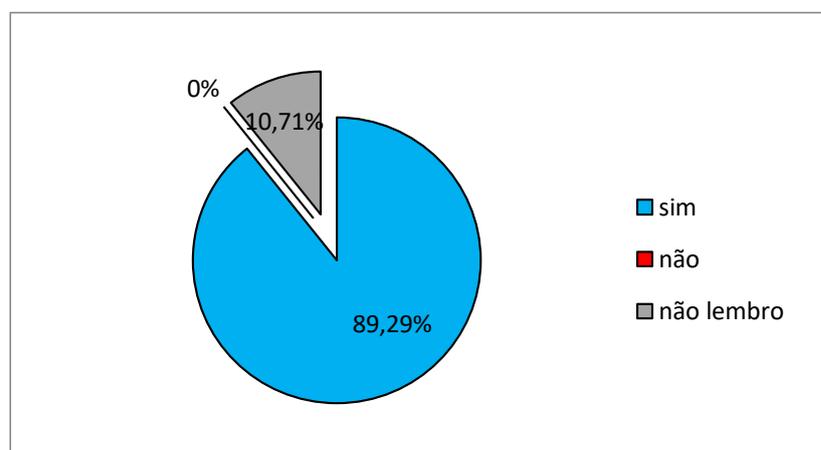
Gráfico 13 – Resultado em números absolutos da questão “Que propriedades ficaram mais acessíveis de serem estudadas e analisadas construindo os gráficos com o *software*”?



Fonte: Elaborado pelo Autor

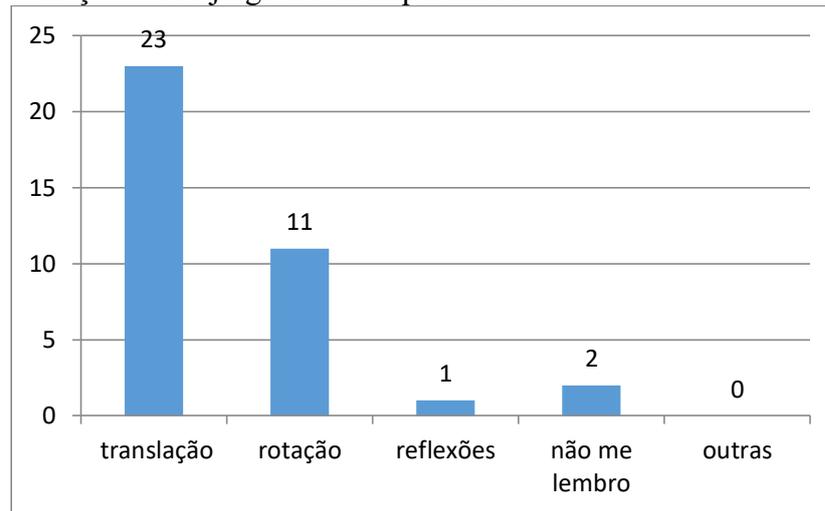
Em relação ao estudo das variações nos gráficos das funções 89,29% dos alunos afirmaram que estudaram as variações (Gráfico 14) e julgaram como mais importante as propriedades de translação 82,14%, rotação 39,29% e reflexões 4%, e somente 10,71% dos alunos afirmaram não se lembrar das propriedades (Gráfico 15).

Gráfico 14 – Resultado em números relativos da questão “Ao usar o *software* Graphmatica você estudou as variações nos gráficos das funções”?



Fonte: Elaborado pelo Autor

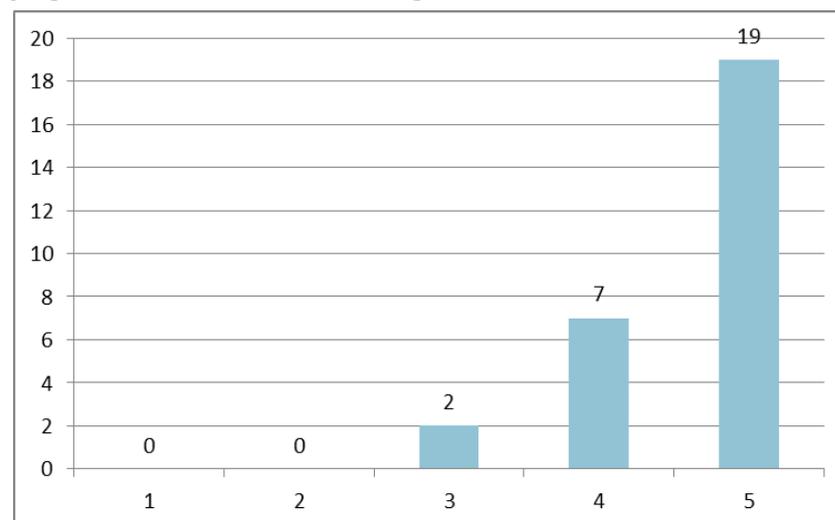
Gráfico 15 – Resultado em números absolutos da questão “Se sim, quais variações você julga serem importantes”:



Fonte: Elaborado pelo Autor

Foi utilizada uma escala de 01 a 05 para que os alunos da amostra julgassem a agilidade na construção e análise dos gráficos para a resolução de problemas envolvendo as funções, sendo que 67,86% escolheram 5; 5,25% escolheram 4; e 7,14% escolheram 3 (Gráfico 16).

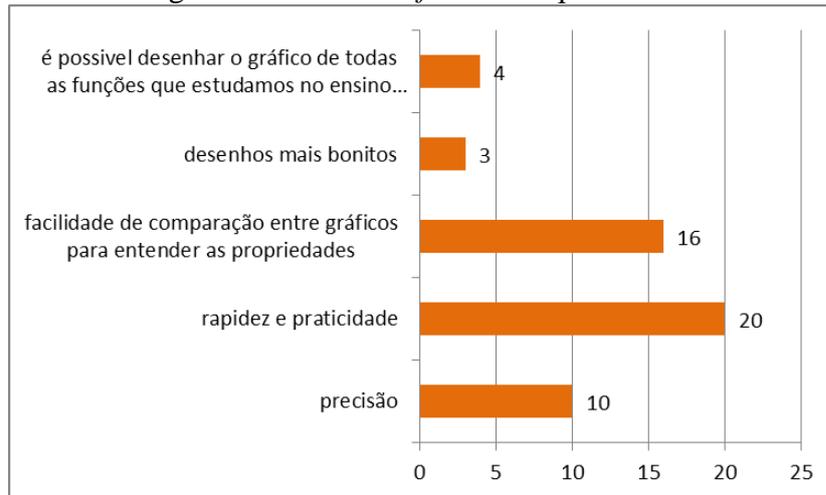
Gráfico 16 – Resultado em números absolutos da questão “Você julga que o uso do *software* Graphmatica para a construção dos gráficos e análise de suas propriedades agilizou o processo de resolução de problemas que envolvem funções? Marque de 01 até 05 (sendo 5 a nota máxima) dando nota a que você julga estar relacionado a essa agilidade”.



Fonte: Elaborado pelo Autor

Os alunos apontaram as vantagens de se construir o gráfico usando o Graphmatica, destacou-se, principalmente, a rapidez e praticidade 71,43% a facilidade de comparação entre gráficos para entender as propriedades 57,14%, e a precisão 35,71% (Gráfico 17).

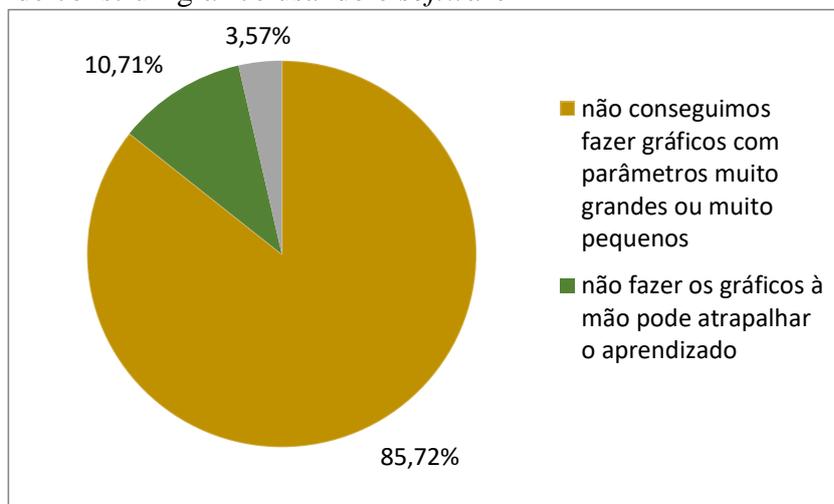
Gráfico 17 – Resultado em números absolutos da questão “Quais as vantagens de construir gráfico usando o *software* Graphmatica”?



Fonte: Elaborado pelo Autor

Finalmente os alunos foram indagados a respeito das desvantagens do uso do *software* Graphmatica e a principal reclamação 85,72 % girou em torno do fato de não terem conseguido visualizar bem os gráficos quando aplicavam parâmetros muito pequenos ou muito grandes na lei de formação das funções. Também foi apontada por 10,71% dos alunos a necessidade de fazer os gráficos à mão para não atrapalhar o aprendizado, julgavam que o Graphmatica não pode ser usado nas provas de vestibulares e no exame nacional de Ensino Médio (ENEM). Apenas 3,57% não viu desvantagens. Esses resultados demonstram a necessidade de repensar os procedimentos adotados para avaliar os alunos (Gráfico 18).

Gráfico 18 – Resultado em números relativos da questão “Quais as desvantagens de construir gráfico usando o *software*”?



Fonte: Elaborado pelo Autor

Após o estudo do Graphmatica, praticamente os mesmos alunos que tiveram dificuldade com o questionário do estudo de funções também tiveram dificuldade com o questionário sobre

Graphmatica. Como são alunos que possuem muita dificuldade na aprendizagem e não conseguem interagir com a disciplina, eles não questionam, tampouco têm interesse em aprender. Vale ressaltar que o número de alunos que apresentaram essas dificuldades é muito pequeno, em média foram 2 (dois) alunos num total de 28 (vinte e oito).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao terminar essa pesquisa bibliográfica e de Campo, desenvolvida a partir de um enfoque sobre o *software* Graphmatica, procurou-se evidenciar o grau de importância dessa ferramenta tecnológica para o ensino de funções, em que a mesma contribuiu para a melhoria do processo de aprendizagem matemática. A referida pesquisa trouxe como objeto principal desse estudo, o uso do *software* Graphmatica, como ferramenta de ensino.

Faz-se necessário apresentar uma síntese geral dos resultados dessa pesquisa, que foi realizada sob a ótica do materialismo histórico-dialético. Resultados aos quais chegaram a partir dos objetivos propostos inicialmente, que, por sua vez, partiram da problemática central constituída por uma indagação acerca de que, quais seriam as vantagens pedagógicas que o *software* Graphmatica apresenta, quando usado como ferramenta metodológica no ensino de funções para alunos do Ensino Médio.

Como o objetivo geral deste trabalho foi estudar e analisar por meio de um estudo bibliográfico e experimental a influência pedagógica que o *software* Graphmatica, como recurso metodológico, possui no ensino de funções para os alunos do Ensino Médio; assim, pode-se considerar que, essa ferramenta contribui positivamente no trabalho docente, visando um ensino eficaz e solidificado com os propósitos assumidos.

Essa tecnologia digital tem uma importância significativa para a prática do professor inovador, criativo, entendedor do processo ensino aprendizagem, baseado nas novas possibilidades de ação, em sala de aula, as quais propiciam uma aprendizagem espontânea e eficaz. Ao se pensar na produção de conhecimento nos ambientes educacionais, devem-se levar em conta a utilização dos recursos tecnológicos disponíveis que vieram para facilitar essa ação, nelas incluem-se o recurso do *software* Graphmatica.

Essa opção metodológica deve ser utilizada na ação pedagógica do professor para, além de facilitar a aprendizagem dos alunos, permita que mais estudantes tenham acesso ao aprendizado da matemática, como também na resolução de problemas relevantes, acerca da condição humana e do acesso aos recursos computacionais.

No início desse trabalho, afirmou-se também que, para atingir-se o objetivo geral seria preciso atingir alguns objetivos específicos, os quais, por sua vez, serão revisados a partir de então. O primeiro objetivo específico consistiu em explicitar as conjunturas histórico-sociais da Escola Estadual Dom Lustosa, local onde a pesquisa foi desenvolvida, com a intenção de conhecer os bastidores do referido educandário, lugar onde o pesquisador atua como professor de Matemática, justificando assim, o objetivo do lugar escolhido.

Trata-se de uma escola tradicional e muito bem conceituada, no município de Patrocínio, Minas Gerais. É uma instituição nascida com propósitos cristãos, vinda de um tempo consagrado à formação sacerdotal, com objetivos específicos e doutrinários. Nasceu do ideário da Congregação Sagrados Corações de Jesus e Maria, o qual trouxe para o Triângulo Mineiro, o objetivo de propagar a fé por meio de processo educativo. Seu fundador, o Bispo Dom Almeida de Lustosa, foi um peregrino na sua missão de evangelizar, dando suporte e acolhendo com maestria os representantes dessa Congregação, no município de Patrocínio, Minas Gerais.

Primeiramente, o colégio era destinado à formação dos padres da Igreja e hoje é aberto à comunidade em geral.

No segundo e no terceiro objetivo, foram estabelecidos sobre as contextualizações históricas da informática aplicada ao processo ensino aprendizagem e o papel dos recursos computacionais na educação. Demonstramos aqui, o grau de importância das tecnologias para a aplicabilidade do conteúdo em sala de aula, uma vez que não possuíamos tais recursos, levando assim, a certa lentidão quanto ao processo de aprendizagem por parte do aluno.

A informática chegou modificando todo o cenário educacional, trazendo inovação e agilidade quanto ao processo de construção do conhecimento. Trata-se do modo operativo do pensar humano, que proporciona certa facilidade em elaborar, de forma abstrata e real, dentro dos vários contextos existentes. Uma das novidades são os *softwares* matemáticos que proporcionam uma rede de conhecimentos e possibilidades de aprendizagem significativas que se traduzem em diversos significados para o ensino. Isso porque, cada *software* representa um sentido na sua utilização. Permitindo assim, encontrar diversas soluções para o estudo de funções.

Já no quarto objetivo, apresentou-se o *software* Graphmatica como um recurso pedagógico para o ensino de funções matemáticas, recurso esse somador no trabalho da prática docente. É de fácil acesso aos professores e alunos do Ensino Fundamental e Médio, possibilitando aos mesmos, a construção dos gráficos das funções abordadas em sala de aula de um modo rápido e prático. Podendo ser direcionado mais tempo das aulas à análise e a resolução de problemas que envolvam tais gráficos.

Seu uso possibilita a sobreposição de gráficos para comparação, a determinação das raízes da função (quando existirem), a comparação de dois ou mais gráficos desenhados em um mesmo plano cartesiano, a resolução de equações e inequações pelo método gráfico e o cálculo de taxas e coeficientes necessários para a compreensão da função estudada. Para o uso do *software* Graphmatica são pré-requisitos que alunos e professores tenham conhecimentos mínimos de informática e conheçam previamente os tópicos mais relevantes de cada uma das

funções que estiverem sendo abordadas, pois, os ajustes do *software* Graphmatica necessitam em diversas situações que o usuário entenda previamente o comportamento matemático da função em estudo.

No quinto objetivo, investigamos a existência da correlação entre a teoria e a aplicabilidade computacional do *software* Graphmatica na aprendizagem do aluno. A partir de um planejamento estruturante, iniciamos a operacionalização da pesquisa, primeiramente com a conscientização do uso da informática na educação, em específico, o trabalho com o *software* Graphmatica.

E por fim, no sexto e último objetivo, utilizamos o *software* Graphmatica para a resolução de problemas correlacionados ao ensino da matemática. Realizamos uma revisão no conteúdo de funções para melhor fixação do mesmo. Em seguida, aplicou-se um questionário avaliativo sobre funções e suas propriedades. Como resultado, obtivemos mais de 80% dos alunos respondendo positivamente sobre a questão levantada. Dando sequência, após doze encontros com os alunos no laboratório de informática, proporcionando-lhes conhecimento sobre o uso do *software* Graphmatica no estudo de funções, realizou-se a aplicação de um novo questionário, visando o entendimento sobre a utilização do referido recurso. Como resultado, obtivemos, na maioria das questões levantadas, mais de 80% dos alunos respondendo positivamente.

Constatou-se assim, que o uso dessa ferramenta de ensino, contribui satisfatoriamente para uma melhor compreensão do aluno quanto ao estudo de funções, proporcionando a ele facilidade na execução da construção de gráficos e propriedades.

## REFERÊNCIAS

- ARANHA, M. L. de A. **História da Educação**. 2. ed. revista e atualizada. São Paulo: Moderna, 1996.
- BARBOZA, Claudemir Miranda. **Uma proposta de atividades sobre funções afins e quadráticas para educação de jovens e adultos com o uso do software Graphmatica**. UNIR: 2013. Dissertação (Mestrado em Matemática-Programa de PROFMAT) – Universidade Federal de Rondônia, 2013.
- Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>>. Acesso em: 03 ago. 2017.
- BICUDO, M. A. V. (Org.). **Os processos perceptivos e a linguagem pedagógico-matemática**. Formação de Educadores: pesquisas e estudos qualitativos. 1.ed. Olho d'Água, São Paulo, 1999a.
- BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: ABEU, 1999b, p. 294.
- BORBA, M. de C. **Informática e Educação Matemática**. 4.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais**, Ensino Médio, Brasília: MEC, 2000, p. 43 e 44.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Direito à Educação: subsídios para a gestão dos sistemas educacionais – orientações gerais e marcos legais**. Brasília: MEC/SEESP, 2006.
- GAMBOA, Silvio Sánchez. **Pesquisa em Educação: métodos e epistemologias**. – Campinas, 2006. Disponível em: <[www.geocities.ws/grupoepisteduc/arquivos/livrogamboa.doc](http://www.geocities.ws/grupoepisteduc/arquivos/livrogamboa.doc)>. Acesso em: 20 de abr 2019.
- GIANOLLA, R. **Informática na Educação: representações sociais do cotidiano**. São Paulo: Cortez, 2006.
- GIRALDO, V. **Recursos Computacionais no Ensino de Matemática**. Rio de Janeiro: SBM, 2012.
- GOLDMANN, L. **Dialética e Cultura**. Vol. 6.: Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1967.
- HERTZER, Keith – **About Graphmatica**. Disponível em: <<http://www.graphmatica.com>>. Acesso em: 09 out 2010.

IEZZI, G., DOLCE, O. & MURAKAMI, C. **Fundamentos de Matemática Elementar**, vol 2: Logaritmos. 8.ed. São Paulo: ATUAL, 1997.

IEZZI, G., DOLCE, O. & MURAKAMI, C. **Fundamentos de Matemática Elementar**, vol 3: Trigonometria. 8.ed. São Paulo: ATUAL, 1997.

IEZZI, G. & MURAKAMI, C. **Fundamentos de Matemática Elementar**, vol 1: Conjuntos e Funções. São Paulo: Atual, 1997. 7.ed.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: 34.ed., 1993.

LIMA, E.L. & CARVALHO, P.C. PINTO & WAGNER, E. & MORGADO, A.C. **A Matemática do Ensino Médio**. 9. ed. Vol. 1, Rio de Janeiro: SBM 2006.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, N. J. **Matemática e Realidade**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1991. 103p.

MORAN, J. M., MASETTO; M. T. BEHRENS, M. A. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000.

OLIVEIRA, R. de. **Informática Educativa: Dos Planos e Discussões à Sala de Aula**. Campinas, SP: Papirus, 2012.

Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM). Parte III – **Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMT, 2 000 b.

TAJRA, S. F. **Informática: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade**. São Paulo: Érica, 2001.

TORMA, Luciano da Silva. **Funções trigonométricas no ensino médio: construindo uma paisagem utilizando o software Graphmatica**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional- PROFMAT) – Instituto de Matemática, Estatística e Física da Universidade Federal do Rio Grande, FURG, 2018.

VALENTE, J. A. **Por Quê o Computador na Educação**. Em IA. Valente (org.). **Computadores e Conhecimento: repensando a educação** (pp. 24-49). Campinas, SP: Gráfica da UNICAMP, 1993.

VITOR, Carlos de Alencar Carvalho. AM Calil, JV Carvalho. **Ensino de funções de 1º e 2º graus no 9º ano do ensino fundamental com o auxílio do software GRAPHMAT, 2010**. Disponível em:< [http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebrapem2008/upload/21-1-A-gt6\\_calil\\_tc.pdf](http://www2.rc.unesp.br/eventos/matematica/ebrapem2008/upload/21-1-A-gt6_calil_tc.pdf)>. Acessado em: 25 ago 2018.

## LISTA DE APÊNDICE



**APÊNDICE A – Termo de Compromisso dos Pesquisadores**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA/CEP**



### TERMO DE COMPROMISSO

Declaro que cumprirei os requisitos da *Resolução CNS n.º 466/12* e/ou da *Resolução CNS n.º 510/16*, bem com suas complementares, como pesquisador(a) responsável e/ou pesquisador participante do projeto intitulado “O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE GRAPHMATICA COMO RECURSO METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR”. Comprometo-me a utilizar os materiais e os dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo da pesquisa acima referido e, ainda, a publicar os resultados, sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto, considerando a relevância social da pesquisa, o que garante a igual consideração de todos os interesses envolvidos.

Data: 02/ 05/ 2018

<i>Nome do(a) Pesquisador(a)</i>	<i>Assinatura Manuscrita ou Digital</i>
<b>1. Juliana Bernardes Borges da Cunha</b>	<i>Juliana Bernardes Borges da Cunha</i>
<b>2. José Ferreira Nunes</b>	<i>José Ferreira Nunes</i>

*Comitê de Ética em Pesquisa/CEP*

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação/PRPPG-UFG, Caixa Postal: 131, Prédio da Reitoria, Piso 1,  
 Campus Samambaia (Campus II) - CEP:74001-970, Goiânia – Goiás, Fone: (55-62) 3521-1215.  
 E-mail: cep.prpi.ufg@gmail.com

## APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS REGIONAL DE CATALÃO - Catalão-GO  
Comitê de Ética em Pesquisa- CEP

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PARA PARTICIPAÇÃO DE ADOLESCENTES COMO SUJEITOS DE PESQUISA - TCLE ESPECÍFICO PARA USO DE IMAGEM -

Título do Projeto:

O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE AS  
CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE GRAPHMATICA COMO RECURSO  
METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR  
ESCOLA ESTADUAL DOM LUSTOSA, PATROCÍNIO/MG

#### TERMO DE ESCLARECIMENTO

A(O) adolescente sob sua responsabilidade está sendo convidada(o) a participar do estudo “ DE PESQUISA PARA A COLETA DE DADOS COM O OBJETIVO DE FINALIZAR A DISSERTAÇÃO PARA A CONCLUSÃO DO MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA, ESCOLA ESTADUAL DOM LUSTOSA, PATROCÍNIO/MG”, por estar matriculado(a) no segundo ano do Ensino Médio da Escola Estadual Dom Lustosa de 1º e 2º Graus, Patrocínio/MG. Os avanços na área da Educação Matemática ocorrem através de estudos como este, por isso a participação do adolescente é importante. O objetivo deste estudo é analisar as vantagens e desvantagens pedagógicas na aplicação do Software Graphmatica no estudo de funções e caso o adolescente participe, será necessário fotografar o adolescente sob sua responsabilidade, serão fotografados os adolescentes em sala de aula ou sala de informática fazendo uso dos recursos pedagógicos do Software Graphmatica. As imagens em que ela (ou ele) estiver serão usadas apenas para esta pesquisa e, após o período de cinco anos de terminada a pesquisa, elas serão destruídas ou poderão fazer parte de um banco de dados.

Você e o adolescente sob sua responsabilidade poderão obter todas as informações que quiserem; o adolescente poderá ou não participar da pesquisa e o seu consentimento poderá ser retirado a qualquer momento, sem prejuízo no seu atendimento. Pela participação do adolescente no estudo, você nem o adolescente receberão qualquer valor em dinheiro, mas haverá a garantia de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade. O nome do adolescente não aparecerá em qualquer momento do estudo.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS REGIONAL DE CATALÃO - Catalão-GO**  
**Comitê de Ética em Pesquisa- CEP**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE, APÓS ESCLARECIMENTO

Título do Projeto:

**O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE AS  
 CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE GRAPHMÁTICA COMO RECURSO  
 METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR  
 ESCOLA ESTADUAL DOM LUSTOSA, PATROCÍNIO/MG**

Eu, \_\_\_\_\_,

li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e qual procedimento ao qual o adolescente sob minha responsabilidade será submetida (o). A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que eu e o adolescente sob minha responsabilidade somos livres para interromper a participação dela (ou dele) na pesquisa a qualquer momento, sem justificar a decisão tomada e que isso não afetará o desenvolvimento escolar dela (ou dele). Sei que o nome do adolescente não será divulgado, que não teremos despesas e não receberemos dinheiro por participar do estudo. Eu concordo com a participação da do adolescente no estudo, desde que ele também concorde. Por isso ela (ou ele) assina junto comigo este Termo de Consentimento.

Catalão, ...../...../.....

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável legal

\_\_\_\_\_  
Documento de Identidade

\_\_\_\_\_  
Assinatura do adolescente

\_\_\_\_\_  
Documento de Identidade (se possuir)

\_\_\_\_\_  
José Ferreira Nunes

**Telefones de contato de todos os pesquisadores: (34) 9 9777-8119**

Em caso de dúvida em relação a este documento, você poderá entrar em contato com o Comitê Ética em Pesquisa – CEP da Universidade Federal de Goiás Regional de Catalão, pelo E-mail [cpgg.rc@gmail.com](mailto:cpgg.rc@gmail.com)

## APÊNDICE C – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
REGIONAL CATALÃO  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE MATEMÁTICA E TECNOLOGIA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL



### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada “O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE GRAPHMATICA COMO RECURSO METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR”. Meu nome é José Ferreira Nunes, sou aluno do curso de mestrado profissional e pesquisador responsável, sob a orientação da professora Juliana Bernardes Borges da Cunha. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra pertence ao pesquisador responsável. Esclareço que em caso de recusa na participação você não será penalizado (a) de forma alguma. Mas se aceitar participar, as dúvidas *sobre a pesquisa* poderão ser esclarecidas pelo pesquisador responsável, via e-mail joseferreira@unicerp.edu.br, e, inclusive, sob forma de ligação a cobrar, através do seguinte contato telefônico: (34) 99222-8119. Ao persistirem as dúvidas *sobre os seus direitos* como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa** da Universidade Federal de Goiás, pelo telefone (62) 3521-1215.

#### 1. Informações Importantes sobre a Pesquisa:

##### 1.1 Título, justificativa, objetivos.

Esta pesquisa, denominada intitulada “O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE GRAPHMATICA COMO RECURSO METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR”, pretende avaliar a influência pedagógica que o Software Graphmatica, como recurso metodológico, possui no ensino de funções para os alunos do Ensino Médio. O conteúdo de funções no Ensino Médio é abordado de forma que o aluno tenha condições de analisar os gráficos e as tabelas de tais funções de modo a inferir em situações de seu cotidiano e decidir sobre que atitudes tomar na resolução de problemas que possam ser aplicados em seu dia a dia. Desse modo, esse trabalho tem o objetivo de apresentar o software Graphmatica® como uma ferramenta capaz de auxiliar o professor na construção de tabelas e gráficos e explorar os resultados que podem ser obtidos com essas construções. A pesquisa será realizada em duas etapas, sendo a primeira antes do uso do software e a segunda após a sua aplicação, com o intuito de comparar o desenvolvimento dos alunos frente a essas metodologias diferenciadas. Pretende-se como resultado final mostrar a importância do uso de recursos tecnológicos nas aulas de matemática do ensino médio.

##### 1.2 Procedimentos utilizados da pesquisa.

As atividades serão desenvolvidas durante as aulas de matemática por mim ministradas. Os dados serão coletados por meio de questionário, anotações no diário do pesquisador e, além disso, relatórios, materiais produzidos nas aulas e avaliação de atividades realizadas pelos próprios alunos. Assim, a sua participação na pesquisa se dará ao responder o respectivo questionário e na participação no desenvolvimento das atividades.

Você não terá quaisquer despesas. Poderão ser feitos registros fotográficos. Será assegurado o sigilo das informações por você prestadas, garantindo a privacidade e o anonimato. Neste caso, faz-se necessária a Concessão do uso de sua voz, imagem ou opinião. Por gentileza, rubricar dentro do parêntese com a opção escolhida:

(            ) Permito a divulgação da minha imagem/voz/opinião nos resultados publicados da pesquisa;

(            ) Não permito a publicação da minha imagem/voz/opinião nos resultados publicados da pesquisa.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**REGIONAL CATALÃO**  
**UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE MATEMÁTICA E TECNOLOGIA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL**



Os riscos ou desconfortos previstos ao participante desta pesquisa são:

- (i) constrangimento ao responder o questionário - neste caso, para evitar esse risco fica reservado o seu direito de não responder;
- (ii) perda do sigilo - neste caso, para evitar esse risco o questionário não terá identificação (nome do participante) e, caso haja divulgação de fotografias, será mantido o seu anonimato. Em qualquer momento, está assegurada a sua liberdade de se recusar a participar ou retirar o seu consentimento, sem penalização alguma, ou de se recusar a responder questões que lhe causem desconforto emocional e/ou constrangimento nos questionários que forem aplicados na pesquisa. Esclareço que você não receberá remuneração pela participação.

Os benefícios desta pesquisa para você consistem em poder participar de atividades diversificadas, desenvolver sua capacidade de interpretação, de reflexão e de argumentação e melhorar a compreensão de conteúdos de matemática.

As informações produzidas nesta pesquisa serão compiladas em um relatório final: o Trabalho de Conclusão Final do PROFMAT. Os resultados obtidos também poderão ser divulgados por meio de artigos e apresentação em eventos científicos, tornados públicos, sejam eles favoráveis ou não.

Fica assegurado o seu direito de pleitear indenização (reparação a danos imediatos ou futuros), garantida em lei, decorrente de sua participação na pesquisa.

As informações produzidas nesta pesquisa serão armazenadas em banco de dados pessoal ou institucional por um prazo mínimo de cinco anos, conforme previsto na legislação. Poderá ser necessário, em pesquisas futuras, a releitura dos dados coletados neste momento. Deste modo, em investigações futuras, a pesquisa será submetida novamente para aprovação do CEP institucional e sua autorização novamente solicitada.

Neste caso, faz-se necessária a sua autorização de guarda do material coletado para uso em pesquisas futuras. Por gentileza, rubricar dentro do parêntese com a opção escolhida:

- (            ) Declaro ciência de que os meus dados coletados podem ser relevantes em pesquisas futuras e, portanto, autorizo a guarda do material em banco de dados;
- (            ) Declaro ciência de que os meus dados coletados podem ser relevantes em pesquisas futuras, mas não autorizo a guarda do material em banco de dados.

## 2. Consentimento da Participação na Pesquisa:

Eu, ....., inscrito (a) sob o RG/ CPF ....., abaixo assinado, concordo em participar do estudo intitulado “O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE GRAPHMATICA COMO RECURSO METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR”. Destaco que minha participação nesta pesquisa é de caráter voluntário. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador responsável José Ferreira Nunes, a pesquisa, os procedimentos e métodos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação no estudo. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Declaro, portanto, que concordo com a minha participação no projeto de pesquisa acima descrito.

Patos de Minas, ..... de ..... de 2018.

\_\_\_\_\_  
Assinatura por extenso do (a) participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura por extenso do pesquisador responsável

**APÊNDICE D – Avaliação Inicial com os Alunos – QUESTIONÁRIO**

1. Como você faria o gráfico de uma função?
  - a)  adotaria os valores reais de  $x$  e calcularia os valores de  $y$  e depois representaria no plano cartesiano
  - b)  adotaria os valores de reais  $y$  e calcularia os valores de  $x$  e depois representaria no plano cartesiano
  - c)  marcava qualquer ponto no plano cartesiano.
  - d)  você não sabe nem começar.
  - e)  depende do tipo de função.
  
2. Durante o 9º ano e o 1º colegial foi estudado o tema funções. Assinale os tipos de funções que você já estudou:
  - a)  função afim
  - b)  função quadrática
  - c)  função exponencial
  - d)  função logarítmica
  - e)  função trigonométrica
  
3. No estudo das funções o esboço e análise de seus gráficos é fundamental para o desenvolvimento das competências relacionadas a cada uma delas. Ao estudar os vários tipos de funções você:
  - a)  esboçou e estudou o gráfico de cada uma delas manualmente e analisou os intervalos de crescimento e decrescente.
  - b)  esboçou e estudou o gráfico de cada uma delas utilizando softwares computacionais e analisou os intervalos de crescimento e decrescimento.
  - c)  esboçou e estudou o gráfico de cada uma delas manualmente e usando softwares computacionais analisando os intervalos de crescimento e decrescente.
  - d)  não esboçou o gráfico de todos os tipos de funções.
  - e)  esboçou os gráficos, mas não realizou a análise do crescimento e decrescimento das funções.
  
4. Ao construir o gráfico das funções é importante salientar os principais pontos de cada uma delas. Assinale os itens que foram tratados ao longo do 9º ano e 1º colegial sobre esse tema:
  - a)  foram destacados em todas as funções a importância da(s) intersecção(ões) do gráfico com os eixos coordenados, dando importância as raízes (quando existir) e coeficientes relacionados às leis de formação.
  - b)  nas funções estudadas, houve a preocupação em procurar valores máximo e mínimo quando existirem.
  - c)  propriedades como paridade, periodicidade, etc., foram trabalhadas nos gráficos.

- d) ( ) modificações nos gráficos das funções, tais como translação, rotação e reflexão foram estudadas comparando as leis de formação e os gráficos resultantes de tais transformações com os gráficos não modificados.
- e) ( ) determinação do domínio, contradomínio e imagem no gráfico das funções estudadas.
5. Assinale as funções que você teve mais dificuldade de construir o gráfico e compreender suas propriedades.
- a) ( ) função afim
- b) ( ) função quadrática
- c) ( ) função exponencial
- d) ( ) função logarítmica
- e) ( ) função trigonométrica
6. O gráfico de uma função afim é uma:
- a) ( ) reta
- b) ( ) parábola
- c) ( ) hipérbole
- d) ( ) elipse
7. O gráfico de uma função quadrática é uma:
- a) ( ) reta
- b) ( ) parábola
- c) ( ) hipérbole
- d) ( ) elipse
8. O gráfico de uma função exponencial é uma:
- a) ( ) reta
- b) ( ) parábola
- c) ( ) hipérbole
- d) ( ) elipse
- e) ( ) n.d.a.
9. O gráfico de uma função logarítmica é uma:
- a) ( ) reta
- b) ( ) parábola
- c) ( ) hipérbole
- d) ( ) elipse
- e) ( ) n.d.a.
10. O gráfico de uma função trigonométrica é uma:
- a) ( ) reta
- b) ( ) parábola
- c) ( ) senóide, cossenóide, etc.
- d) ( ) hipérbole
- e) ( ) elipse



## APÊNDICE E – Avaliação Final com os Alunos – QUESTIONÁRIO



1) Depois da aplicação de *software* Graphmatica você consegue construir qualquer tipo de gráfico que estudou?

- a)  sim  
b)  não

1) Como você faria a gráfico de uma função?

- a)  adotaria os valores reais de  $x$  e calcularia os valores de  $y$  e depois representaria no plano cartesiano.  
b)  adotaria os valores de reais  $y$  e calcularia os valores de  $x$  e depois representaria no plano cartesiano.  
c)  você não sabe nem começar.  
d)  depende do tipo de função.  
e)  outra forma: \_\_\_\_\_

2) Que propriedades ficaram mais acessíveis de serem estudadas e analisadas construindo os gráficos com o software?

- a)  estudo das raízes  
b)  interseções com eixos  
c)  análise de crescimento e decrescimento  
d)  encontrar domínio e imagem pelo gráfico.  
e)  paridade, periodicidade, limitantes superiores e ou/ inferiores.

3) Ao usar o Software você estudou as variações nos gráficos das funções?

- a)  sim  
b)  não  
c)  não me lembro

Se sim, quais variações você julga serem importantes:

- a)  translação  
b)  rotação  
c)  reflexões  
d)  não me lembro  
e)  outras: \_\_\_\_\_

4) Você julga que o uso do Software para a construção dos gráficos e análise de suas propriedades agilizou o processo de resolução de problemas que envolvem funções?

Marque de 01 até 05 dando nota a que você julga estar relacionado a essa agilidade.

- a)  1  
b)  2

- c) ( ) 3
- d) ( ) 4
- e) ( ) 5

6. Quais as vantagens de construir gráfico usando o *software* Graphmatica?

7. Quais as desvantagens de construir gráfico usando o *software* Graphmatica?

## APÊNDICE F

### **COLÉGIO DOM LUSTOSA: ASPECTOS CONJUNTURAIS DA COMPOSIÇÃO DO IDEÁRIO EDUCACIONAL E A COMPOSIÇÃO DA TRAJETÓRIA HISTÓRICA DO GINÁSIO AO LONGO DOS TEMPOS**

#### 1 CONSIDERAÇÕES INTRODUTÓRIAS

Segundo Goldman (1967), o conhecimento é construído na perspectiva de interação da ação conjunta entre objeto pesquisado e seu contexto histórico e, a compreensão do momento histórico e o conhecimento do lugar onde nasceram às ideias que colaboraram para a formação da Congregação dos Sagrados Corações de Jesus, são fundamentais para entender o ideário formado, segundo a mesma; até a consolidação do Colégio Estadual Dom Lustosa.

Trata-se de caminhos a serem percorridos que apontam com riqueza de detalhes toda sistemática envolvida para a propagação e disseminação do processo educacional alicerçado nos pressupostos da educação aliada ao fortalecimento da fé, segundo a uma filosofia cristã.

O estudo do trajeto de formação e edificação do Colégio Estadual Dom Lustosa é complexo e convidativo ao entendimento de épocas históricas diferentes, pois todo o processo de sua construção e criação aconteceu segundo manifestações de épocas históricas (Idade Média e Moderna), razão pela qual possui fragmentos políticos, filosóficos, sociais e educacionais tanto de uma como de outra. Sendo assim, para melhor compreender e apreender a sua relação com a educação inserida na sociedade patrocínense é necessário lançar um olhar, buscando as conjunturas histórico-sociais e educacionais, pois as mesmas se encontram entrelaçadas durante o processo de criação e implantação do Colégio. Período em que a Europa vivia intensamente a agitada passagem da Idade Média para Idade Moderna.

Momento em que o novo é construído em decorrência dos acontecimentos da época anterior, ou seja, “é a transição, na qual o novo se constrói recorrendo com frequência ao antigo a fim de incorporá-lo e superá-lo, sendo difícil distinguir com clareza um do outro” (Gasparin, 1994, p.32). Compreender o sentido dos acontecimentos, dos nascimentos e dos fatores geradores de mudança é o princípio de todo processo investigativo que certifica a legalidade da pesquisa.

#### 2 ASPECTOS CONJUNTURAIS PARTICIPES DA FORMAÇÃO RELIGIOSA DA CONGREGAÇÃO DOS SAGRADOS CORAÇÕES DE JESUS

Os bastidores da formação do Colégio Estadual Dom Lustosa na cidade de Patrocínio,

Minas Gerais, apresentam fatos marcantes colaboradores para uma leitura saudável, acrescida de justificativas que configuram para um melhor entendimento das circunstâncias geradoras de um novo propósito para a educação no seu tempo real.

Ao olhar para a história com olhar aguçado, persistente, curioso e questionador, caminhos são abertos para a compreensão da totalidade do objeto pesquisado. É um estudo que tem na figura do homem seu principal elemento norteador, frente ao seu tempo, conforme os acontecimentos que o circundam.

É importante estudar a educação sempre no contexto histórico geral, para se observar a concomitância entre as suas crises e as do sistema social. Esta sincronia não deve ser entendida apenas como simples paralelismo entre fatos da educação e fatos sociais. Na verdade, as questões de educação são engendradas nas relações que os homens estabelecem ao produzir sua existência. Nesse sentido, a educação não é um fenômeno neutro, mas sofre os efeitos da ideologia, por estar de fato envolvida na política (ARANHA, 1996, p. 19).

É nele que se encontram as respostas para as inquietações frente ao processo da elaboração do conhecimento, que tem na figura do homem, seu principal elemento norteador, que traz imbricado na sua própria condição de ser, suas marcas que forma incorporadas durante sua ação no meio em que vive, seu comportamento e sua consciência, edificadas de acordo com a totalidade das partes do sistema social, no qual ele está inserido.

Isso porque, o homem é o próprio objeto da história, capaz de transformar-se conforme sua prática social. Suas ações e pensamentos mudam no tempo, na medida em que enfrenta os problemas surgidos ao longo do dia. Trata-se de uma indissociabilidade entre o homem e o seu meio social. Conforme assegura Aranha (1996, p.15), “não compreendemos o homem fora de sua prática social, porque esta, por sua vez, se encontra mergulhada em um contexto histórico-social concreto”.

De acordo com esse pensamento, o homem é um ser que faz parte integralmente da natureza, mas, ao mesmo tempo em que se constitui como um ser natural, ele diferencia-se da sua própria natureza. Transformando-se de acordo com o conjunto dos acontecimentos surgidos no meio em que vive. E, para sobreviver ele precisa se relacionar com a natureza, porque é dela que provém as condições necessárias para o seu desenvolvimento ao longo da história.

“O homem é apenas um elemento do conjunto que é o grupo social. Uma ideia, uma obra, só recebe sua verdadeira significação quando é integrada ao conjunto de uma vida e de um comportamento” (Goldmann, 1967, p.7). Conforme o autor sustenta, é no conjunto da ação humana que se encontra a relação do sujeito com o objeto pesquisado. Dessa forma, é nesse sentido da lógica humana alicerçada pelo contexto histórico social, que se pretende caminhar no decorrer de nossas argumentações sobre a operacionalização do processo investigativo.

O Colégio Estadual Dom Lustosa é fruto de um tempo marcado por revoluções, fermentações religiosas e reformas sociais, políticas, educacionais e eclesiais; necessário se faz conhecer esses fatos que serviram de suporte para o seu nascimento.

O século XVI ficou caracterizado como o século das fermentações religiosas, bem como das rebeliões, transformações e rupturas que invadiram o campo social, político, religioso, cultural e educacional. Encontramos nesse período um cenário marcado pelo domínio da Igreja Católica Apostólica Romana, a qual, após a decadência do Império Romano foi crescendo e mantendo-se como instituição forte e disciplinada que trazia a religião como elemento agregador.

Por muitos anos, os assuntos de ordem econômica, política, social e cultural por ela era detida e determinada. A visão que os humanistas tinham da Idade Média retrata a imagem do homem vivendo mergulhado num mundo estritamente religioso, que organizava suas ideias, segundo os dogmas ditados pela Igreja, estabelecendo com ela um grau de dependência, levando a subordinação da mesma, conforme sustenta Cambi (1999, p.141).

A imagem tradicional da Idade Média, elaborada pelos humanistas e relançada pelos iluministas, afirmada depois como um topos, girava em torno do princípio dos “séculos obscuros”, caracterizados por uma profunda regressão da civilização e pelo retorno a condições de vida de tipo arcaico: uma economia de subsistência, uma sociedade regulada pela dependência e pela fidelidade a formas de quase escravidão, uma técnica bloqueada, uma elaboração cultural repetitiva e reduzida, um tipo de relações internacionais rarefeitas e inseguras, porém marcadas também por migrações de povos, por conflitos de etnias, por explosões de pauperismo.

Mas, segundo o próprio autor, a Idade Média foi também a época da gestação dos pré-requisitos do homem moderno (formação da consciência individual, do empenho produtivo; da identidade supracional; etc). Nela criou-se um modelo de sociedade marcada pelo espírito comunitário, baseada no amor e não apenas na autoridade e no domínio, fazendo do homem um ser solidário, caracterizado pela virtude da humildade e do amor universal. Uma sociedade que foi aos poucos edificada sob os valores do Cristianismo.

Os bastidores da história nos mostram o início da formação do ideário da Congregação dos Sangrados Corações de Jesus sendo gestado na Europa Central, mais especificamente na Morávia, região que pertencia ao antigo reino da Boêmia e que, pouco antes do término da Primeira Guerra Mundial, no ano de 1918, passou a ser uma das províncias da República Tcheca. Lugar que possuía ricas terras agrícolas e uma população composta em sua maioria por católicos.

Fazendo um rápido passeio pela Europa Central, buscando a compreensão dos aspectos gerais mais relevantes, que marcaram essa época, e os particulares que auxiliaram no desenvolvimento produtivo da Morávia, deparamos com um cenário composto por uma

sociedade feudal essencialmente aristocrática, em que a prática social do homem estava vinculada à relação que o mesmo estabelecia com a terra e desenvolvia-se em uma economia baseada na agricultura. Sociedade essa, marcada pelos conflitos religiosos, sejam aqueles iniciados na época anterior, no século XVI, como as Guerras Hussitas e a Reforma Protestante, e/ou aqueles que tiveram seu nascimento nas bases da fermentação das ideias baseadas na vida cristã, século XVII, como a Guerra dos Trinta Anos.

Inúmeros acontecimentos revolucionários fizeram da Idade Média uma época de complexa transformação e de importância fundamental para o nascimento de um novo tempo, um novo homem. O nascimento da Congregação dos Sagrados Corações de Jesus possui suas raízes ideológicas formadas a partir desse período histórico. Foi nele também que aconteceu a participação ativa da congregação religiosa, Unidade dos Irmãos Boêmios (*Unitas Fratrum* – unidade dos irmãos).

Essa congregação, que tinha como participantes líderes religiosos, políticos influentes e também, alguns trabalhadores, teve sua origem na Boêmia, hoje também, República Tcheca, no século XV. Os ensinamentos da Igreja apoiavam num cristianismo que consistia “na pureza cristã dos costumes, no fervor religioso e na fraternidade sincera” (GASPARIN, 1994, p. 23).

Em decorrência desses fatos e também do fervor religioso, principalmente quando a cisma na Igreja estava consumado, vamos encontrar os fatores que justificam a criação da Congregação dos Sagrados Corações de Jesus. Período marcado principalmente, pelas tensões entre católicos e reformados, pois a Igreja Católica não era somente uma instituição religiosa, mas sim uma instituição política que interferia tanto em assuntos religiosos quanto assuntos políticos.

Embora a Idade Média se caracterizasse pela unidade da fé, esse consenso esteve ameaçado inúmeras vezes: no século IX houve o Cisma Grego, que resultou na separação entre as igrejas Romana e Ortodoxa; no século XIV, por ocasião do Grande Cisma, foram eleitos dois papas um em Avinhão, na França, e outro em Roma. Desde o século XII, muitas heresias se disseminam por toda a Europa, quando então é criada a Inquisição, como instrumento de combate aos desvios da fé (ARANHA, 1996, p.87).

Essa ruptura das Igrejas foi mais uma ruptura administrativa, isso porque, as duas praticamente não se diferenciavam. Em termos doutrinários, dogmáticos e hierárquicos eram completamente iguais. A diferença máxima entre a Igreja Anglicana e a Igreja Católica era que aquela passava a ter como autoridade o rei da Inglaterra e a católica continuava a ter como chefe máximo o Bispo de Roma, o Papa.

Várias outras igrejas foram fundadas em decorrência desse fator histórico, isso porque muitos daqueles que aderiram aos ideais da Reforma, afastaram-se da Igreja Oficial Inglesa e fundaram suas próprias comunidades religiosas. Isso porque não estavam satisfeitos com o

controle da Igreja pelo Estado. Sendo assim, após o surgimento de várias denominações religiosas, inaugurava-se uma época de intensa e profunda tolerância religiosa e consequentemente, política, desencadeando com isso perseguições, torturas, guerras e mortes.

Era preciso revitalizar o catolicismo, uma nova postura, um novo direcionamento era necessário ser feito para consolidar a Igreja, como explica Batista (2010, p.31).

A Reforma Protestante seguiu-se a Contra-Reforma Católica. Preocupada com o avanço implacável do protestantismo, a Igreja Católica organizou a resistência. Uma vez que a Reforma fora ocasionada, sobretudo, pela imoralidade do clero católico, devido à venda de indulgências, à simonia e, somando-se a isso, à falta de preparo do mesmo em se tratando de difundir e consolidar o catolicismo, foi preciso, então, que se disseminasse, entre os católicos, uma mudança de pensamento e de atitude, que fizesse com que o cristianismo católico se revitalizasse (ARANHA, 1996, p.87).

Em meio a esses acontecimentos históricos vamos encontrar o nascimento da Congregação dos Sagrados Corações de Jesus e Maria. Estabelecimento religioso criado a partir de 1793, por Padre José Maria Coudrin, nascido em Coussay-le-Bois, França, no dia primeiro de março em 1768. Sacerdote francês, pertencente a uma família católica de pais agricultores, dos quais recebeu uma educação extremamente cristã.

A Congregação por ele criada ficou por um longo período num rigoroso sigilo, período esse que trazia o governo de Napoleão na dominação geral. Isso não foi impedimento para o crescimento e desenvolvimento, pelo contrário, a fez crescer, solidificar-se e expandir geograficamente. Escolas são criadas com a intenção de oferecer a formação vocacional eclesial.

Pe. Coudrin fundou a Congregação não tanto redigindo regras ou escrevendo tratados, mas transmitindo-lhe um espírito, criando uma comunidade de pessoas em torno de valores evangélicos, - a Regra de Vida. A vida era levada num permanente esforço para esconder o caráter religioso da comunidade. A aprovação foi dada pelo decreto da Sagrada Congregação dos Bispos e Regulares, firmado por Pio VII, em 10 de janeiro de 1817, e confirmada pela Bula Pastor Aeternus. A restauração trouxe maior liberdade para a Igreja e a Comunidade cresceu em número de 57 professores, do ramo masculino, em 1817, ela passou a 75 em 1820, 122 professores em 1825, 187 em 1830 e 201 em 1835. Pe. Coudrin, em 1825, apresentou-se ao Papa Leão XII (1823-1829), com as constituições da Congregação completas, e se mostrou desejoso de se levar a fé às terras longínquas. Nesse mesmo ano, aceitou as Ilhas Sandwich (Havai). Com esforço missionário ampliou as missões para terras estrangeiras: na Oceania, nos EUA e em Esmirna, na Ásia Menor (Turquia) (GONZÁLES, 1978, p. 6-7).

Por muito tempo o padre Coudrin desenvolveu seu trabalho evangelizador de forma clandestina, meditando sobre a história da Igreja e a dedicação total na oração. Saindo de seu esconderijo, o qual ficou escondido, por cinco meses, de maio a outubro de 1796, para dedicar ao serviço dos pobres, prisioneiros políticos e demais padres que viviam conforme ele, escondidos devido às perseguições que sofriam. Dessa forma uma pequena comunidade, primeiramente de mulher e posteriormente de homens, foi fundada a partir de 1793.

Os estabelecimentos religiosos se multiplicaram sem barulho. Em 1805, o ramo masculino estabeleceu-se em Paris (França), à Rue de Picpus, de onde veio depois o nome popular: Padres de Picpus. Padre Coudrin organizou um seminário e um colégio, a fim de dar formação melhor aos jovens que se preparavam para o sacerdócio; os padres se dedicaram ao espírito de repação, ao ensino, educação, pregação e missões (FERREIRA, 2000, p. 15).

Esses estabelecimentos ganharam a aprovação de Roma em 1814, logo após a queda de Napoleão e a restauração dos Bourbons. Mesmo assim, por causa dos conflitos e tensões sociais na França, a Comunidade dos Sagrados Corações sofreu agressividade dos anticlericais. Muitos de seus colégios e seminários foram fechados e os membros da comunidade espalhados, interrompendo assim o crescimento da Congregação.

Com o advento da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), uma Comunidade que havia na Bélgica sofreu inúmeras dificuldades e para piorar seus membros eram quase todos cidadãos dos países que estavam em conflito.

Em meio a guerra surge na Europa Padre Mateo, um peruano cheio de propósitos eclesiais, um deles é a fundação do Reino Social do Sagrado Coração, ideia essa ambiciosa pois, o mesmo visava a renovação Cristã. Seguindo o seu ideal ele fez de Paris seu núcleo formador e desenvolveu pregações pela França, Itália, Espanha, Portugal e Holanda.

Foi na Holanda, ano de 1896, que foi fundada pelos padres belgas, a escola apostólica Padre Damião. Devido à crise instaurada pela 2ª Guerra Mundial, foram transferidos para Holanda, todo pessoal da Bélgica, criando assim a Província Holandesa da Congregação dos Sagrados Corações.

Com a nomeação do Padre Norberto Poelman, em 1923 como primeiro provincial, vários holandeses foram enviados para a Indonésia, como também alguns padres para a Espanha, a fim de estudar a língua espanhola, para, posteriormente, enviá-los ao país na América Latina que iriam exercer o seu apostolado. Essa ação foi devido ao grande espírito missionário que o padre trazia em sua formação.

Conhecedor da grande carência de clero no Brasil, Padre Norberto e Gil Van den Boogaart, embarcaram para terras brasileiras. No dia 22 de abril de 1925 e em 12 de maio de 1925, chegaram no Rio de Janeiro para tratar de suas permanências no Brasil.

Os padres visitaram diversos Bispos, mas as anotações do Pe. Gil mencionaram apenas o nome de Dom Antônio de Almeida Lustosa, pouco antes nomeado Bispo de Uberaba. O padre Provincial decidiu examinar dum acontecimento repentino, e perto as propostas de Dom Lustosa; deixou em Petrópolis os padres Matias e Eustáquio, e viajou para o Triângulo Mineiro com Pe. Gil. Era uma viagem longa e cansativa, dispendiosa e cheia de aventuras (FERREIRA, 2000, p. 19).

É necessário ressaltar que a vinda dos padres para o Brasil, seja para o Rio de Janeiro, seja para Patrocínio em Minas Gerais, foi um processo lento, estudado e bem detalhado quanto

aos objetivos esperados nessa ação missionária. Não foi um acontecimento repentino, foi muito bem planejada e elaborada segundo os propósitos da missão eclesial evangelizadora.

### 3 DOM LUSTOSA E A MISSÃO EVANGELIZADORA

Dom Antônio de Almeida Lustosa nomeado Bispo da cidade de Uberaba, Minas Gerais, nasceu dia onze de fevereiro no ano de 1886, em São João Del Rei. Fez parte da Congregação Salesiana, ingressando na mesma no dia 29 de janeiro de 1905, fazendo seus estudos teológicos em Turim, Itália. Foi um dos primeiros salesianos brasileiros a consagrar-se ao ministério no quadro da vocação Salesiana de educação da juventude. Tornou-se Bispo de Uberaba, permanecendo no cargo por 4 anos consecutivos.

Foi ordenado sacerdote no dia 28 de janeiro de 1912, em Taubaté pelo Bispo desse município, Dom Epaminondas. Em 1924, foi nomeado como segundo Bispo da cidade de Uberaba. Sua ordenação episcopal aconteceu no dia 11 de fevereiro de 1925, em São João Del Rei, permanecendo no governo da diocese até 1928. Seu reconhecimento ficou mais aclarado quando esteve como Arcebispo de Belém do Pará, onde permaneceu por 10 anos.

Figura 24 – Escola Estadual Dom Lustosa em 1935



Fonte: Casa da Cultura de Patrocínio, 1935

Nesses 10 anos que permaneceu no governo, fez visitas em todo território da Arquidiocese, apesar das grandes dificuldades de acesso e do tamanho territorial. Dessas visitas Dom Lustosa tornou-se um assíduo redator de crônicas relacionadas a sua vivência nas mesmas. Suas publicações aconteciam no periódico católico “A Palavra”, mais específico, na coluna que recebia o nome de “A Margem da Visita Pastoral”. Contribuiu com propostas edificantes para

a vinda dos padres da Congregação Sagrados Corações para o Triângulo Mineiro.

Foi responsável pela ação evangelística dos padres da Congregação dos Sagrados Corações de Jesus e Maria nas longínquas terras brasileiras. Ação essa iniciada nas localidades de Nossa Senhora da Abadia de Água Suja, da sua Paróquia, de suas Capelas e, da fundação de um colégio naquela localidade, como explica Barbosa (1991, p.8), devido ao Estado lastimável em que se encontrava tal paróquia, no sentido moral, espiritual, atraso cultural e onde se aglomeravam os fiéis devotos de nossa Senhora da Abadia, dando início a sua obra evangelizadora.

Os compromissos dos Padres com o Bispo de Uberaba eram mais amplos: deveriam se ocupar do Santuário Episcopal de Nossa Senhora d'Abadia de Água Suja (MG), abrir um pequeno colégio, um internato e cuidar da paróquia e capelas filiais. Projetava-se também a fundação de um colégio em Araguari, que deveria se concretizar antes da volta do Pe. Norberto para a Holanda, a fim de continuar os trabalhos na Província Holandesa da Congregação dos Sagrados Corações, mas que não foi possível por dificuldades nas negociações entre diocese e municipalidade, o que retardou a entrega do terreno para a fundação (FERREIRA, 2000, p. 34).

Essa missão foi crescendo e ganhando novos espaços e lugares, expandindo-se para a cidade vizinha, Araguari, onde fundaram o Colégio Regina Pacis, seguindo para a cidade de Patrocínio Minas Gerais, onde receberam do município um excelente prédio e ótimas condições para iniciar seus trabalhos. Conforme explica Gonzáles (1978, p. 6);

Aos 16 de abril de 1926, os Pe. Gil e Matias transferiram-se para Araguari, onde abriram o Colégio Municipal Regina Pacis, que penosamente, se enraíza, enquanto prepara-se a fundação de outro educandário, na cidade de Patrocínio, cuja municipalidade oferece ótimo prédio, em excelentes condições.

O Bispo Dom Antônio de Almeida Lustosa ficou reconhecido pela população patrocinesa, como uma pessoa batalhadora e idealista segundo sua fé, sua vontade de propagar o ensino evangelístico, obtendo assim a simpatia do povo e todo o apoio das autoridades conforme assevera Barbosa (1991, p.8).

Dom Lustosa foi incansável; teve S. Excia. Para com os Congressistas e Associações religiosas com palavras de carinho e conforto que o tornaram ainda mais querido do seu rebanho. Pastor de almas, inteligência lúcida, visão larga, possuidor de um coração boníssimo, D. Lustosa tornou-se o ídolo da população patrocinesa. Uma das mais respeitadas e acatadas figuras do episcopado nacional. Sua Excia, é de uma piedade extraordinária, reunindo em si a tenacidade salesiana, servida por uma fé inquebrantável de um filho de D. Bosco. D. Antônio de Almeida Lustosa foi a alma do Congresso Católico, presidindo as suas sessões. A população de Patrocínio está encantada com seu Bispo e renovou nos dias do Congresso o seu respeito e obediência (FERREIRA, 2000, p. 19).

Dom Antônio de Almeida Lustosa, foi para os padres missionários, Pe. Norberto e Pe. Gil, instrutor, um excelente hospedeiro, professor de Português e um pai na missão trazida pelos

evangelizadores. A Congregação por eles fundada introduziu em Patrocínio e Araguari, Minas Gerais, o internato. Mesmo que em sua trajetória no Brasil essa Congregação tenha criado escolas também como regime externo, a forma de organização dominante foi o internato.

#### 4 O COLÉGIO E SUA TRADIÇÃO EDUCADORA

Representado por uma arquitetura simples e ao mesmo tempo chamativa pela sutileza dos seus portões altos, pesados e imponentes, encontramos um colégio marcado pela tradicionalidade, costumes e regras de conduta Cristã; alicerçado pelas bases fundamentais de uma Congregação que visava a reedificação dos propósitos cristãos do Catolicismo para uma sociedade carente de homens que agem segundo sua fé, de acordo com a formação integral recebida. Formação essa saída das atividades como um todo e não apenas da educação escolarizada.

O nascimento do Colégio Dom Lustosa em Patrocínio, Minas Gerais, contou com a ajuda das famílias mais abastadas do município, na época os coronéis João Cândido de Aguiar, Elmiro Alves do Nascimento e Joaquim Cardoso Naves, que fizeram uma comissão que lutava em prol da criação do referido colégio. Inclusive a aquisição do prédio para instalação do colégio é deles.

O prédio foi adquirido em 11 de setembro de 1926 por um contrato de doação assinado por Padre Eustáquio Van Lieshout, representando a Congregação no Brasil. Esse processo de doação, como também a obtenção de recursos na sociedade patrocínense foi através de João Cândido de Aguiar e sua esposa Emydia, prefeito municipal e primeira dama, os quais deram um grande apoio, colocando o poder público sustentando esse grande feito.

O prédio comprado, de construção sólida e recente, foi entregue em 11 de dezembro de 1926 e, logo, a 17 de dezembro de 1926, os padres Gil van Boogaart e Matias van Rooij chegaram em Patrocínio, hospedando-se no hotel Globo; adquiriram o mobiliário necessário para o início das atividades, com recursos da Congregação e, no dia 20 de janeiro de 1927, foi aberta a matrícula do Colégio. A relativamente rápida negociação entre eles possibilitou o início das aulas logo após a instalação dos padres na cidade e também o estabelecimento de relações bastante sólidas entre o clero e a oligarquia local. (FERREIRA, 2000, p. 65).

Funcionado apenas o primeiro colegial e curso primário, o colégio que recebeu o nome de “*Dom Lustosa*” foi inaugurado em 15 de fevereiro de 1927. A direção do educandário ficou sob a responsabilidade de Padre Matias, tendo no seu corpo docente o Padre Filiberto e os professores representantes do município de Patrocínio, José Bento Guimarães e Aguinaldo Sérulo Botelho.

Padre Matias também era educador, com visão além de seu tempo, trazia em suas ações características de um homem idealizador, esmerava-se ao máximo para dar aos seus educandos, além dos conhecimentos das letras e das ciências, uma aprimorada formação moral e espiritual; e em harmonia com estas, a cívica e a física. Acreditava ele, que trabalhando o conjunto das mesmas, estaria proporcionando aos jovens, seus alunos, uma formação completa, formando verdadeiros cidadãos.

Várias foram as suas ações a frente da direção do colégio que contribuíram para seu avanço na educação patrocinese. Idealizou a bandeira da escola que trazia em sua legenda “Sub Umbra Alarum Tuarum” (sob a sombra das tuas asas). Fundou o Grêmio na escola, sob o tema “Assim brilhe a tua luz”, esse trabalho serviu para aprimorar os dons oratórios dos alunos; fazendo surgir daí elouquentes oradores. É dele também a criação do primeiro jornal da escola, “*O Ideal*”, jornal esse que servia como veículo de transmissão das ideias dos alunos.

Havia na escola um laboratório que proporcionava aos alunos um conhecimento mais aprofundado, laboratório muito bem equipado para o trabalho com diversas áreas da ciência; física, química e natural. Todo trabalho ali desenvolvido estava sob a responsabilidade do zeloso e dedicado professor Padre Caprázio, testemunho de grande parte da história do Dom Lustosa.

O colégio iniciou o ano letivo com 57 alunos todos externos, tendo esse quadro modificado logo no início do segundo semestre letivo, passando para 70 alunos, o quadro de professores também sofreu alteração com a chegada dos padres Agostinho Van Velsen e Damião Klevercamp. A expansão do colégio foi crescendo, aumentando o número de alunos, em 1928 já se somam 98 alunos internos e semi-internos. O colégio foi municipalizado no dia 5 de novembro de 1927, Lei 514 registrada em Relatório de Inspeção com data de 27 de outubro de 1938. Segundo o Relatório para a revisão da Ficha de Classificação e elucidário, protocolado na Superintendência do Ensino Secundário dia 5 de julho de 1934, o patrimônio do Colégio Dom Lustosa era o seguinte:

Um prédio próprio, orçado em 300.000\$000 (trezentos contos de réis); - um terreno anexo ao prédio com a dimensão de 11.300 m<sup>2</sup>; - um terreno retirado do colégio, mas sob a sua dependência e fiscalização diretas, destinado à prática de esportes com 20.000 m<sup>2</sup>; - uma chara destinada à passeios instrutivos e recreativos, com plantações e cultura, possuindo um excelente tanque de natação de concreto armado, com 75 m<sup>2</sup> de área e 2m de profundidade. A dimensão da chácara: 3 hectares, 27 ares e 44 centiares. - fonte de renda: o estabelecimento é custeado, principalmente, pelas contribuições dos alunos. Por contrato firmado entre Prefeitura Municipal e o estabelecimento, este recebe anualmente a subvenção de sei contos de réis, sob a condição de manter gratuitamente 10 alunos no curso secundário. A Congregação dirigente, com sede em Braine-le-Comte (Bélgica), presta auxílio às casas e estabelecimentos filiais, quando necessário. (Relatório de Inspeção da Superintendência de Ensino Secundário, 26/06/1934).

Em 2 de agosto de 1928 aumentam-se as disciplinas ensinadas no colégio, isso ocorreu devido a filiação do Colégio à Escola de Comércio de Santa Rita do Sapucaí em Minas Gerais. Dessa forma, o crescimento pela procura do educandário foi aumentando e ganhando novas perspectivas quanto a clientela assistida.

Em 25 de setembro de 1963, durante o mandato do governador de Minas Gerais, José de Magalhães Pinto, o colégio tornou-se estadual, obtendo o nome de Escola Estadual Dom Lustosa. Durante esse período de transformação o ex. aluno da referida escola, José de Farias Tavares ocupava o cargo de Secretário do Estado da Educação, colaborando assim nessa transição.

A Congregação dos Sagrados Corações fez a doação do Prédio, todas as benfeitorias e seu terreno, numa área de 12.936 metros quadrados, para o Estado de Minas Gerais; a doação foi feita com cláusula “ad-corpus”, (haja mais ou haja menos), assinada pelo Padre Gil Van DenBoogart. Consta ainda na Escritura de Doação que, “a coisa doada se destinará a instalação de um ginásio estadual, e a outorgante doadora incorpora os móveis e utensílios ali existentes para o mesmo fim”. Esta escritura foi passada no Cartório do Segundo Ofício em 9 de janeiro de 1964 e registrada no Cartório nº 1 e Único sob o Nº 13416, livro 3 S, folhas 162, em 10 de janeiro de 1964 no valor de CR\$ 4.000.000,00 (quatro milhões de cruzeiros). (FERREIRA, 2000, p. 68).

O corpo docente era formado na maioria por padres, tendo também advogados, médicos e engenheiros. Muitos eram holandeses, tanto os professores quanto aqueles que ocupavam a direção. Os diretores do Colégio, desde a época de sua criação até 1962 foram; Padre Matias Van Roij, em 1927; Padre Anfrido Vandersen, em 1932; Padre Filiberto Braun, em 1936; Padre Geraldo Thiessen, em 1938; Padre Canísio Raedts, em 1940 e 1944; Padre Ludovico, em 1952; Padre Josquim Tiago dos Santos, em 1954; Padre Melchior Schmierman, em 1956; Padre Nicácio Van Diepen, em 1956; Padre Antonio Resende, em 1960 e Padre Franklin Botelho, em 1961.

As referências escritas sobre os primeiros docentes do “Dom Lustosa” destacam, com satisfação, aspectos tradicionais do mundo acadêmico. Faz-se questão, por exemplo, de citar que os professores eram denominados lentes e, entre esses, haviam os catedráticos, para as áreas nobres - letras e línguas, ciências - e os professores para as matérias auxiliares - desenho, música, ginástica. Os catedráticos formavam a Congregação da Escola - estrutura e nomenclatura próprias de uma faculdade. Todos esses aspectos e solenidades acadêmicas distinguiam os professores e alunos do “Dom Lustosa” e, por isso, eram, em geral, aceitos e até desejados (FERREIRA, 2000, p. 91).

Com o passar dos anos o colégio foi ganhando cada dia mais credibilidade com a comunidade, ocupando uma boa posição no cenário educacional. O período de 1922 a 1962 houve a maior expansão do colégio, ficando assim, as décadas de 20 e 30 apresentando o maior número dessa expansão.

A partir de 1962, os internatos começam a ser extintos e a escola passa a receber uma clientela mista. Isso aconteceu devido a uma mudança nas diretrizes da escola, pois uma crise

se passava no meio religioso, mais específico na Igreja do Brasil, resultando em novas perspectivas e novas bases teológicas, esbarrando assim nos colégios religiosos. Com isso, as portas desses educandários que atendiam somente meninos, abriram para receber também as meninas.

Os alunos eram em sua maioria filhos de grandes fazendeiros, sitiantes abastados ou de ricos negociantes. Mas, nem todos eram filhos de fazendeiros, viviam de família de negociantes, médicos, advogados e dentistas, com poder aquisitivo alto. Até os anos 50 o quadro discente do colégio era formado por jovens das classes médias altas.

Devido à crise vivida em 1929, com a queda da Bolsa de Valores de Nova Iorque, muitos fazendeiros decaíram, empobrecendo, mudando assim o cenário da escola. O Curso Normal e o Magistério foram a saída encontrada pelas moças mais pobres, cujo objetivo e necessidade era o exercício do Magistério.

Atualmente a escola Estadual Dom Lustosa funciona em três turnos, atendendo aproximadamente 1074 alunos nos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. O quadro de professores conta com 65 profissionais. A Escola está sob a gestão de Marcos Antônio Rodrigues de Souza, auxiliados pelos vice-diretores Fernanda Ferreira M. Matias, Raquel Inês G. Cardoso e Luciene M. Nunes, pelas especialistas em Educação Viviane A. F. Borges, Renata Caldeira S. Nascimento e Paula Aparecida da S. Lana; pela secretária Sandra Borges da C. C. e Campos.

A história da Educação nos mostra que grandes homens com inúmeros ideais e perspectivas, colaboraram para o nascimento da Escola Estadual Dom Lustosa, porém a historicidade da educação e da escola nos limita a maiores detalhes e constatações frente a esse patrimônio educacional que Patrocínio possui.

Na sua gênese e no seu desenvolvimento, a História da Educação Brasileira carrega uma marca que lhe é conformadora: a de ter nascido para ser útil e para ter sua eficácia medida não pelo o que é capaz de explicar e interpretar dos processos históricos objetivos da educação, mas pelo que oferece de justificativas para o presente (WARDE, 1990, p. 9).

É na história, na sua formação que iremos encontrar as respostas para os questionamentos que vão surgindo ao longo dos tempos. É nela que se encontra a raiz do objeto pesquisado, no caso, o colégio Dom Lustosa. Quando não se tem as bases históricas, os bastidores registrados na historiografia do que se pesquisa, barreiras são surgidas e respostas são caladas e neutralizadas no momento presente.

História essa que nos mostra uma escola que passou por ideais ao longo dos tempos, restritos de uma Congregação que inspirava pela expansão e propagação do cristianismo, e que

foi recebendo adequações advindas de revoluções e inovações, mas, não deixou o seu objetivo principal que é oferecer uma educação cívica, moral e religiosa, baseada nos preceitos da religião católica.

Figura 25 – Escola Estadual Dom Lustosa em 2011



Fonte: Google Street View, 2011

## REFERÊNCIAS

ANÍSIO, P. **O Ginásio “Dom Lustosa” e sua História.** (folheto), Patrocínio, MG, 1932.

FERREIRA, H. de O. **Colégio “Dom Lustosa”: História da Educação Católica Masculina em Patrocínio (MG) - 1927-1962.** Franca/SP, 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Franca - UNESP, São Paulo, 2000.

GONZÁLES, I. V. Pe. **Testemunho e Espiritualidade da Congregação dos Sagrados Corações,** Coleção Estudos Picpucianos, 1, Belo Horizonte, 1978.

JORNAL Cidade de Patrocínio de N°. 693 de 19/09/1926, Patrocínio, MG, 1926.

MANOEL, I. A. **A Igreja e a Educação Feminina. (1859-1919): uma fase do conservadorismo,** UNESP, São Paulo, 1996.

**RELATÓRIO de Inspeção da Superintendência de Ensino Secundário,** 26/06/1934, Patrocínio, MG, 1934

## ANEXO

### Anexo I – Parecer do CEP/UFG Aprovando a Aplicação da Pesquisa



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** O ESTUDO DE FUNÇÕES NO ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE GRAPHMATICA COMO RECURSO METODOLÓGICO PARA A PRÁTICA DO PROFESSOR

**Pesquisador:** JOSE FERREIRA NUNES

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 89961518.6.0000.8058

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Goiás - UFG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.761.332

#### **Apresentação do Projeto:**

Projeto bem apresentado e de fácil entendimento. Visa apresentar o software Graphmatica® como uma ferramenta capaz de auxiliar o professor na construção de tabelas e gráficos e explorar os resultados que podem ser obtidos com essas construções. A pesquisa será realizada em duas etapas, sendo a primeira antes do uso do software e a segunda após a sua aplicação, com o intuito de comparar o desenvolvimento dos alunos frente a essas metodologias diferenciadas. Pretende-se como resultado final mostrar a importância do uso de recursos tecnológicos nas aulas de matemática do ensino médio

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Avaliar a influência pedagógica que o Software Graphmatica, como recurso metodológico, possui no ensino de funções para os alunos do Ensino Médio.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

riscos e benefícios apresentados de forma correta

<b>Endereço:</b> EMILIO POVOA		<b>CEP:</b> 74.845-250
<b>Bairro:</b> VILA REDENCAO		
<b>UF:</b> GO	<b>Município:</b> GOIANIA	
<b>Telefone:</b> (62)3956-8860		<b>E-mail:</b> centrodeestudoshmdi@gmail.com



Continuação do Parecer: 2.761.332

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O trabalho visa como resultado final mostrar a importância do uso de recursos tecnológicos nas aulas de matemática do ensino médio, o que o torna importante e com relevância

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

termos apresentados de forma correta

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

não possui pendências

**Considerações Finais a critério do CEP:**

acatado em reunião do colegiado

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1123947.pdf	18/05/2018 14:07:04		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Doc1.pdf	18/05/2018 14:06:39	JOSE FERREIRA NUNES	Aceito
Parecer Anterior	atadefesa.pdf	18/05/2018 13:48:23	JOSE FERREIRA NUNES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	13/05/2018 22:07:29	JOSE FERREIRA NUNES	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	13/05/2018 22:07:06	JOSE FERREIRA NUNES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termoanuencia.pdf	13/05/2018 21:43:05	JOSE FERREIRA NUNES	Aceito
Orçamento	Orcamento.docx	13/05/2018 21:33:23	JOSE FERREIRA NUNES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	06/05/2018 22:54:56	JOSE FERREIRA NUNES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_de_autorizacao.pdf	06/05/2018 20:51:29	JOSE FERREIRA NUNES	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_compromisso.pdf	06/05/2018 20:50:27	JOSE FERREIRA NUNES	Aceito
Declaração de Instituição e	Termo_de_anuencia.pdf	06/05/2018 20:49:38	JOSE FERREIRA NUNES	Aceito

**Endereço:** EMILIO POVOA

**Bairro:** VILA REDENCAO

**CEP:** 74.845-250

**UF:** GO **Município:** GOIANIA

**Telefone:** (62)3956-8860

**E-mail:** centrodeestudoshmdi@gmail.com