



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

O SOFTWARE GEOGEBRA NA APRENDIZAGEM DE FUNÇÕES: UM ESTUDO
COM ACADÊMICOS DO CURSO DE MATEMÁTICA DO CESP/UEA

Autor	Luciano Coelho Gomes
Orientador(a)	Prof. Dr. Júlio César Marinho da Fonseca
Banca Examinadora	Prof. Dr. Clodoaldo Pires Araújo Profa. Msc. Érica Farias Pacheco
Resumo	<p>Este estudo explora a integração do <i>software</i> GeoGebra na aprendizagem de funções, evidenciando a necessidade de os futuros professores de matemática dominarem tal ferramenta para um ensino-aprendizagem mais significativo. Trata-se de uma pesquisa qualitativa e descritiva, com objetivo geral de compreender as contribuições do <i>software</i> GeoGebra na aprendizagem de funções com acadêmicos do curso de Matemática do CESP/UEA. Visando alcançar tal objetivo, utilizamos os respectivos procedimentos metodológicos: triangulação de dados, aplicação de dois questionários semiestruturados, desenvolvimento de duas oficinas e uma entrevista estruturada com 34 acadêmicos do 3º e 6º período, revelando que, apesar da prevalência de métodos tradicionais, o GeoGebra ajuda na visualização e assimilação de conceitos. A maioria reconheceu os benefícios pedagógicos do <i>software</i>. Conclui-se que equilibrar métodos tradicionais com ferramentas como o GeoGebra promove um ambiente de aprendizagem interativo, facilitando a compreensão dos alunos e transformando a prática pedagógica dos professores em formação.</p> <p>Palavras-chave: Formação de professores de matemática. Funções. <i>Software</i> GeoGebra.</p>
Abstract	<p>This study explores the integration of GeoGebra software in learning functions, highlighting the need for future mathematics teachers to master this tool for more meaningful teaching-learning. This is a qualitative and descriptive research, with the general objective of understanding the contributions of the GeoGebra software in learning functions with academics from the Mathematics course at CESP/UEA. Aiming to achieve this objective, we used the respective methodological procedures: data triangulation, application of two semi-structured questionnaires, development of two workshops and a structured interview with 34 academics from the 3rd and 6th period, revealing that, despite the prevalence of traditional methods, GeoGebra helps in visualizing and assimilating concepts. Most recognized the pedagogical benefits of the software. It is concluded that balancing traditional methods with tools such as GeoGebra promotes an interactive learning environment, facilitating student understanding and transforming the pedagogical practice of teachers in training.</p> <p>Keywords: Mathematics teacher training. Functions. GeoGebra Software.</p>

O SOFTWARE GEOGEBRA NA APRENDIZAGEM DE FUNÇÕES: UM ESTUDO COM ACADÊMICOS DO CURSO DE MATEMÁTICA DO CESP/UEA

Introdução

Muito se tem discutido, recentemente, acerca de como está acontecendo a formação de professores, em particular os de matemática e a integração das Tecnologias Digitais (TD) nos centros universitários, que se apresenta não apenas como uma opção, mas como uma necessidade inevitável no ambiente educacional. Pois, o papel dos educadores de matemática evoluiu significativamente, exigindo não apenas um domínio profundo dos conteúdos, mas também competências em utilizar ferramentas tecnológicas para potencializar o seu aprendizado e de seus futuros alunos. No entanto, podemos observar que muitos acadêmicos ainda apresentam dificuldades de identificar, associar e utilizar conhecimentos prévios com conteúdos apresentados no Ensino Superior, fatores estes, essenciais para adquirir novas aprendizagens.

Sabendo da importância das tecnologias como um grande aliado ao Ensino de Matemática, e que seu uso possibilita ao acadêmico uma forma mais dinâmica de aprendizagem, e que frente aos novos desafios faz-se necessário que o futuro professor domine os diversos recursos disponíveis, evidenciamos o *software* GeoGebra utilizado para explorar conceitos matemáticos, como uma Tecnologia Digital (TD) e assim contribuir na aprendizagem, na investigação e no aprimoramento de conhecimentos adquiridos na formação docente. Portanto, elegemos como problema da pesquisa o questionamento: como o *software* GeoGebra pode contribuir na aprendizagem dos acadêmicos do curso de matemática do CESP/UEA no estudo de funções?

A pesquisa que desenvolvemos tem como objetivo geral compreender as contribuições do *software* GeoGebra na aprendizagem de funções com acadêmicos do curso de Matemática do CESP/UEA. E apresenta três objetivos específicos que se propõem verificar os conhecimentos dos acadêmicos em matemática do CESP/UEA sobre funções; desenvolver uma sequência didática sobre funções utilizando o *software* GeoGebra e analisar as contribuições do *software* GeoGebra na aprendizagem de funções.

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa do tipo descritiva nas perspectivas de Minayo (2000) e Figueiredo (2008), por estarmos preocupados em compreender os elementos e significados percebidos pelos sujeitos. Para a construção dos dados, utilizamos a triangulação

conforme Sá e Henrique (2019), aplicamos dois questionários semiestruturados compostos por seis questões cada, duas oficinas utilizando o *software* GeoGebra e uma entrevista estruturada. Os sujeitos foram 34 acadêmicos do 3º e 6º período que aceitaram participar da pesquisa e que já cursaram a disciplina de Matemática Elementar, por serem sujeitos que conhecem a base mínima dos estudos de funções.

Os resultados são apresentados em três seções. Na primeira seção, denominada o estudo de funções na licenciatura no CESP/UEA, abordamos o contexto do ensino de funções. Na segunda seção, explorando funções através do GeoGebra, descrevemos as oficinas e análises de conceitos, elementos, interpretação e comportamentos gráficos, e a terceira intitulada *Software* GeoGebra: contribuições no estudo de funções, são discutidas as contribuições do GeoGebra com apontamentos dos acadêmicos nos questionários e entrevista. Evidenciamos que o GeoGebra é uma TD que facilita e dinamiza a compreensão e aprendizagem de funções, por amenizar possíveis lacunas no domínio de conteúdos, assimilação e percepção visual de objetos matemáticos.

O estudo de funções na licenciatura no CESP/UEA

Enquanto acadêmicos, nem sempre nos damos conta de que os assuntos estudados durante a licenciatura se constituem como ferramentas para um sólido ensino de matemática e possuem suas relações com os conteúdos aprendidos na educação básica. Com isso, faz-se necessário um olhar mais aprofundado de como ocorre a formação, pois a matemática ainda é considerada uma disciplina desafiadora quanto ao ensino e aprendizagem, fazendo que os professores tenham que adaptar se aos novos ambientes, buscando conhecer e usar ferramentas disponíveis que auxiliem em suas práticas pedagógicas.

Concordamos com Costa (2018) ao afirmar que,

O futuro professor de Matemática deve ficar aberto às frequentes transformações da sociedade contemporânea e, os cursos de formação docente, atentos aos avanços científicos e tecnológicos, pois tais avanços sempre influenciam e interferem no contexto educacional escolar (Costa, 2018, p. 17).

Objetivamente, tem-se a preocupação com a compreensão da abstração matemática e a dificuldade na visualização e assimilação de elementos, conceitos e na complexidade de alguns conteúdos. Certamente, em um trabalho de graduação, não damos conta de explorar todos esses

conteúdos. Por isso, delimitamos nosso estudo em torno do conteúdo de funções estudadas inicialmente nas disciplinas de Matemática Elementar e Cálculo I.

Para conhecermos o contexto em que se desenvolve o estudo de funções na licenciatura do CESP, analisamos as respostas dadas no questionário (APÊNDICE B) pelos 34 sujeitos da pesquisa, estudantes do 3º e 6º período de licenciatura em matemática do CESP/UEA.

No questionário, indagamos sobre como os assuntos de funções foram trabalhados durante a licenciatura, no qual os sujeitos poderiam optar por mais de uma alternativa. As respostas de vinte e oito sujeitos sugerem os seguintes tópicos: definição, exemplificação e resolução de exercícios. Quatro sujeitos disseram que os estudos se desenvolveram por meio de resoluções de problemas. Dois afirmaram que as disciplinas seguiram o roteiro de definição, exercícios e uso de aplicativos e/ou programas.

O contexto descrito pelos sujeitos retrata um ensino mais tradicional, desenvolvido por meio de repetição e, na maioria das vezes, sem assimilação com conhecimentos prévios dos acadêmicos, sendo a realidade da maioria dos cursos de exatas,

com aulas que seguem um padrão de memorização de fórmulas e teoremas, pensando apenas nos conhecimentos específicos. Mas, estamos discutindo sobre um curso de licenciatura em matemática, que precisa apresentar um equilíbrio entre conhecimentos específicos e práticas pedagógicas, como métodos complementares à formação deste futuro professor. (Maia, 2019, p.4)

Em seguida, perguntamos: O que é uma função? Na qual doze responderam relações entre conjuntos, cinco descreveram relações entre variáveis, quatro identificaram como representação gráfica, três afirmaram não lembrar e dez não responderam. Este resultado merece atenção, pois o conceito de funções deve ter sua construção na educação básica. Então, deve ser competência do futuro professor de matemática.

De acordo com as propostas da BNCC de 2018, podemos identificar que o ensino de funções inicia no 9º ano do Ensino Fundamental II, e a habilidade a ser desenvolvida é

Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis (Brasil, 2018, p. 318).

Tais habilidades e conhecimentos sobre funções são pertinentes ao considerarmos não apenas o domínio conceitual, mas a compreensão numérica e o comportamento gráfico em diferentes campos de estudos. Assim como descreve Andrade e Brandão (2018),

O conceito de função é amplamente utilizado, não apenas na matemática, como também na forma interdisciplinar, envolvendo várias outras disciplinas, como a física, a química e a biologia. Ele está formalmente associado a um dos ramos da matemática que conhecemos como álgebra, mas também se encontra presente na geometria e até na aritmética, pois envolve relações de dependência entre duas grandezas (Andrade e Brandão, 2018, p.762).

Conforme Flemming e Gonçalves (2006, p.14), “seja f uma função, o gráfico de f é o conjunto de todos os pontos $(x, f(x))$ de um plano coordenado, onde x pertence ao domínio de f e para determinar o gráfico de uma função, assinalamos uma série de pontos [...] de forma rudimentar.”

Por isso, indagamos aos sujeitos se possuíam dificuldades em compreender os gráficos das funções, na qual vinte sujeitos responderam que sim e quatorze disseram não. Questionamos também se estes sabem interpretar o comportamento das funções, onde vinte e um responderam, sim, seis responderam não saber e sete não responderam. Em seguida, apresentamos quatro gráficos de função polinomial de 1º grau e pedimos que identificassem o comportamento como crescente ou decrescente, quinze identificaram corretamente, sete acertaram parcialmente e doze não responderam. Assim, as respostas dadas pelos sujeitos sugerem uma aprendizagem guiada por conceitos.

Diante do exposto, percebemos que apesar dos sujeitos conseguirem conceituar as funções, estes possuem dificuldades em reconhecê-las, analisar graficamente e em interpretar seus comportamentos em diferentes contextos, demonstrando assim uma lacuna provavelmente advinda da Educação Básica com relação ao domínio, assimilação e percepção visual de objetos matemáticos que refletem diretamente no processo de aprendizagem no Ensino Superior. Tal lacuna reforça a necessidade de buscar e utilizar recursos pedagógicos complementares à formação, como, por exemplo, as tecnologias.

Explorando funções através do GeoGebra

Com o decorrer dos anos, as tecnologias passaram a ser incluídas gradualmente nos cursos de licenciatura em matemática no CESP/UEA, demonstrando ser um importante recurso de prática pedagógica que contribui no processo de aprendizagem dos acadêmicos. Para Daniel e Bath (2003, p.57), as tecnologias podem ser definidas como a “aplicação do conhecimento científico e de outras formas de conhecimento organizado, a tarefas práticas por organizações compostas de pessoas e máquinas”.

No entanto, muitos professores em formação ainda demonstram receio ao manusear/utilizar as tecnologias, possivelmente por não dominarem completamente tais ferramentas e/ou não a compreenderem como recurso de ensino-aprendizagem. Neste contexto, “O professor de Matemática é colocado numa condição de pensar o seu trabalho e em como as tecnologias podem auxiliá-lo no estreito caminho entre o ensino para a aprendizagem dos conteúdos” Júnior (2021, p.4).

Pensando nisso, questionamos aos sujeitos da pesquisa se as tecnologias ajudavam ou atrapalhavam no seu processo de aprendizado, dos trinta e quatro sujeitos participantes, trinta e três disseram que sim, as tecnologias ajudam, destes, aproximadamente 61% definiram as tecnologias como facilitador da aprendizagem e 36% descreveram como auxiliar da compreensão de conteúdos, apenas 3% não responderam. Segundo Pereira (2012), os conhecimentos adquiridos com a utilização das tecnologias despertam nos seres humanos um constante processo de aprendizado significativo.

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1978) aprendizagem significativa é o processo de interação dos conhecimentos anteriores com as novas informações adquiridas pelo indivíduo, também alcançada quando desenvolvido corretamente o uso de TD no âmbito educacional como recurso pedagógico.

Para o estudo de funções, destacamos os *softwares* educacionais em específico o *software* GeoGebra, que permite a visualização de objetos matemáticos, como, por exemplo, planos, retas, segmentos de retas, polígonos e gráficos de funções. O GeoGebra foi criado em 2001 por Markus Hohenwarter como parte de sua tese de mestrado na Universidade de Salzburgo, na Áustria. O principal objetivo de Hohenwarter ao desenvolver o GeoGebra era fornecer uma ferramenta educacional que combinasse a geometria dinâmica, a álgebra e o cálculo em uma única plataforma, facilitando o ensino e a aprendizagem de matemática em todos os níveis educacionais.

Segundo Melotti e Cardoso (2022), a união desses elementos viabiliza uma compreensão mais aprofundada nos estudos de funções, o que possibilita melhorar a assimilação dos conteúdos trabalhados. Por meio do questionário, identificamos que trinta e três sujeitos já tiveram alguma experiência direta ou indireta com o *software* GeoGebra e a definem como: programa que permite fazer a manipulação de elementos e aprofundar conceitos matemáticos; aplicativo utilizado para dinamizar o estudo de gráfico das funções e facilitador para compreensão de conteúdo de matemática mediante recursos visuais.

Concordamos também com Feitoza et al (2020)

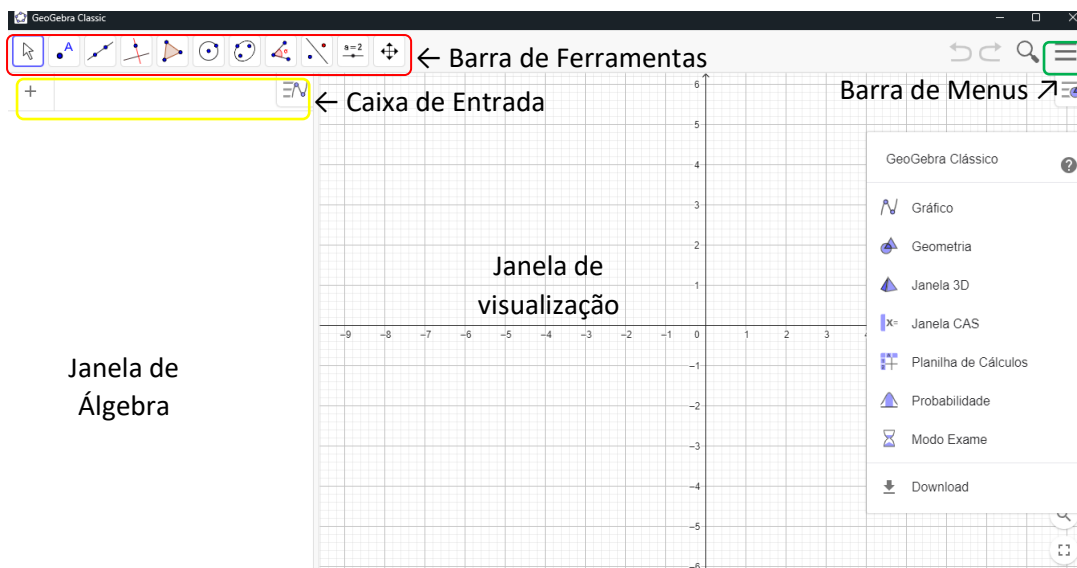
A principal função do *software* GeoGebra é aproximar as diferentes formas de representar um determinado problema matemático, buscando maximizar não só a visualização estática dos dados, como também os eventuais fenômenos decorrentes do processo de manipulação das variáveis (Feitoza et al, 2020, p.6).

A partir do contexto descrito, desenvolvemos duas oficinas com o tema “Explorando Funções com o GeoGebra”, (ANEXO A) com objetivo de apresentar o programa, suas ferramentas e explorar as propriedades das funções Afim, Quadráticas, Exponenciais, Logarítmicas e Modular por meio de algumas demonstrações. Para tanto, utilizamos a versão Classic 6 (acesso gratuito em <https://www.geogebra.org/download?lang=pt>) previamente instalada nos computadores do laboratório de informática do CESP/UEA. Cada oficina possuiu a duração máxima de 2 horas e 30 minutos, sendo destinado ao fim da segunda oficina, 1 hora e 30 minutos para realização de uma entrevista estruturada (APÊNDICE D), composta por 3 questões e um questionário semiestruturado (APÊNDICE C), composto por 6 questões, ambos ocorreram de forma individual e presencial.

Na primeira oficina, iniciamos com a apresentação dos objetivos da oficina e evidenciamos brevemente o contexto histórico do GeoGebra, como origem e usabilidades em diferentes campos de estudos. Em seguida, apresentamos sua interface, recursos disponíveis e principais ferramentas, correlacionando-as aos estudos de funções.

Na Figura 1- Interface do GeoGebra_6 podemos observar a tela inicial do *software* e no Quadro 1- Recursos do GeoGebra destacamos os principais recursos utilizados durante a oficina e suas funcionalidades.

Figura 1 – Interface do GeoGebra_6.



Fonte: Produção do Autor

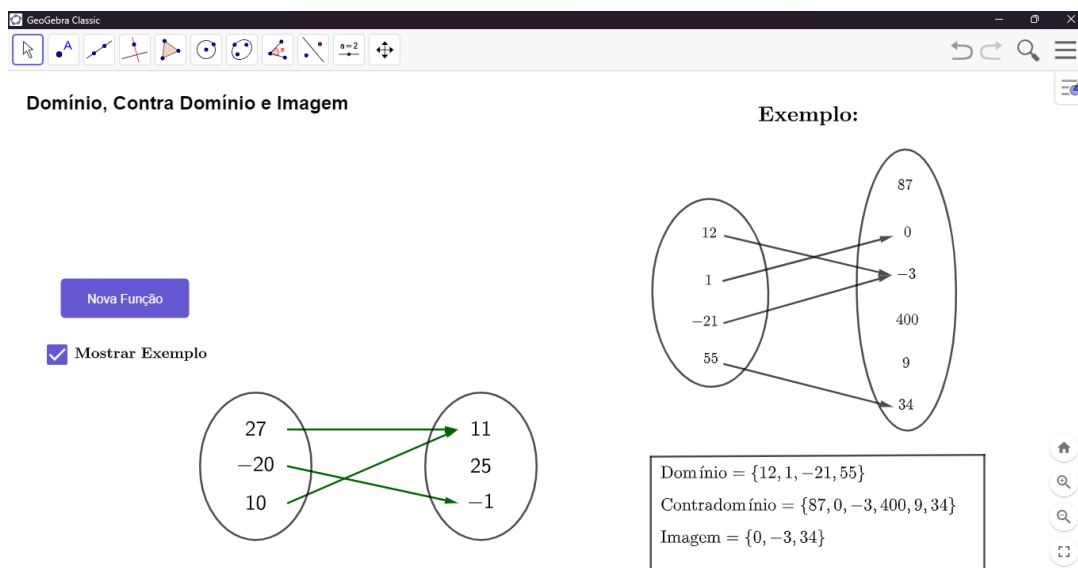
Quadro 1 - Recursos GeoGebra.

Barra de Menus	Local onde se concentram os menus de: Arquivo, Novo, Abrir, Salvar, Editar, Configurações e outros.
Barra de Ferramentas	Principais comandos a serem utilizados no Geogebra, na construção de diversas representações matemáticas.
Janela de Álgebra	Local onde são exibidas as coordenadas, equações e medidas dos objetos criados na janela de visualização.
Janela de Visualização	Onde são criadas as representações gráficas, a partir da seleção dos comandos na Barra de Ferramentas.
Caixa de Entrada	Local onde são inseridos os comandos através da digitação.

Fonte: Arquivo do pesquisador

A partir do detalhamento dos recursos apresentados, os sujeitos exploraram as ferramentas e foram instigados a refletir como as funções poderiam ser trabalhadas por meio do GeoGebra. De acordo com 64% dos sujeitos, através de representações de conjuntos seria possível trabalhar as expressões, cálculos e características das funções. Por isso, utilizamos genericamente um conjunto com domínio e imagem (Figura 2) disponível no próprio *software* GeoGebra e comparamos com uma representação no plano cartesiano.

Figura 2 – Representação de Conjuntos



Fonte: Castro, 2023. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/vdcpavqf>. Acesso em: 10 de mai. 2024.

A comparação entre os elementos do conjunto com as representações no plano cartesiano, tornou-se essencial para os sujeitos, pois muitos não associavam os conjuntos com as representações gráficas, por acreditarem serem assunto sem conexão. A partir desse ponto, conseguimos aprofundar o conceito de função. Para compreender as funções através do *software*, utilizamos o comando inserir textos e equações, presentes na caixa de entrada (recurso do GeoGebra), que possibilitou visualizar a construção e o comportamento gráfico de forma significativa.

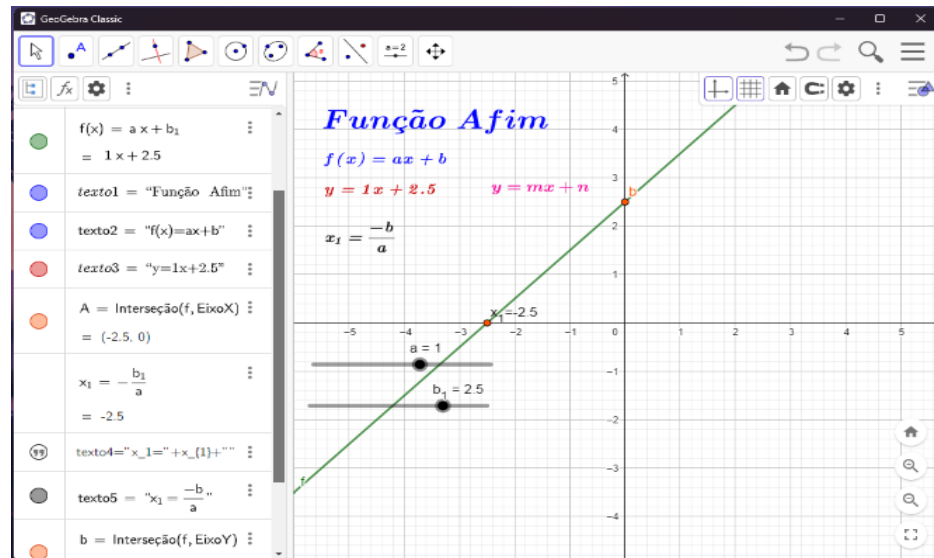
Prosseguimos para os estudos da função Afim, utilizando sua principal lei de formação $f(x) = ax + b$. Segundo Bonjorno, Júnior e Sousa (2020)

O coeficiente a é também conhecido como coeficiente angular ou declividade da reta correspondente ao gráfico da função afim e está relacionado com a inclinação da reta em relação ao eixo x . O coeficiente b , denominado coeficiente linear dessa reta, é a ordenada do ponto em que o gráfico da função afim cruza o eixo y (Bonjorno, Júnior e Sousa, 2020, p. 93).

Após a descrição dos elementos da lei de formação, abordamos os tipos especiais de função Afim e suas respectivas propriedades, sendo $a = 0$ constante, $b = 0$ linear e identidade quando $b = 0$ e $a = 1$. Além disso, identificamos o zero da função ou estudo de sinais, genericamente representada por $-\frac{b}{a}$, o comportamento da reta como crescente $a > 0$ e decrescente $a < 0$ e as variações em seus parâmetros a e b , através de controles deslizantes,

ferramenta disponível no *software* que permite alterar manualmente e automaticamente as variações em objetos. Na (Figura 3) demosmos um dos exemplos construídos na oficina.

Figura 3 – Função Afim

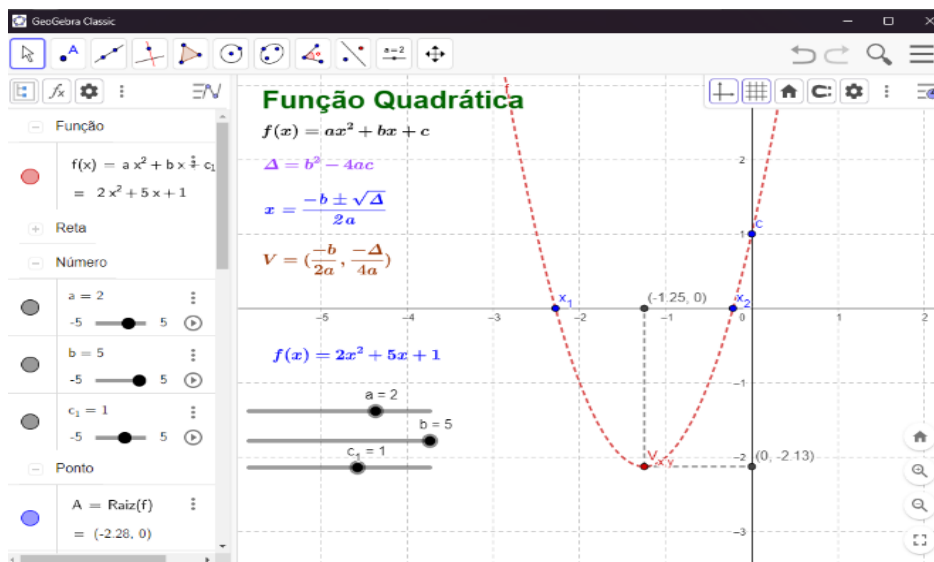


Fonte: Produção do Autor

Já na função quadrática utilizamos a lei de formação $f(x) = ax^2 + bx + c$, onde construímos seu gráfico representado por uma parábola, e a partir dele, analisamos suas características e propriedades, sendo a é o coeficiente de concavidade, $a > 0$ concavidade voltado para cima e $a < 0$ concavidade voltado para baixo, b é sentido de crescimento da reta tangente em $(0, c)$ e c a interseção no eixo y .

Por fim, determinamos o vértice da parábola $V = \left(\frac{-b}{2a}, \frac{-\Delta}{4a}\right)$ e os zeros da função. Na (figura 4) demosmos um dos exemplos construídos durante a oficina

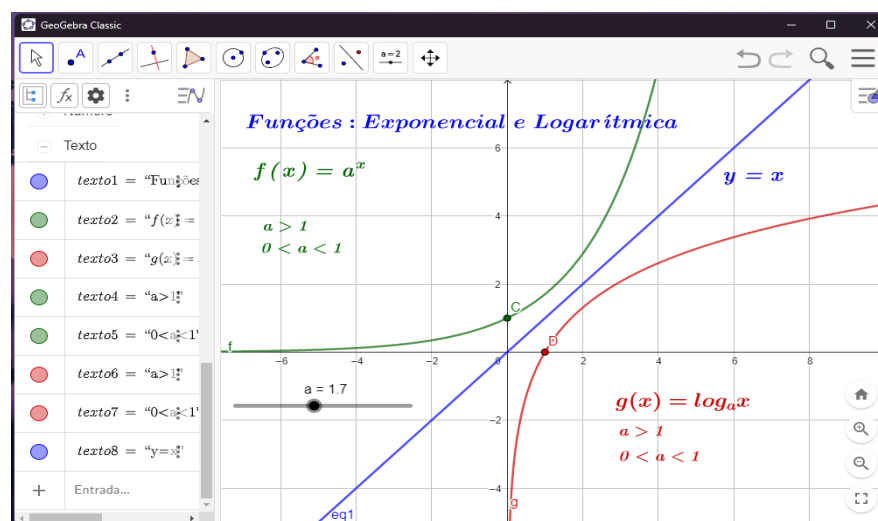
Figura 4 – Função Quadrática



Fonte: Produção do Autor

Na segunda oficina construímos as funções Exponencial, Logarítmica e Modular. As funções Exponencial e Logarítmica são funções inversas e apresentam características similares tais como: $a \in \mathbb{R}$, $0 < a < 1$ e $a \neq 0$, sendo a definido como base, para as análises utilizamos respectivamente a lei de formação $f(x) = a^x$ e $f(x) = \log_a x$, onde identificamos como crescentes $a > 1$ e decrescentes $0 < a < 1$ e representamos (Figura 5) a simetria entre os gráficos traçando a bissetriz dos eixos ímpares.

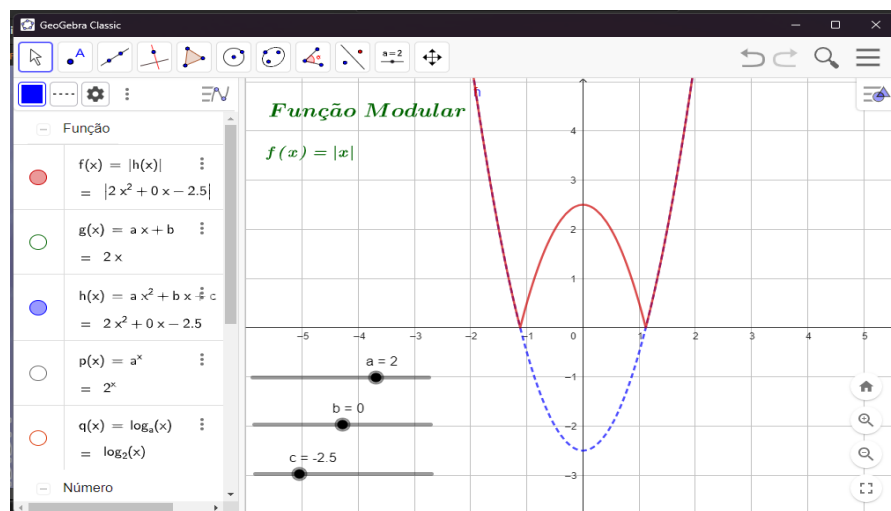
Figura 5 – Funções: Exponencial e Logarítmica



Fonte: Produção do Autor

Na função modular ou função módulo, utilizamos inicialmente a lei de formação $f(x) = |x|$ para representar graficamente, onde se observou a impossibilidade de realizar alterações com os controles deslizantes. Isso ocorreu devido às definições de uma função modular, onde para cada número real x existe um único número $|x|$ correspondente. Então inserimos funções Afim, Quadrática, Exponencial e Logarítmica em $|x|$ para compararmos as mudanças no gráfico (Figura 6). Assim como descreve Bonjorno, Júnior e Sousa (2020, p. 42), “podemos traçar separadamente o gráfico de cada sentença que compõe a lei da função no sistema cartesiano e, posteriormente, reunir as representações”.

Figura 6 – Função modular



Fonte: Produção do Autor

As construções realizadas no *software* foram desenvolvidas passo a passo e exemplificadas juntamente com os sujeitos, em caso de dúvidas novos exemplos eram inseridos, utilizou-se controles deslizantes (recurso do GeoGebra) para modificar os valores dos coeficientes, possibilitando analisar o comportamento gráfico das funções. A partir de uma análise do *software*, identificamos algumas de suas contribuições no estudo de funções, o que destacaremos na sessão seguinte.

Software GeoGebra: contribuições no estudo de funções.

O conceito de funções, historicamente, foi objeto de estudo em diferentes contextos,

A necessidade do ser humano em fazer associações entre os objetos fez surgir à tendência da funcionalidade. Um exemplo do uso da ideia da função pode

ser visto entre os babilônios, que utilizavam tabelas em argila, onde para cada valor na primeira coluna existia um número correspondente na segunda. Também se observou que Galileu Galilei e Isaac Newton utilizaram em seus trabalhos algumas noções de lei e independência, que é fortemente ligado ao conceito de funções. Mas foi no século XVIII, que o matemático suíço Jean Bernoulli, fez verdadeiramente o uso do termo função (Sá e Machado, 2017, p. 2).

Em modo geral, trabalhamos com funções numéricas, o domínio e a imagem são conjuntos numéricos que estão relacionados por meio de uma regra, e associados a símbolos matemáticos representados por uma função $f: A \rightarrow B$, onde f é o nome da função, A é o domínio dessa função e B é a imagem e $y = f(x)$ que associa cada elemento $x \in A$ um único elemento correspondente $y \in B$. (Iezzi e Murakami, 2013).

Em analogia ao contexto apresentado, direcionamos nossos olhares às contribuições descritas pelos sujeitos do *software* GeoGebra no estudo de funções, por meio da análise do questionário realizado pós-oficinas e parte das falas dos sujeitos participantes desta pesquisa através de uma entrevista. Os sujeitos foram identificados numericamente de 1 a 34.

Para início, perguntamos em entrevista, qual a finalidade do *software* GeoGebra? Destacamos as respostas de cinco sujeitos (Quadro 2) por demonstrar similaridades com as demais respostas dos sujeitos.

QUADRO 2 - Finalidade do *software* GeoGebra

Sujeitos	Respostas
7	<i>“Tem a finalidade de auxiliar no entendimento e na compreensão do gráfico, favorecendo uma análise melhor do gráfico em si.”</i>
26	<i>“A finalidade dele, vem de forma a dinamizar o estudo. Então fica mais viável a aprendizagem através das equações e demonstrações que existem no software”</i>
18	<i>“O GeoGebra tem várias funções e uma delas é auxiliar o professor no ensino da matemática, através de construções gráficas e geométricas, facilitando o entendimento do aluno.”</i>
1	<i>“Ajuda no aprendizado e facilita estudar as funções, assim como ter uma visualização melhor do que no plano cartesiano”</i>
33	<i>“Auxiliar na visão do acadêmico no estudo das funções, pois, aprendemos muitas contas sem visualizar seu comportamento gráfico.”</i>

Fonte: Resultado da entrevista

Evidenciamos que as respostas dadas pelos sujeitos seguem conforme os pensamentos de Borba, Gadanidis e Silva (2014) ao afirmarem que o uso do GeoGebra auxilia no processo

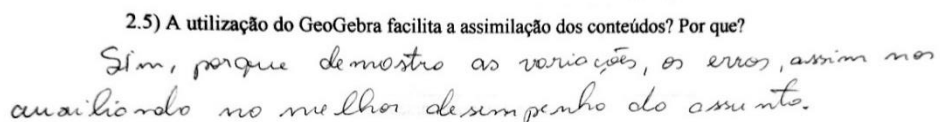
de aprendizagem, proporcionando a descoberta de novas formas de compreender os conteúdos, assim como no estudo de funções, por meio de recursos audiovisuais e gráficos dinâmicos.

No questionário indagamos aos sujeitos sobre a necessidade do *software* GeoGebra no estudo de funções e se o *software* demonstrou relevância, 97% dos sujeitos afirmaram que sim, demonstrou ser relevante e sua necessidade surge na demonstração de fórmulas, na visualização de pontos nos gráficos e principalmente na visualização de elementos que constroem o conceito de funções, apenas 3% disseram não.

De acordo com Souza (2012) ao aplicarmos as funções no *software* GeoGebra conseguimos facilitar e dinamizar o processo de aprendizagem de forma que, ao passarem informações para o *software*, recebem instantaneamente respostas que correlacionam expressões algébricas com as suas respectivas representações gráficas, ou seja, contribuindo para um aprofundamento no estudo de funções.

Com intuito de compreender se o *software* proporciona de fato a facilidade na aprendizagem, perguntamos aos sujeitos: A utilização do GeoGebra facilita a assimilação dos conteúdos? Para tanto, apresentamos alguns recortes das respostas descritas pelos sujeitos no questionário (Figura 7 a 9).

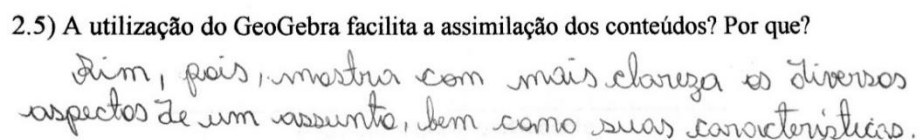
Figura 7 – Recorte da resposta (sujeito 7)



2.5) A utilização do GeoGebra facilita a assimilação dos conteúdos? Por que?
Sim, porque demonstra as variações, os erros, assim nos auxiliando no melhor desempenho do assunto.

Fonte: Arquivo do autor

Figura 8 - Recorte da resposta (sujeito 30)



2.5) A utilização do GeoGebra facilita a assimilação dos conteúdos? Por que?
Sim, pois, mostra com mais clareza os diversos aspectos de um assunto, bem como suas características.

Fonte: Arquivo do autor

Figura 9 - Recorte da resposta (sujeito 16)

2.5) A utilização do GeoGebra facilita a assimilação dos conteúdos? Por que?
sim. torna a apresentação do conteúdo mais dinâmica e interessante, e o recurso visual prende mais a atenção do aluno

Fonte: Arquivo do autor

Os recortes representam uma contribuição essencial quanto ao uso do GeoGebra, o de assimilação de conteúdos, em específico, os das funções. Tal qual, descreve Sá e Machado (2017), o *software* GeoGebra possibilita uma aprendizagem mais atrativa e divertida no estudo de funções, instigando a curiosidade dos sujeitos em aprender mais. Além de propiciar uma ampla visão em todas as etapas de resolução de problemas, facilitando a construção do seu próprio conhecimento ao proporcionar reflexões entre erros e acertos.

Indagamos também aos sujeitos: Como você trabalharia com o conteúdo de funções utilizando o *software* GeoGebra? Destacamos algumas respostas, o (Sujeito 21) descreve “Através das fórmulas no gráfico, ensinando passo-a-passo, além de ensinar os cálculos no caderno.” Para o (Sujeito 25) “demonstrando no plano cartesiano suas características, expressões e alguns cálculos, afim de que se torne visível cada parte da função”. Enquanto, os (Sujeitos 14 e 4) “Utilizando junto a explicações teóricas para contextualizar, apresentando de uma forma mais didática os conceitos, características e propriedades de cada função.”. Em complemento às descrições dos sujeitos, apresentamos o (Quadro 3) com as principais contribuições do GeoGebra no estudo de funções com trechos dos questionários e entrevista.

Quadro 3- Contribuições do GeoGebra no estudo de Funções através dos sujeitos

Sujeitos	Respostas
11	“Contribui na compreensão de elementos matemáticos, principalmente no estudo dos sinais nas funções, possibilitando observar as mudanças nos coeficientes e seu comportamento gráfico, sendo menos abstrato e tradicional.”
34	“Torna o estudo de funções mais significativo, porque em algumas funções como logarítmica e exponencial que considero mais difícil de compreender graficamente, conseguir perceber o que estava acontecendo de forma prática.”
29	“Contribui na formação docente por meio das demonstrações gráficas, entendimento dos conceitos de funções e construções geométricas.”
23	“Contextualização de conteúdos, de forma dinâmica.”
2	“Complementar as explicações do professor, o GeoGebra torna o estudo de funções mais concreto e a entender seus aspectos e características.”

Fonte: Resultado da entrevista e questionário

As falas dos sujeitos nos fazem refletir quanto às formas de ensinar que estão sendo desenvolvidas atualmente. Para Moran, Masetto e Behrens (2013) devemos considerar os diversos desafios que os educadores em formação enfrentam em diferentes contextos, e possibilitar ainda mais a inclusão de recursos digitais que facilitem o ensino-aprendizagem em todas as esferas de conhecimento, além de tornar a aprendizagem mais significativa.

Considerações Finais

O GeoGebra tem se destacado como uma ferramenta poderosa e versátil no estudo de funções, oferecendo uma série de contribuições significativas para o aprendizado e o ensino. Na visualização e interatividade, permite a criação de gráficos que facilitam a visualização das características das funções, como seus comportamentos, raízes, interceptos e tendências. Isso ajuda os acadêmicos a desenvolver intuição visual sobre conceitos matemáticos abstratos.

Na exploração dinâmica, ao modificarmos os parâmetros das funções em tempo real, mostramos as relações entre variáveis e o entendimento de como pequenas mudanças nos parâmetros afetam o comportamento das funções. Na construção de conhecimento, não só facilitando a compreensão de conceitos pré-existentes, mas também encorajando os acadêmicos a construir seu próprio conhecimento, experimentando e descobrindo padrões e relações matemáticas de forma interativa, e por fim no preparo para a vida profissional.

Ao estudar as funções, na licenciatura em matemática, percebemos a presença de métodos tradicionais de ensino, através de definição, exemplificação e resolução de exercícios, que vem prevalecendo no decorrer dos tempos, e que apesar dos acadêmicos conseguirem conceituar funções, estes apresentam dificuldades na interpretação de elementos e comportamentos pertencentes aos gráficos. Por isso, apontamos que há uma necessidade de um equilíbrio entre o ensino de conhecimentos específicos com práticas pedagógicas inovadoras, como o GeoGebra, que se mostra uma ferramenta eficaz no ensino da matemática de forma interativa, que facilita a aprendizagem e a construção do conhecimento.

Referências

- ANDRADE, W. M.; BRANDÃO, J. C. **Contribuições do software GeoGebra no estudo das funções quadráticas**. Contributions of GeoGebra software in the study of quadratic functions. Brazilian Applied Science Review, 3(1), 759-776. <http://doi.org/10.34115/basr.v3i1.869>, 2018.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978
- BONJORNO, J. R.; JÚNIOR, J. R. G.; SOUSA, P. R. C. **Prisma matemática: conjuntos e funções: ensino médio: manual do professor: área do conhecimento: matemática e suas tecnologias**. – 1. ed. – São Paulo: Editora FTD, 2020.
- BONJORNO, J. R.; JÚNIOR, J. R. G.; SOUSA, P. R. C. **Prisma matemática: funções e progressões: ensino médio: manual do professor: área do conhecimento: matemática e suas tecnologias**. – 1. ed. – São Paulo: Editora FTD, 2020.
- BORBA, M. C.; GADANIDIS, G.; SILVA, R. S. R. **Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática: Sala de Aula e Internet em Movimento** 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica 2, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- CASTRO, L. H. **CEPMAT: Domínio, Contradomínio e Imagem**. GeoGebra.org. 2023. Disponível em: <https://www.geogebra.org/u/lucashenriquecastro12> . Acesso em 10 de mai. 2024.
- COSTA, L. F. M. **Metodologia do ensino de Matemática: Fragmentos possíveis**. Manaus: BK editora, 2018.
- DANIEL, J.; BATH, S. **Educação e tecnologia num mundo globalizado**. Brasília: UNESCO, 2003.
- FEITOZA, W. G. et al. GEOGEBRA: recurso visual e cinestésico no ensino de funções. **Holos**, v. 5, p. 1-23, 2020
- FIGUEIREDO, N. M. A. **Método e metodologias na pesquisa científica**. 3. ed. São Caetano do Sul, SP: Yendis Editora, 2008.
- FLEMMING, D. M.; GONÇALVES, M. B. **Cálculo A: funções, limites, derivação, integração**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- IEZZI, G.; MURAKAMI, C. **Fundamentos de matemática elementar, 1: conjuntos, funções**. 9. ed. São Paulo: Atual, 2013.

JÚNIOR, J. C. M. O GeoGebra como recurso didático para o ensino e aprendizagem de funções polinomiais, The GeoGebra as a didactic resource for teaching and learning polynomial functions. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, p. 68738-68750, 2021.

MAIA, K. L. **Pra que eu estudo isso? Percepção dos licenciandos em matemática do CESP sobre máximos e mínimos.** Orientador: Lucélida de Fatima Maia da Costa, coorientador: Júlio Cezar Marinho da Fonseca. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Licenciatura em Matemática), Universidade do Estado do Amazonas, Parintins, 2019.

MELOTTI, R.; CARDOSO, V. C. Uso do software GeoGebra: uma aprendizagem significativa de funções. **Com a Palavra, o Professor**, [S. l.], v. 7, n. 19, p. 184–194, 2022. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/PPP/article/view/879> . Acesso em: 2 jul. 2024.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: Pesquisa qualitativa em Saúde.** 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2000.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 21ª ed. Campinas: Papirus Editora, 2013.

PEREIRA, T. L. M. **O uso do software Geogebra em uma escola pública: interações entre alunos e professor em atividades e tarefas de geometria para o ensino fundamental e médio.** Juiz de Fora: UFJF, 2012.

SÁ, A. L.; MACHADO, M. C. **O uso do software GeoGebra no estudo de funções.** In: Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online. 2017

SÁ, L. T. F.; HENRIQUE, A. L. S. A triangulação na pesquisa científica em educação. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 15, n. 36, p. 645-660, 2019.

SOUZA, F. A. L. **O uso do software GeoGebra como ferramenta pedagógica no estudo de funções quadráticas em turmas de 9º ano do ensino fundamental do CMF.** 2012. 108 p. Dissertação (Mestrado profissional em ciências e matemática) – Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, 2012.

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Eu,, R.G nº, concordo em participar voluntariamente da pesquisa intitulada O *software* GeoGebra na aprendizagem de funções: um estudo com acadêmicos do curso de Matemática do CESP/UEA, que tem como pesquisador responsável Luciano Coelho Gomes, estudante do Curso de Matemática, da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), orientado pela profa. Dra. Lucélida de Fátima Maia da Costa, que podem se contactado(a)s pelos e-mails lcg.mat18@uea.edu.br e lucelida@uea.edu.br e pelo telefone (92) 98601-2802.

A pesquisa tem por objetivo: Compreender as contribuições do *software* Geogebra na aprendizagem de funções com acadêmicos do curso de Matemática do CESP/UEA.

Estou ciente que minha participação consistirá em responder questionários, participar de oficinas e conceder entrevistas sobre a temática investigada que serão realizadas presencialmente em dias previamente combinados.

Compreendo que essa pesquisa possui finalidade de estudo acadêmico e que as informações por mim disponibilizadas poderão ser divulgadas seguindo as diretrizes éticas da pesquisa, assegurando, assim, minha privacidade.

Sei que posso retirar meu consentimento quando eu quiser, que minha participação não gera vínculo institucional com a Universidade do Estado do Amazonas e que não receberei nenhum pagamento por essa participação.

Parintins, ____ de _____ de 2024.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do pesquisador
1817030046
(92) 98601-2802

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO 1

1. Identificação

Nome:

Idade: Período:

2. Questões

2.1) Você conhece ou já ouviu falar sobre o *software* GeoGebra?

() Sim () Não

2.2) As tecnologias ajudam ou atrapalham o seu aprendizado? Por que?

() Sim () Não

.....

2.3) Qual a definição de uma função?

2.4) Como o assunto de funções foi trabalhado na licenciatura?

() Definição, exemplificação e resolução de exercícios

() Resolução de problemas

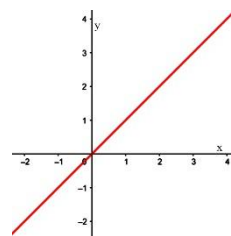
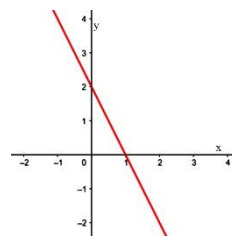
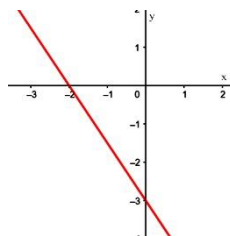
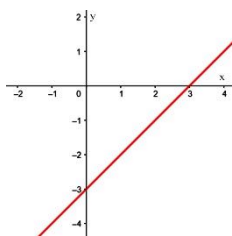
() Definição, exercícios e uso de aplicativos e/ou programas

() Outro. Qual?

2.5) Você tem dificuldade em compreender os gráficos das funções?

() Sim () Não

2.6) Você sabe interpretar o comportamento das funções abaixo por meio dos gráficos? Se sim, identifique quais são crescentes e decrescentes. () Sim () Não



Parintins, _____ de _____ de 2024.

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO 2

1. Identificação

Nome:

Idade: Período:

2. Questões

2. 1) O que é o *software* GeoGebra?

2. 2) Você considera necessário o uso do *software* GeoGebra no estudo de funções?

() Sim () Não

2.3) Como o *software* GeoGebra pode contribuir na sua formação docente?

2.4) O *software* GeoGebra demonstrou relevância no estudo de funções?

() Sim. Qual (is)?

() Não

2.5) A utilização do GeoGebra facilita a assimilação dos conteúdos? Por que?

2.6) Como você trabalharia o conteúdo de funções utilizando o *software* GeoGebra?

Parintins, _____ de _____ de 2024.

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

APÊNDICE D

ENTREVISTA

1. Identificação

Nome:

2. Questões

2.1) Qual a finalidade do software GeoGebra?

2.2) O *software* GeoGebra facilitou sua aprendizagem no estudo de funções?

2.3) Na sua opinião, qual a contribuição do *software* GeoGebra no estudo de funções?

Parintins, ____ de _____ de 2024.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

ANEXO A

Oficina: Explorando Funções com o GeoGebra

OBJETIVO GERAL

Apresentar o *software* GeoGebra, suas ferramentas e explorar as propriedades das funções por meio da análise de comportamento gráficos, domínio e imagem.

MATERIAL NECESSÁRIO:

- Computador com o *software* GeoGebra instalado, pode ser acessado gratuitamente em <https://www.geogebra.org/download?lang=pt>
- Papel e caneta para tomar notas.

DURAÇÃO DA OFICINA: 2 horas e 30 minutos cada

ESTRUTURA DA OFICINA:

1. Introdução ao GeoGebra

- Breve explicação sobre o *software* GeoGebra.
- Como criar uma nova janela de gráficos.
- Como inserir funções no GeoGebra.

2. Representação Gráfica de Funções

- Demonstração de como plotar uma função no GeoGebra.
- Explorar diferentes tipos de funções: linear, quadrática, exponencial, logarítmica e modular.
- Observar como diferentes parâmetros afetam o gráfico das funções.

3. Análise de Propriedades de Funções

- Identificação do domínio e da imagem de uma função.
- Encontrar os zeros de uma função.

- Investigação do comportamento da função.

4. Relações entre Funções

- Compreender a composição de funções.
- Visualizar como as transformações afetam os gráficos das funções.

5. Conclusão e Discussão

- Recapitulação dos principais conceitos aprendidos.
- Perguntas e discussão aberta sobre as experiências dos participantes.
- Recursos adicionais para continuar aprendendo sobre funções e GeoGebra.

Observações Importantes:

- Durante toda a oficina, os participantes serão encorajados a experimentar com o *software* GeoGebra e fazer perguntas sempre que necessário.
- O facilitador estará disponível para fornecer suporte individualizado conforme necessário.
- Ao final da oficina, os participantes serão convidados a preencher um questionário e realizar uma entrevista.