

## O uso do *software* GeoGebra como recurso no ensino-aprendizagem das funções trigonométricas seno e cosseno na 12ª Classe

Manuel Panzo Muluta<sup>1</sup>

Instituto Superior de Ciências de Educação do Sumbe (ISCED-S)

Kumbo João<sup>2</sup>

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP)

### RESUMO

Este artigo apresenta os principais resultados de uma pesquisa realizada no Liceu Manuel Castanheira do Município do Negage, Província do Uíge (Angola). Teve como objetivo elaborar uma proposta de ensino-aprendizagem das funções trigonométricas (seno e cosseno) com recurso ao *software* GeoGebra, visando o desenvolvimento das habilidades dos alunos na determinação das principais propriedades destas funções por meio da análise gráfica. A pesquisa é de abordagem qualitativa, focando-se na busca pela compreensão e análise da experiência dos participantes no ensino-aprendizagem das funções seno e cosseno, com o auxílio do *software* GeoGebra. Além disso, a pesquisa tem carácter exploratório, uma vez que se preocupou em desenvolver um novo enfoque para o tratamento dessas funções, fazendo uso dessa ferramenta tecnológica. Esta investigação teve como principais instrumentos de recolha de dados o inquérito por questionário e por entrevista e, alcançou como principais resultados o desenvolvimento das habilidades dos alunos e a minimização das dificuldades encaradas pelos professores no ensino-aprendizagem das funções trigonométricas na referida instituição escolar.

**Palavras-chave:** Ensino-aprendizagem; Função seno; Função cosseno; *Software* GeoGebra.

## The use of GeoGebra software as a resource in the teaching-learning of the sine and cosine trigonometric functions in the 12th grade

### ABSTRACT

This article presents the main results of research conducted at Liceu Manuel Castanheira in the Municipality of Negage, Uíge Province (Angola). Its objective was to develop a teaching-learning proposal for trigonometric functions (sine and cosine) using the GeoGebra software, aiming at developing students' skills in determining the main properties of these functions through graphical analysis. The research follows a qualitative approach, focusing on understanding and analyzing the participants' experiences in the teaching-learning process of sine and cosine functions with the support of GeoGebra software. Moreover, the research is exploratory in nature, as it sought to develop a new approach to treating these functions using this technological tool. The main data collection instruments used in this investigation were questionnaires and interviews. The key findings included the

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências da Educação na especialidade de Ensino da Matemática pelo Instituto Superior de Ciências de Educação do Sumbe (ISCED-S); Graduado em Ciências da Educação na Especialidade de Ensino da Matemática pelo Instituto Superior de Ciências de Educação do Uíge (ISCED-UÍGE); Professor e Coordenador de Matemática no Colégio do Senga – Uíge (Angola). Endereço para correspondência: Rua S/Nº, bairro Bangola, Uíge, Angola. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8578-142X>. E-mail: [manuelpanzo42@hotmail.com](mailto:manuelpanzo42@hotmail.com).

<sup>2</sup> Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Medicina (Neurologia/Neurociências), pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; Mestre em Matemática para professores pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto/Portugal; Licenciado em Ciências da Educação na especialidade de Ensino da Matemática pelo Instituto Superior de Ciências da Educação do Uíge (ISCED-UÍGE). Docente do Departamento de Ciências Exatas do ISCED-UÍGE. Endereço para correspondência: Quadra nº 3, Centralidade do Kilumosso, Uíge, Angola. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4797-2654>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0840333800758247>. E-mail: [ndonga28@hotmail.com](mailto:ndonga28@hotmail.com).

development of students' skills and the minimization of the difficulties teachers face in the teaching-learning of trigonometric functions at the aforementioned school.

**Keywords:** Teaching-learning; Sine function; Cosine function; GeoGebra Software.

## **El uso del software GeoGebra como recurso en la enseñanza-aprendizaje de las funciones trigonométricas seno y coseno en el 12º grado**

### **RESUMEN**

Este artículo presenta los principales resultados de una investigación realizada en el Liceo Manuel Castanheira, en el Municipio de Negage, Provincia de Uíge (Angola). Tuvo como objetivo elaborar una propuesta de enseñanza-aprendizaje de las funciones trigonométricas (seno y coseno) utilizando el software GeoGebra, con el fin de desarrollar las habilidades de los estudiantes en la determinación de las principales propiedades de estas funciones mediante el análisis gráfico. La investigación tiene un enfoque cualitativo, centrándose en la comprensión y el análisis de la experiencia de los participantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las funciones seno y coseno con el apoyo del software GeoGebra. Además, la investigación tiene un carácter exploratorio, ya que se preocupó por desarrollar un nuevo enfoque para el tratamiento de estas funciones mediante el uso de esta herramienta tecnológica. Los principales instrumentos de recolección de datos fueron el cuestionario y la entrevista, y entre los principales resultados se destacan el desarrollo de las habilidades de los estudiantes y la minimización de las dificultades enfrentadas por los docentes en la enseñanza-aprendizaje de las funciones trigonométricas en dicha institución escolar.

**Palabras clave:** Enseñanza-aprendizaje; Función seno; Función coseno; Software GeoGebra.

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente, a sociedade está cada vez mais direcionada ao mundo tecnológico, o que afeta não apenas a forma de comunicação, mas também a produção e a incorporação de novas informações de forma globalizada e uniforme. De acordo com Quimuanga e Domínguez (2021, p. 3), “essa nova forma de comunicar também chegou na escola, atingindo o processo de ensino por constantes mudanças, onde o professor é chamado a ter uma nova postura, renovando a sua prática pedagógica podendo recorrer ao acesso à tecnologia”.

Fruto de práticas convividas, constatamos que embora inúmeras escolas do ensino secundário em Angola, particularmente na província do Uíge, tenham condições materiais para implementação de um ensino da matemática aliado à tecnologia, muitos professores preferem limitar suas atividades ao uso somente de recursos convencionais (giz, quadros, régua, compassos, lápis, folha de papel etc.). É de realçar que, não desvalorizamos, nem refutamos o tratamento gráfico das funções trigonométricas utilizando esses recursos convencionais, que têm suas valências, uma vez que muitas instituições escolares em Angola ainda não reúnem condições técnicas e humanas para enveredarem num ensino com o recurso da tecnologia.

Porém, “o uso da tecnologia faz toda diferença, proporcionando mais facilidade, agilidade e precisão na manipulação de variáveis e na visualização de informações” (Borba e Penteado, 2019). Hoje, com um clique, podemos facilmente alterar os elementos de uma função e estudar suas propriedades baseando-nos nas alterações feitas, permitindo a consolidação dos

conhecimentos e a obtenção de generalizações. Usando os recursos convencionais, este processo é mais trabalhoso, mais moroso e, muitas vezes, menos eficaz. Por outra, o uso dos recursos convencionais no ensino-aprendizagem de funções privilegia majoritariamente o tratamento algébrico, deixando em segundo plano a análise gráfica (visualização), tal como exortam Borba e Penteadó (2019, p. 32): “[...] é difícil a geração de diversos gráficos num ambiente em que predomina o uso de lápis e papel e, então, faz sentido que não se dê muita ênfase a esse tipo de representação”.

Os Planos Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática do Brasil salientam que “a visualização e a leitura de informações gráficas em Matemática são aspectos importantes, pois auxiliam a compreensão de conceitos e o desenvolvimento de capacidades de expressão gráfica” (BRASIL, 1998, p. 46). Esta afirmação evidencia a importância que se deve prestar na análise gráfica de funções e, portanto, não pode ser ignorada em sala de aula, nem trabalhada de forma mecânica ou descuidada, até porque o Ministério da Educação de Angola (MED) dedicou cerca de 36% dos objetivos preconizados para o ensino-aprendizagem da matemática na 12ª Classe do curso de Ciências Físicas e Biológicas, na análise e representação gráfica de funções reais.

Vários autores, tais como Silva *et al.* (2018), Oliveira *et al.* (2021) e Ribeiro *et al.* (2023), entre outros, apontam que o uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC) em sala de aula apresenta-se como uma importante alternativa para a construção do conhecimento do aluno, possibilita a utilização de mídias e *softwares* educativos, tornando o ensino da matemática dinâmico e interessante. O GeoGebra por exemplo, é um dos vários aplicativos que pode auxiliar e facilitar o ensino-aprendizagem de funções, principalmente quando se trata de representação e análise gráfica.

Portanto, o presente trabalho tem como essência o desenvolvimento de uma proposta de ensino das funções trigonométricas utilizando o *software* GeoGebra no estudo de algumas propriedades das funções seno e cosseno, tais como: o domínio, a imagem, o período, os extremos relativos (máximo e mínimo), os zeros e os intervalos de monotonia (crescimento e decrescimento). Realçamos ainda que não constitui o nosso objetivo centrar-nos na construção e análise de gráficos dessas funções que se presume no GeoGebra. Nosso estudo foi delimitado no tratamento dos principais aspectos relacionados às propriedades das funções trigonométricas do tipo  $f(x) = a \cdot \sin(bx)$  e  $f(x) = a \cdot \cos(bx)$ , com  $a$  e  $b$  números reais e  $b \neq 0$ , por considerarmos como a forma mais simples dessas funções e que servem de base para o estudo

das formas mais complexas. Assim, cumprimos com o princípio de ensino que nos orienta a partir do simples para o complexo, o que de certa forma abrirá os caminhos para que, de forma gradual, se possam introduzir as abordagens das formas mais complexas destas e de outros tipos de funções no ensino-aprendizagem usando o *software* em causa.

## O USO DAS TIC NO ENSINO DE MATEMÁTICA

Atualmente, a tecnologia digital vem ganhando grande espaço na sociedade, pois está inserida na realidade e presente em quase todos os lugares. De acordo com Oliveira *et al.* (2021), a evolução da informática tem sido tão grande, que não se imagina o mundo sem computadores, tablets e celulares. Hoje em dia, estes recursos tecnológicos se tornaram indispensáveis em todos os sectores, e cada vez mais a dependência deles é visível. “Na educação não poderia ser diferente, com esses avanços, os professores têm que se adaptar e aderir de vez a essa tecnologia, visando sempre a melhoria das práticas docentes” (Oliveira *et al.*, 2021, p. 3)

De acordo com Silva (2014, p. 168),

A utilização da informática dentro do cenário escolar é de suma importância para o desenvolvimento do aluno: estudiosos do tema mostram que escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são influenciados, cada vez mais, pelos recursos da informática. A informática, por meio dos recursos citados acima, trouxe ao ensino um crescimento significativo devido a sua abordagem dinâmica, contribuindo com o avanço da educação escolar.

Assim, a informática é introduzida no ensino da matemática através das tecnologias de informação e comunicação (TIC), envolvendo a utilização de *softwares*, mídias e até mesmo a Internet nos conteúdos matemáticos (Silva, 2014).

Segundo Silva e Andrade (2014, p. 151), as TIC “são tecnologias que possibilitam a veiculação da informação e da comunicação com rapidez, dinamismo, com difusão de imagem e som”; ou seja, são meios ou ferramentas que possibilitam a utilização das tecnologias com o objetivo de facilitar a comunicação e o acesso à informação, através de dispositivos electrónicos, como computadores, tablets, smartphones, etc.

Para uma análise mais completa sobre as TIC, podemos dividi-las em três categorias, estabelecendo suas aplicações no ensino de matemática: multimídia, Internet e *softwares*.

Os multimídias são recursos “que combinam diferentes formas de mídia, como texto, imagens, áudio, vídeo e animação, para transmitir informações de forma mais rica e envolvente” (Gomes *et al.*, 2024). São exemplos de multimídias: a TV e computador, que podem ser utilizados para difundir o conhecimento por meio de uma programação, ou a exibição de vídeos

com abordagem do conteúdo matemático. O mais utilizado ultimamente é a apresentação por meio de slides (sequência de apresentações dispostas por um programa computacional que visa expor textos, imagens ou vídeos).

A Internet é um mundo em que se pode viver uma outra forma de experiência virtual, paralela à real, mas sempre de grande impacto, emotivo, cultural e didático (Silva, 2014). Portanto, a Internet é como um *cyberespaço* onde podemos nos informar sobre qualquer assunto, realizar pesquisas e difundir o conhecimento.

Todo o conteúdo da Internet está disposto em páginas denominadas sites. Nela, podemos encontrar vários sites que disponibilizam diversos conteúdos matemáticos; basta pesquisar e acessar. Essa é uma grande vantagem na utilização da informática em relação ao conteúdo matemático, o que a torna uma poderosa biblioteca virtual de conteúdos de ensino.

Por sua vez, os *softwares* “são programas computacionais criados especificamente para realizar tarefas propostas pelo seu utilizador, além de serem os responsáveis pelo funcionamento do computador” (Silva, 2014, p. 169).

O uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC) em sala de aula, segundo Ribeiro *et al.* (2023), apresenta-se como uma importante alternativa para a construção do conhecimento do aluno, pois ao compreender conteúdos específicos da matemática, ele passa a fazer conexões com situações da realidade onde está inserido, o que torna a aprendizagem mais significativa, considerando-se que consegue ver sentido no que está sendo ensinado. Para além disso, a inserção da informática (computação) em sala de aula dá a possibilidade da utilização de mídias educativas, por exemplo, a utilização de apresentações com recursos gráficos, que trarão aos alunos uma visão dinâmica do conteúdo estudado (Ribeiro *et al.*, 2023).

Muitos ainda temem que a tecnologia venha a ser utilizada para substituir o professor em sala de aula. No entanto, como afirmam Ribeiro *et al.* (2023), nenhuma máquina, computador ou tecnologia será capaz de substituir o professor, pois este é o mediador essencial do conhecimento e sem ele todo o trabalho de educar, mediar e orientar torna-se muito mais complexo ou até mesmo impossível. Portanto, a tecnologia deve ser a grande aliada do professor no tratamento didático dos conteúdos. Segundo os mesmos autores, na era da tecnologia, o uso de *softwares* no processo de ensino-aprendizagem da matemática é um recurso pedagógico que auxilia o professor no ensino de determinados conteúdos. Os PCN de Matemática (BRASIL, 1998) destacam que:

As tecnologias, em suas diferentes formas e usos, constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas modificações que exercem nos meios

de produção e por suas consequências no cotidiano das pessoas. [...] O uso desses recursos traz significativas contribuições sobre o processo de ensino e aprendizagem de Matemática à medida que relativiza a importância do cálculo mecânico e da simples manipulação simbólica; possibilita o desenvolvimento, nos alunos, de um crescente interesse pela realização de atividades de investigação e permite que os alunos construam uma visão mais completa da verdadeira natureza da atividade matemática e desenvolvam atitudes positivas diante de seu estudo. (Brasil, 1998, pp. 43-44)

Isso significa que, com o uso das TIC, o aluno pode deixar de ser um mero receptor de informações e passa a construir seu próprio conhecimento através de investigações que as tecnologias digitais favorecem. Por sua vez, Tajra (2019, citado por Oliveira *et al.*, 2021), reforça essa ideia, dizendo que o uso do computador pode ser um recurso bastante útil para auxiliar o aluno a alcançar o sucesso no século XXI, bem como ajudá-los a desenvolver habilidades específicas do ser humano.

Portanto, não se pode descuidar (negligenciar) o uso das TIC em sala de aula, pois os computadores e outras tecnologias estão presentes no cotidiano das crianças e adolescentes. Para alguns conteúdos matemáticos, o uso da tecnologia se torna ferramenta que contribui significativamente para a aprendizagem dos alunos. Porém, Silva *et al.* (2018) alertam que o uso desses recursos no contexto educacional exige certos cuidados. É essencial analisá-los e estudá-los para garantir uma exploração inteligente. Sua utilização deve ser orientada para fins educacionais, maximizando o potencial que oferecem no ensino e na aprendizagem.

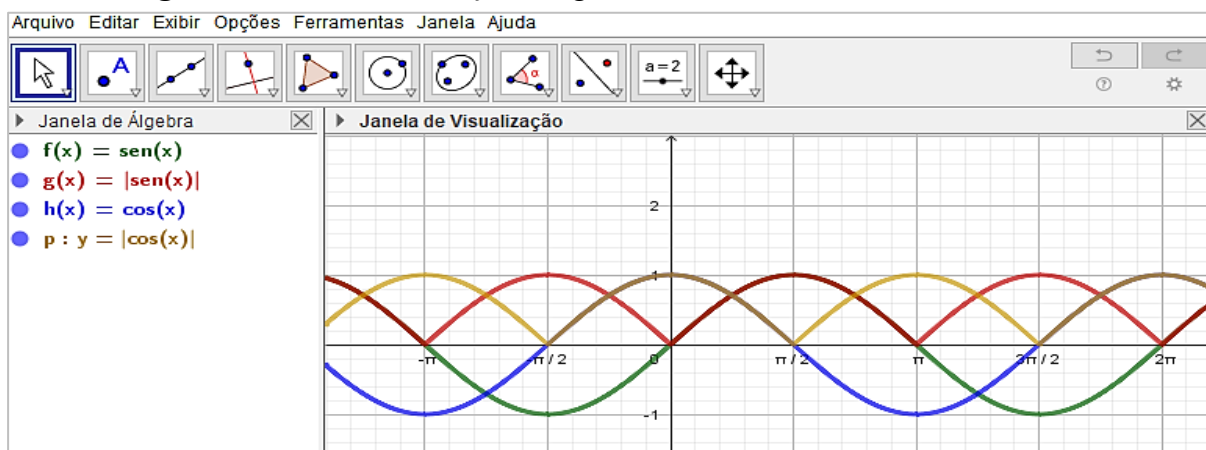
Nesta ótica, “para que as TIC sejam utilizadas de forma eficiente, o professor deve ser preparado e qualificado para receber essa nova ferramenta e introduzi-la em seus trabalhos diários” (Silva, 2014, p. 168). Na mesma ordem, Ribeiro *et al.* (2023) defendem que é importante oferecer aos professores uma formação escolar nesses dois sentidos, ou seja, a matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a matemática.

### **O software GeoGebra**

O GeoGebra é um *software* matemático dinâmico e de código aberto, que permite a construção de diversos objetos geométricos, como pontos, vectores, segmentos, retas, secções cônicas, gráficos representativos de funções e curvas parametrizadas; os quais podem ser modificados dinamicamente (Friske, *et al.*, 2016). De acordo com Amaral e Frango (2014), este aplicativo foi desenvolvido por Markus Hohenwarter em 2001, como parte de sua tese de doutoramento na Universidade Austríaca de Salzburg. O nome desse *software* tem origem na fusão das palavras GEOMETRIA e álGEBRA.

O GeoGebra é um *software* que permite a construção de objetos gráficos e sua manipulação. Então, na construção de gráficos, o usuário de tal ferramenta pode observar o comportamento dos objetos criados pela movimentação permitida na janela de visualização (janela gráfica), que por sua vez se localiza à direita da tela exposta, assim como acompanhar algebricamente, na janela à esquerda, os acontecimentos (Ramos, Lisboa e Nunes, 2021). Na Figura 1, é possível observar essas duas janelas: a janela algébrica (à esquerda) exibe as expressões analíticas dos objetos criados, enquanto a janela de visualização (à direita) mostra a representação gráfica desses objetos.

**Figura 1** - Gráfico das funções, trigonométrica e modular de seno e cosseno



Fonte: Elaboração Própria (2024)

Este *software* nos permite trabalhar com conceitos básicos e avançados. “Com ele é possível realizar cálculos aritméticos, algébricos e utilizar múltiplas representações gráficas de objectos matemáticos” (Ribeiro *et al.*, 2023, p. 16191). Além disso, ao utilizar o GeoGebra, é possível trabalhar com variáveis vinculadas a números, o que permite construir de forma dinâmica retas, pontos, segmentos de reta, cônicas, planos, círculos, sólidos geométricos, figuras planas, gráficos, entre outros. O *software* também oferece suporte à inserção directa de equações e coordenadas, além de dispor de um conjunto de comandos relacionados à análise matemática, álgebra, álgebra linear, geometria analítica, entre outras áreas (Caires, *et al.*, 2011).

Uma das diversas finalidades que o GeoGebra possui é servir como instrumento didático. De acordo, com Ribeiro *et al.* (2023, p. 16191),

O GeoGebra apresenta-se como um grande aliado no ensino dos conteúdos matemáticos, podendo ser utilizado do nível fundamental ao superior como um importante recurso pedagógico por possuir uma interface de fácil acesso o que permite ao aluno visualizar tudo aquilo que não consegue perceber com explicações abstratas. Portanto, *software* GeoGebra é uma ferramenta facilitadora para o ensino e

aprendizagem da Matemática quando se pretende que o processo de aprendizagem do conteúdo se torne interessante e significativo para o aluno.

Ainda sobre o uso do *software* GeoGebra como instrumento didático, Borges (2009, p. 37) acrescenta, dizendo:

O GeoGebra possui todas as ferramentas tradicionais de um *software* de geometria dinâmica: pontos, retas, segmentos, circunferências, arcos, seções cônicas, além de uma janela de álgebra que mostra as equações e as coordenadas de um ponto. Por isso apresentam a vantagem didática de mostrar ao mesmo tempo a conversão entre duas representações diferentes de um mesmo objeto, as representações gráficas e algébricas.

Desta forma, concordamos com Ramos, Lisboa e Nunes (2021), que afirmam que o GeoGebra auxilia a explanação da matéria pelo professor, tornando-a mais prática e interessante, pois quando é feita a representação gráfica e algébrica ao mesmo tempo, os alunos percebem e assimilam o conteúdo de maneira mais eficaz e em um menor tempo, o que leva ao real aprendizado do assunto e às suas variadas possibilidades de utilização prática no cotidiano.

Para além disso, o *software* GeoGebra é uma ferramenta que também serve de apoio para a construção de gráficos de funções e viabiliza a utilização e alteração dos seus parâmetros de forma simples, rápida e fácil, que é fundamental para o aprendizado, fazendo com que o estudo de funções se torne mais interessante e facilitado.

### **O ensino das funções seno e cosseno no contexto angolano e a sua importância**

As funções circulares são importantes porque permitem modelar fenômenos naturais periódicos, como as variações da temperatura terrestre, o comportamento ondulatório do som, a pressão sanguínea no coração, os níveis de água dos oceanos, etc. Particularmente, as funções seno e cosseno desempenham um papel fundamental em diversas áreas da ciência e da prática. Elas são frequentemente utilizadas na modelagem e análise de fenômenos periódicos, como as oscilações em sistemas mecânicos, elétricos e biológicos.

Segundo Marques (2014), na física, as funções trigonométricas são essenciais para descrever o movimento harmônico simples, em que o móvel executa um movimento cuja posição, velocidade e aceleração são inteiramente descritos por meio de funções trigonométricas do seno e cosseno. No movimento ondulatório, aplica-se no caso das ondas harmônicas, as quais se propagam de acordo com uma função trigonométrica seno e cosseno. A natureza e as características dos sons dos instrumentos musicais podem ser entendidas a partir do conceito de ondas estacionárias (resultado que depende da soma de funções trigonométricas

e da determinação das frequências emitidas pelas cordas dos instrumentos. Essas frequências têm a ver com os zeros de funções trigonométricas). Finalmente, nos circuitos de corrente alternada, o uso dessas funções é essencial devido a natureza senoidal desses tipos de corrente.

Na matemática, as funções trigonométricas são exploradas em profundidade em cálculos de derivadas, integrais e séries de Fourier. Elas também são utilizadas em geometria para descrever relações trigonométricas em triângulos e em problemas de navegação. Na prática, o estudo das funções trigonométricas é essencial para diversas áreas como engenharia, física, matemática, geografia, astronomia, entre outras. Por exemplo, na engenharia civil, as funções trigonométricas são utilizadas para calcular as forças envolvidas na sustentação de estruturas, como em pontes e edifícios. Além disso, a transformada de Fourier, que é baseada nas funções trigonométricas, é amplamente utilizada na análise de sinais em áreas como a engenharia de comunicações e de sistemas (Rehfeldt e Júnior, 2022).

Em suma, o estudo das funções trigonométricas é de extrema importância para compreender e modelar uma ampla variedade de fenômenos na ciência e na prática, sendo essencial para o avanço e desenvolvimento de diversas áreas do conhecimento. Tal importância é também reconhecida pelo Ministério da Educação da República de Angola ao inserir o ensino das funções trigonométricas no segundo ciclo do ensino secundário (11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> Classes) tendo como objetivos: (i) Compreender o conceito da função “seno” e as suas variantes mais importantes, identificá-las a partir da sua representação gráfica e aplicá-las na resolução de problemas; (ii) Compreender as funções “cosseno”, “tangente” e “cotangente”, assim como as suas propriedades e representação gráfica, a partir dos conhecimentos e capacidades adquiridas no estudo da função seno; (iii) Analisar os gráficos das funções trigonométricas (INIDE/MED, 2014a; INIDE/MED, 2014b).

O alcance destes e dos demais objetivos educacionais devem consubstanciar-se à formação harmoniosa e integral da personalidade, com vista à consolidação de uma sociedade progressiva e democrática, na qual o indivíduo/aluno evolui na vivência humana a fim de responder os desafios da sociedade, sobretudo no processo de desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social do país (Angola, 2020).

## **METODOLOGIA DA PESQUISA**

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, focando-se na busca pela compreensão e explicação da experiência dos participantes no ensino-aprendizagem das funções seno e cosseno, com o auxílio do *software* GeoGebra (Prodanov e Freitas, 2013). Pelos objetivos

preconizados, trata-se de uma pesquisa exploratória, pois consiste em descobrir um novo tipo de enfoque para o tratamento dessas funções, fazendo uso dessa ferramenta tecnológica (Prodanov e Freitas, 2013).

Para a coleta de dados, utilizamos uma guia de entrevista aos professores que trabalham com os alunos participantes na investigação, com o objetivo de obter informações relevantes sobre os procedimentos utilizados e as dificuldades verificadas no processo de ensino e aprendizagem das funções seno e cosseno na 12ª Classe. Também foram aplicadas fichas de inquérito aos alunos, a fim de recolher dados sobre a sua experiência na análise gráfica e na compreensão das propriedades dessas funções com recurso ao GeoGebra..

A pesquisa envolveu 15 alunos da 12ª Classe<sup>3</sup> do curso de Ciências Físicas e Biológicas do Liceu Manuel Castanheira, no Município de Negage. É uma escola do II ciclo do ensino secundário de Angola, criada sob Decreto Executivo nº 481/15 de 21 de julho. O que motivou a escolha desta escola foi o fato de que possui uma sala de informática com 30 computadores em bom estado, recursos estes que apenas têm servido às aulas de informática, na qual achou-se a oportunidade para trabalhar conteúdos matemáticos com a instalação de *softwares* de ensino grátis, como é o caso do GeoGebra.

### **Proposta de ensino-aprendizagem aplicada**

A proposta de ensino adotada e implementada no desenvolvimento deste trabalho surge como um complemento às aulas teóricas tradicionalmente ministradas em sala de aula, integrando a prática e a utilização de tecnologia digital com o objetivo de aprimorar a aprendizagem dos alunos.

Assim sendo, para o estudo das funções trigonométricas através da análise gráfica com *software* GeoGebra, propusemos a seguinte sequência de passos:

**1º Passo:** Iniciar o programa GeoGebra.

**2º Passo:** Alterar a escala numérica do eixo das abcissas para coordenadas em radiano, procedendo da seguinte forma:

(i) Vá para a janela de visualização, posicione o cursor sobre o eixo  $x$  e clique com o botão direito do rato (*mouse*); (ii) No menu que aparecer, clique em “Propriedades” e, em seguida, em “Eixo  $x$ ”; (iii) Na janela de configurações que se abrir, localize o campo “Distância”. Neste campo, pode-se definir o espaçamento entre as marcas do eixo. Para

---

<sup>3</sup> Equivalente ao 3º ano do Ensino Médio no Brasil.

trabalhar especificamente com radianos, selecione  $\pi/2$  ou  $\pi$ ; (iv) No campo “Unidade”, escolha a opção “ $\pi$ ”; (v) Por fim, feche a janela de propriedades.

**3º Passo:** Inserir a função a partir da barra de entrada, procedendo conforme descrito abaixo:

(i) Certifique se a barra de entrada está visível. Se não estiver, vá ao menu “Exibir” (ou “Vista”, dependendo da versão) e ative a opção “Entrada” ou “Barra/Campo de entrada”; (ii) Clique na barra de entrada, localizada normalmente na parte inferior ou superior da janela do GeoGebra; (iii) Digite a função trigonométrica que deseja analisar. Por exemplo, para a função seno,  $f(x) = \sin(x)$ ; para a função cosseno:  $g(x) = \cos(x)$ . Pode também inserir variações como  $f(x) = 2 * \sin(x)$  ou  $f(x) = \cos(x - \pi/4)$ ; (iv) Premindo a tecla Enter no teclado para que o gráfico da função seja desenhado automaticamente na janela gráfica.

**4º Passo:** Determinar a imagem, o período, os zeros (se existirem), o máximo e mínimo, e os intervalos de monotonia da função, por meio da análise gráfica (procedendo conforme ilustrado na resolução do exercício 1).

### Atividades desenvolvidas

As atividades foram realizadas de forma mista através de discussões e desenvolvimento de ideias para a clarificação e materialização da proposta de ensino e alguns momentos de caráter expositivo para o ensino-aprendizagem de alguns conceitos matemáticos.

No total foram ministradas seis aulas, sendo as duas primeiras (introdutórias) ocorreram na sala de aula normal e as outras quatro aulas na sala de informática.

Nas duas aulas introdutórias foram recapitulados os aspectos teóricos a serem trabalhados posteriormente na sala de informática, nomeadamente, definição, domínio, contradomínio, imagem, zeros, extremos (máximo e mínimo), monotonia, período e gráfico das funções trigonométricas do tipo  $f(x) = a \cdot \cos bx$  e  $f(x) = a \cdot \sin bx$ .

As primeiras duas aulas na sala de informática também tiveram o caráter introdutório, nas quais se trabalhou a familiarização do *software* GeoGebra. Nessas aulas, os alunos aprenderam a executar ações básicas no programa, tais como: construção de retas e segmentos, interseção de curvas/objetos, inserção de elementos pela barra de entrada, modificação de estilo e cor, renomeação, exibição e ocultação de objetos, bem como a alteração da escala dos eixos coordenados. Essas ações foram desenvolvidas conforme os procedimentos descritos a seguir:

(i) **Construção de retas e segmentos de reta:** na barra de ferramentas (Figura 2), selecionando o ícone correspondente (geralmente representado por um segmento ou reta), e a seguir clicar em dois pontos distintos na janela gráfica para desenhá-los.

**Figura 2** – Barra de ferramentas do GeoGebra



Fonte: Elaboração Própria (2025)

- (ii) **Interseção de pontos:** clica na setinha localizada abaixo da ferramenta “Ponto” (a segunda da esquerda para a direita, identificada pelo ícone com a letra A) e selecionando a opção “Interseção de Dois Objetos”. Em seguida, basta clicar nos dois objetos cujos pontos de interseção se pretende determinar — o GeoGebra calculará automaticamente a intersecção e marcará o ponto resultante.
- (iii) **Inserção de objetos pela barra de entrada:** caso se queira inserir, por exemplo, um ponto A de abcissa 2 e ordenada 3, digita-se  $A = (2, 3)$  na barra de entrada e premendo Enter;
- (iv) **Modificação do estilo, cor e nome dos objetos:** clicando com o botão direito do rato (*mouse*) sobre o objeto e, em seguida “Propriedades”, pode-se alterar o nome, a cor e o estilo da linha (traço contínuo, pontilhado, espessura etc.).
- (v) **Apresentação e ocultação de objetos:** posicionar o cursor sobre a expressão analítica do objeto (na Janela de Álgebra) ou sobre a sua representação gráfica (na Janela de Visualização), clicando com o **botão direito do rato** e, no menu que surgir, selecionar a opção “Exibir objeto” (para ativar ou desativar a sua visualização).
- (vi) **Alteração da escala dos eixos coordenados:** procedendo-se conforme as instruções do 2º passo da proposta de ensino-aprendizagem aplicada

Nas duas últimas aulas tratou-se da resolução de exercícios que envolvem as referidas funções com o auxílio do GeoGebra. Nestas se procurou explorar o conteúdo das funções partindo das manipulações dos objetos de forma conceitual, algébrica e geométrica. A partir dessa manipulação, os próprios alunos poderiam observar as propriedades das funções em causa, analisando o seu gráfico e aprofundar os conceitos adquiridos em sala de aula de maneira mais prática e palpável.

A resolução do primeiro exercício, que aparece nas alíneas a), contou com a participação direta e cooperativa do pesquisador, para que possibilitasse o enquadramento dos alunos na dinâmica dos procedimentos de resolução. Os demais exercícios foram resolvidos pelos alunos de forma individual com o auxílio do pesquisador, e alguns exercícios complementares foram resolvidos pelos alunos em duplas.

Apresenta-se a seguir alguns exercícios resolvidos durante o desenvolvimento das oficinas de ensino.

1. Faça o estudo das funções trigonométricas determinando: o domínio, a imagem, o período, os zeros, os intervalos de monotonia e os extremos relativos, por intermédio da análise gráfica, nos seguintes casos:

a)  $f(x) = 3 \operatorname{sen}\left(\frac{x}{2}\right)$

b)  $y = \left|\cos\left(\frac{x}{3}\right)\right|$

c)  $f(x) = \cos 2x$

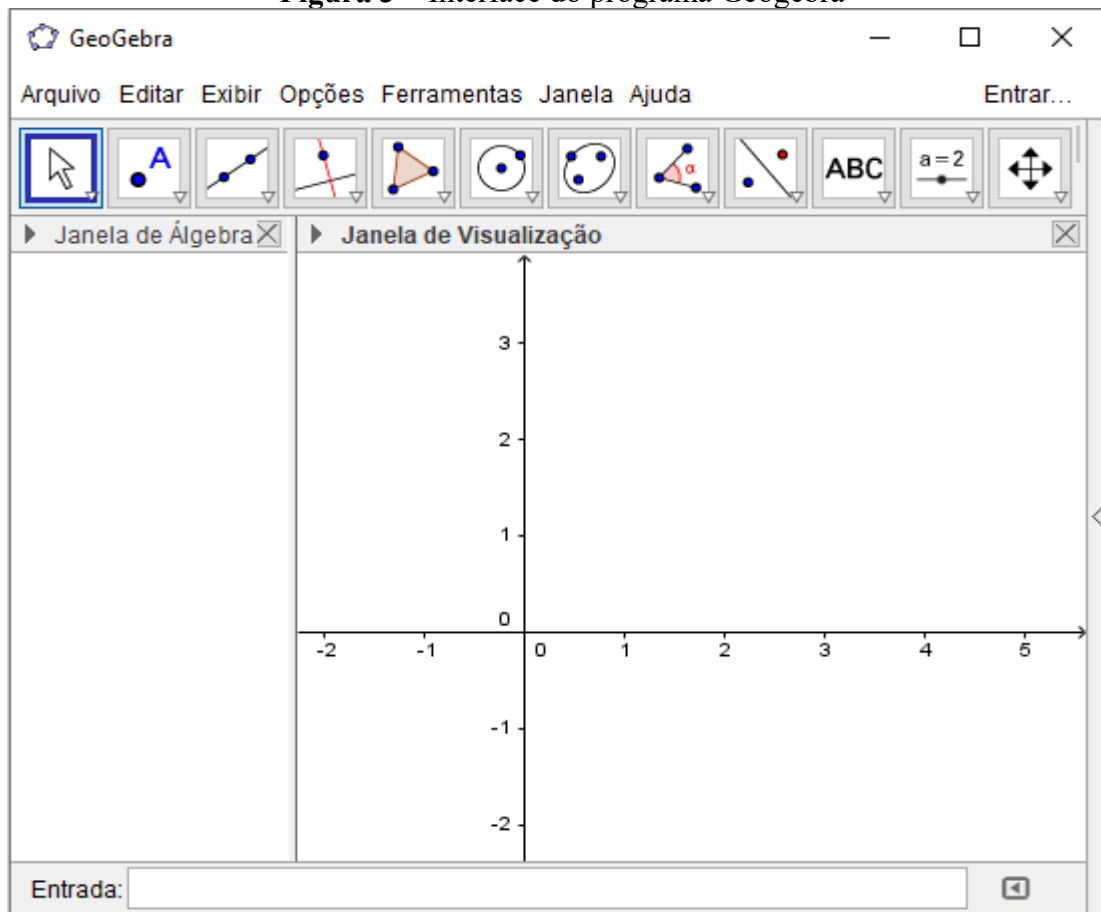
#### Resolução

Aplicando a sequência de passos proposta acima, tem-se:

a)  $f(x) = 3 \operatorname{sen}\left(\frac{x}{2}\right)$

**1º Passo:** Iniciar o programa GeoGebra.

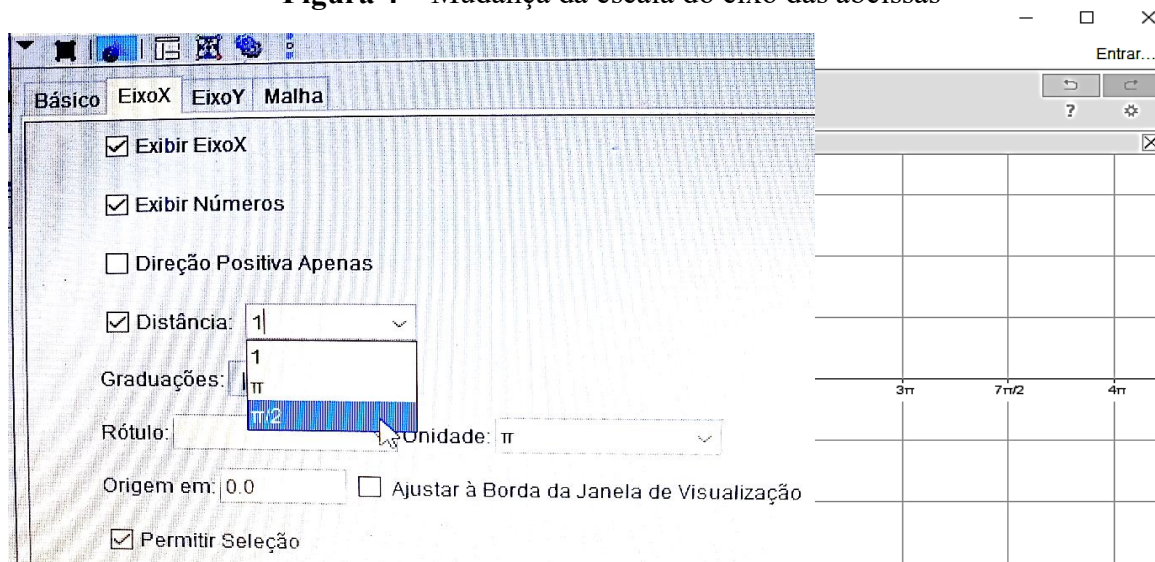
Figura 3 – Interface do programa Geogebra



Fonte: Elaboração Própria (2024)

**2º Passo:** Alterar a escala numérica do eixo das abcissas para coordenadas em radiano, (seguindo as instruções apresentadas na proposta de ensino-aprendizagem aplicada).

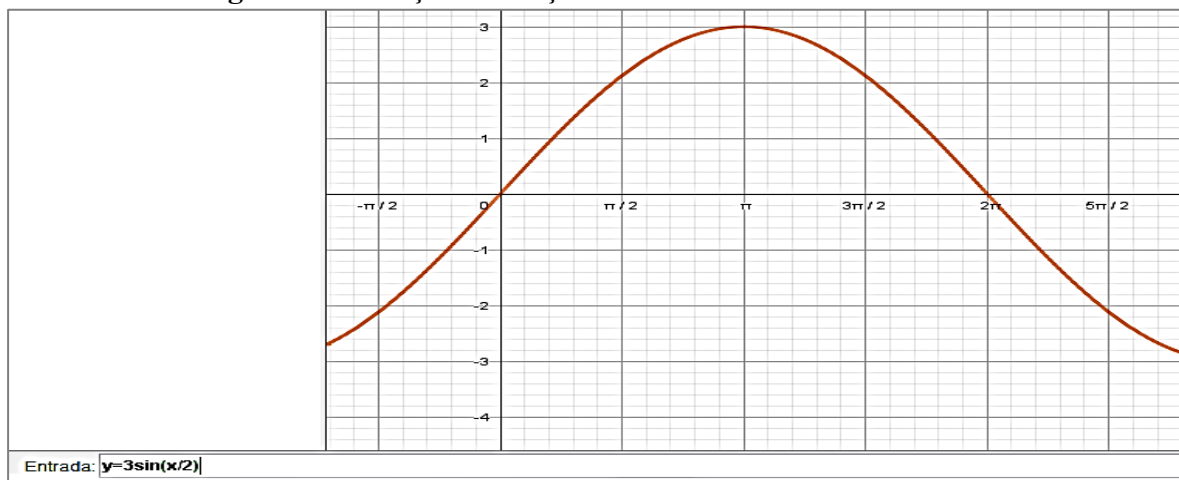
Figura 4 – Mudança da escala do eixo das abcissas



Fonte: Elaboração Própria (2024)

**3º Passo:** Inserir a função a partir da barra de entrada (procedendo conforme ilustrado no terceiro passo da proposta de ensino-aprendizagem aplicada)

**Figura 5** – Inserção da função na barra de entrada do GeoGebra



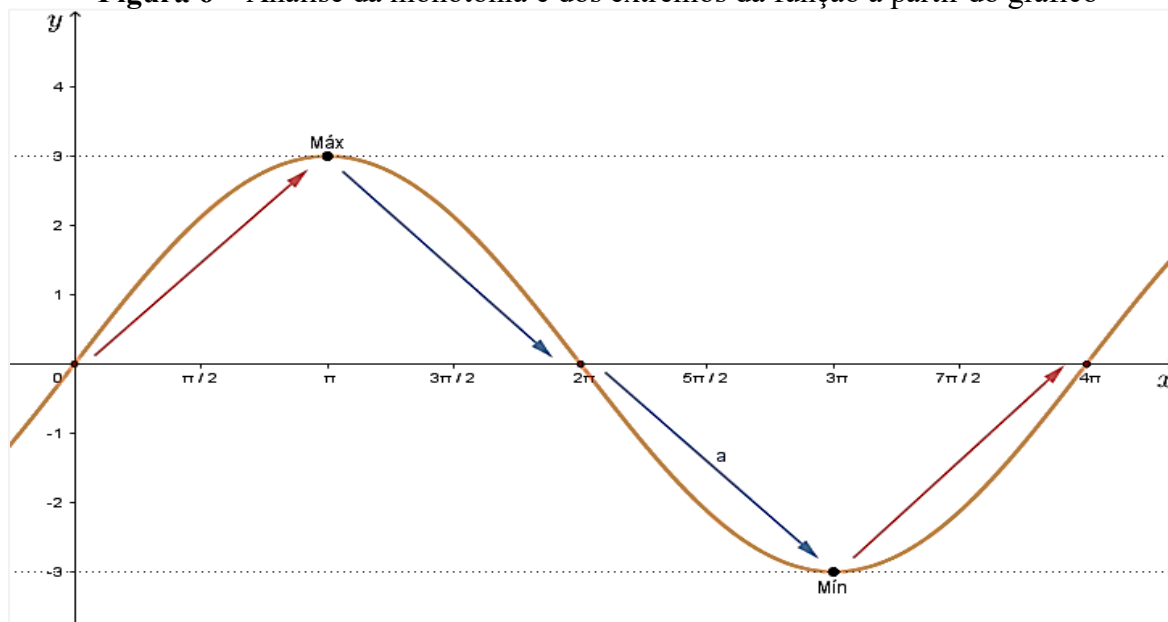
Fonte: Elaboração Própria (2024)

**4º Passo:** Determinar a imagem, o período, os zeros (se existirem), o máximo e mínimo, e os intervalos de monotonia da função, por meio da análise gráfica.

Para facilitar esse processo, recomenda-se, primeiramente, ocultar as malhas (ou grades) da Janela de Visualização. Em seguida, caso o GeoGebra tenha designado a função com o nome “y”, digite no Campo de Entrada o comando `Extremo[y, 0, 2 * pi]` e pressione *Enter* para que os extremos da função sejam ilustrados graficamente. Caso a função esteja nomeada de outra forma (por exemplo, *f* ou *g*), substitua “y” pelo nome correspondente conforme aparece na Janela de Álgebra. Para inserir as linhas que delimitam a imagem da função, clique na setinha abaixo da ferramenta “Reta” e selecione a opção “Reta Perpendicular”. Em seguida, clique sobre o ponto máximo e depois sobre o eixo y; repita o procedimento para o ponto mínimo.

Por fim, analise o comportamento do gráfico e, se necessário, utilize a ferramenta “Vetor” (disponível no mesmo menu da ferramenta “Reta”) para inserir setas que indiquem os intervalos de crescimento e decréscimo da curva, conforme ilustrado na Figura a baixo.

**Figura 6** – Análise da monotonia e dos extremos da função a partir do gráfico



Fonte: Elaboração Própria (2024)

Terminada a análise gráfica, obtemos as propriedades da função

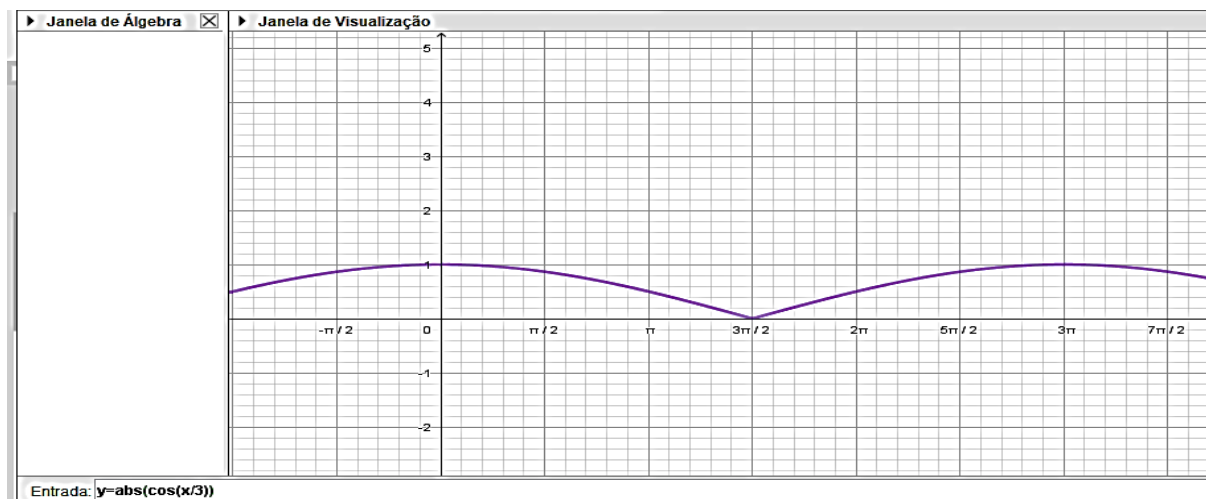
- ✓ Domínio:  $D(f) = \mathbb{R} = ]-\infty, +\infty[$
- ✓ Imagem:  $Im(f) = [-3, 3]$
- ✓ Período:  $P = 4\pi$
- ✓ Zeros:  $\{0, 2\pi, 4\pi, \dots\}$
- ✓ Intervalos de monotonia (até completar a 1ª volta)
  - Crescimento:  $[0, \pi] \cup [3\pi, 4\pi]$
  - Decréscimo:  $[\pi, 2\pi] \cup [2\pi, 3\pi] = [\pi, 3\pi]$
- ✓ Valor máximo:  $y = 3$
- ✓ Valor mínimo:  $y = -3$

Observação: nos demais exercícios que aqui aparecem resolvidos, os procedimentos que antecedem à análise gráfica (do 1º ao 3º passo) foram semelhantes ao exercício anterior, ou seja, inicialmente foi feita a iniciação do programa, alteração da escala no eixo das abcissas e inserção da função a ao GeoGebra a partir da barra de entrada. Concomitantemente, nos exercícios que se seguem, apenas ilustraremos as figuras dos respectivos 4º passos, pois é a partir dela que se obtém as propriedades.

b)  $y = \left| \cos \frac{x}{3} \right|$

Inserindo a função no campo de entrada GeoGebra, obtém-se os gráficos.

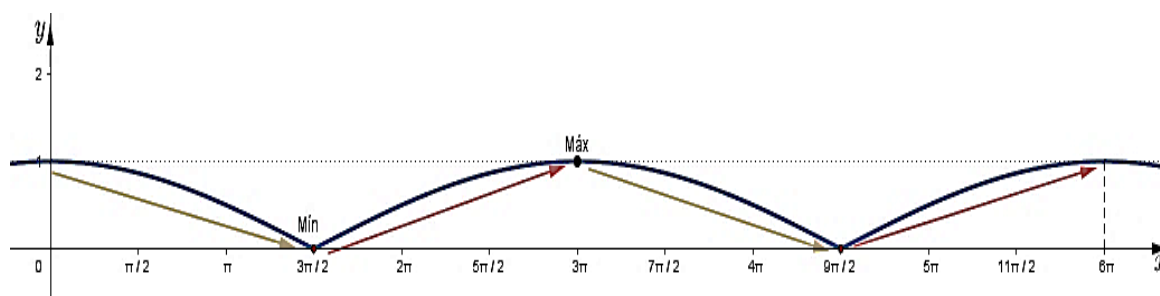
**Figura 7** – Inserção da função dada na barra de entrada do GeoGebra



Fonte: Elaboração Própria (2024)

Deste decorre a seguinte figura de análise:

**Figura 8** – Análise de algumas propriedades da função a partir do gráfico



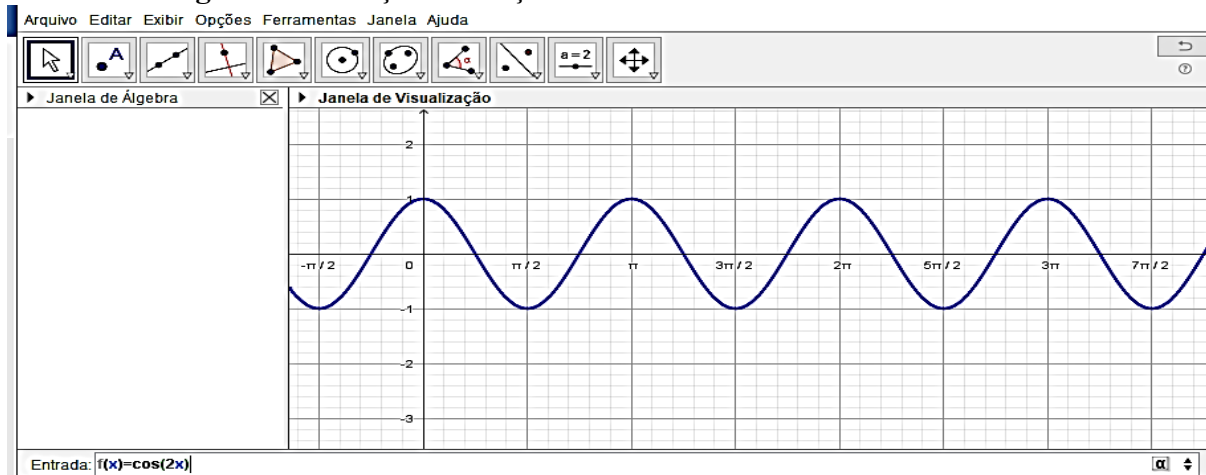
Fonte: Elaboração Própria (2024)

Assim, obtemos:

- ✓ Domínio:  $D(f) = \mathbb{R} = ]-\infty, +\infty[$
- ✓ Imagem:  $Im(f) = [0, 1]$
- ✓ Período:  $P = 6\pi$
- ✓ Zeros:  $\left\{ \frac{3\pi}{2}, \frac{9\pi}{2}, \dots \right\}$
- ✓ Intervalos de monotonia
  - Decrescimento:  $\left[ 0, \frac{3\pi}{2} \right] \cup \left[ 3\pi, \frac{9\pi}{2} \right]$
  - Crescimento:  $\left[ \frac{3\pi}{2}, 3\pi \right] \cup \left[ \frac{9\pi}{2}, 6\pi \right]$
- ✓ Valor máximo:  $y = 1$
- ✓ Valor mínimo:  $y = 0$
- c)  $f(x) = \cos 2x$

Inserir a função a partir da barra de entrada.

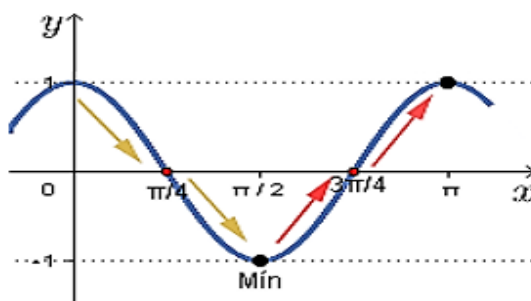
**Figura 9** – Inserção da função dada na barra de entrada do GeoGebra



Fonte: Elaboração Própria (2024)

Analisando o gráfico da função ao pormenor, conforme a figura 10, conclui-se:

**Figura 10** – Gráfico da função dada e suas propriedades



Fonte: Elaboração Própria (2024)

- ✓ Domínio:  $D(f) = \mathbb{R} = ]-\infty, +\infty[$
- ✓ Imagem:  $Im(f) = [-1, 1]$
- ✓ Período:  $P = \pi$
- ✓ Zeros:  $\left\{ \frac{\pi}{4}, \frac{3\pi}{4}, \dots \right\}$
- ✓ Intervalos de monotonia (até completar a 1ª volta)
  - Decrescimento:  $\left[ 0, \frac{\pi}{2} \right]$
  - Crescimento:  $\left[ \frac{\pi}{2}, \pi \right]$
- ✓ Valor máximo:  $y = 1$
- ✓ Valor mínimo:  $y = -1$

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a análise dos resultados, avaliamos o grau de satisfação e o nível de envolvimento dos alunos nas atividades realizadas, bem como os avanços obtidos em relação aos obstáculos anteriormente identificados. O professor da turma relatou enfrentar certos desafios no processo de ensino-aprendizagem da representação e análise gráfica das funções estudadas. Segundo ele, muitos alunos demonstram limitações em aspectos fundamentais, como o traçado de retas perpendiculares, o uso adequado dos instrumentos de desenho, a localização de pontos no plano cartesiano, a determinação de pares ordenados para o esboço dos gráficos das funções seno e cosseno, além da compreensão das propriedades dessas funções.

Com a introdução do GeoGebra, os alunos puderam explorar visualmente as funções, o que facilitou a compreensão dos conceitos e proporcionou uma aprendizagem mais interativa e significativa. Durante as atividades, observamos um maior engajamento e motivação, refletidos na participação ativa dos alunos na construção e análise dos gráficos. Relatos coletados indicam que a ferramenta permitiu aos estudantes visualizar melhor o comportamento das funções e estabelecer conexões mais claras entre a expressão algébrica e sua representação gráfica.

Alguns alunos expressaram suas percepções sobre o uso do *software*:

*Antes, eu achava muito difícil desenhar o gráfico do seno e do cosseno. Com o GeoGebra, consegui ver como a curva sobe e desce, e isso me ajudou a entender melhor a ideia de máximo, mínimo e período da função [ALUNO 1, 2024].*

*Gostei muito de usar o computador nas aulas. O programa mostrou o gráfico na hora, e isso facilitou entender o que estávamos a estudar. Também ajudou a ver como a fórmula muda o desenho do gráfico [ALUNO 2, 2024].*

*Eu tinha dificuldade em saber como os pontos do gráfico eram calculados. Usando o GeoGebra, percebi que é possível testar diferentes funções e ver como elas mudam. Foi mais fácil aprender assim do que só com papel e lápis [ALUNO 3, 2024].*

Do ponto de vista dos professores, os efeitos também foram notórios:

*Notei uma diferença significativa no interesse dos alunos. Muitos que antes tinham receio de lidar com funções começaram a participar mais nas aulas. O GeoGebra tornou os conceitos abstratos mais tangíveis e acessíveis [PROFESSOR DA TURMA, 2024].*

*Além de facilitar a compreensão dos gráficos, o software também contribuiu para desenvolver habilidades tecnológicas importantes. No entanto, percebi que precisamos investir mais na formação dos docentes para que saibam explorar melhor o potencial pedagógico da ferramenta [PROFESSOR CONVIDADO, 2025].*

Em suma, os professores também relataram melhorias na assimilação dos conteúdos por parte dos alunos e destacaram que o *software* contribuiu para minimizar obstáculos recorrentes,

como a representação gráfica manual imprecisa e as limitações na compreensão das variações das funções ao longo do domínio real. No entanto, enfatizaram a necessidade de uma formação continuada para o uso eficiente do GeoGebra como ferramenta pedagógica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como foco a elaboração e aplicação de uma proposta de ensino-aprendizagem das funções trigonométricas seno e cosseno, utilizando o *software* GeoGebra como recurso didático no Liceu Manuel Castanheira de Negage, na província de Uíge (Angola), com alunos da 12ª Classe do curso de Ciências Físicas e Biológicas.

Os resultados evidenciaram que o uso do GeoGebra contribuiu significativamente para o desenvolvimento das habilidades dos alunos na construção e análise gráfica dessas funções. A proposta mostrou-se eficaz ao permitir que os estudantes, por meio da representação gráfica, identificassem propriedades essenciais das funções, como período, imagem e monotonia, o que representou um avanço face às dificuldades anteriormente enfrentadas.

A metodologia aplicada demonstrou o potencial do GeoGebra em tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, visual e interativo. Além disso, confirmou observações de outros estudos ao evidenciar que o uso de tecnologias digitais amplia as possibilidades metodológicas no ensino da matemática, facilitando a compreensão de conteúdos abstratos.

Dessa forma, espera-se que esta proposta sirva como subsídio para professores e gestores educacionais na busca por práticas mais eficazes no ensino de funções trigonométricas. Recomenda-se, ainda, o aprofundamento de investigações sobre o impacto do *software* em outros níveis de ensino e contextos educacionais, bem como a promoção da formação contínua de professores para o uso pedagógico de tecnologias digitais.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, M. P.; Frango, I. (2014). Um levantamento sobre pesquisas com o uso do software Geogebra no ensino de funções matemáticas. **REVEMAT**, v. 9, n. 1, p. 90-107, 2014. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2014v9n1p90>. Acesso em 14, abr. 2025.

ANGOLA, Assembleia Nacional. **LEI nº. 32/20**: Que altera a Lei nº 17/16 – Lei de Bases do Sistema de Educação e Ensino de Angola. Diário da República I Série nº 123 de 12 de Agosto. Luanda, 2020.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.

BORGES, C. F. **Transição das razões trigonométricas do triângulo retângulo para o círculo trigonométrico**: uma sequência para o ensino. (Dissertação de mestrado em Ensino de Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), São Paulo, 2009. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/11401>. Acesso em 14, abr. 2025.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>. Acesso em 14, abr. 2025.

CAIRES, V.; LUZ, J. A.; WIESE, I. S.; STEINMACHER, I. F. Uso do GeoGebra no Ensino de Matemática: Avaliação de Usabilidade e de Aprendizado. **II ENINED – Encontro Nacional de Informática e Educação**. Paraná, p. 408–417, 2011. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/artigo-14921256/14921256?utm>. Acesso em 14, abr. 2025.

FRISKE, A. L.; CRUZ, B. A.; GOMES, B. S.; DRESCH, D. C.; SANTOS, D. R.; LUMERTZ, G. R.; GODOY, G. S.; FROZZA, I. C.; ZANON, L. S.; IORA, M.; RUTKOSKI, M.; MATHIA, C. V. **Minicurso de GeoGebra**. Santa Maria, 2016. Disponível em: [https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/783/2020/02/Apostila\\_GeoGebra.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/783/2020/02/Apostila_GeoGebra.pdf). Acesso em 15, set. 2023.

GOMES, A. S.; SOUSA, C. A.; CARVALHO, E. G.; CARVALHO, E. A. (2024). Recursos Multimídias para a Educação. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 5, p. 1-12, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.56083/RCV4N5-085>. Acesso em 14, abr. 2025.

MARQUES, G. S. **Fundamentos de Matemática I**. 1. ed. São Paulo: USP/Univesp/Edusp, 2014. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/qdownload/fundamentosde-matematica-i-pdf-free.html>. Acesso em 1, set. 2023.

OLIVEIRA, E. S.; LIMA, T. A. M.; SILVA, M. O.; SILVA, P. O. O uso dos softwares na Educação Matemática. **RECIMA 21- Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 5, p. 1-11, jun. 2021. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/320>. Acesso em 15, set. 2023.

PRODANOV, E. C.; FREITAS, C. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa Científica e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil: Feevale, 2013. Disponível em <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em 25, dez. 2024.

QUIMUANGA, Z. C.; DOMÍNGUEZ, R. C. Proposta metodológica para a representação de planos por meio do software GeoGebra. **REVEMAT**, v. 16, p. 1-28, jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2021.e80959>. Acesso em 15, abr. 2025.

RAMOS, F. M.; LISBOA, C. A.; NUNES, D. M. A utilização do software GeoGebra no ensino da Trigonometria na Educação Básica. **Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE**, São Paulo, v. 7, n. 6, p. 1217-1227, 2021, jun. 2021. Disponível em: <http://doi.org/10.51891/rease.v7i6.1463>.

REHFELDT, M. J. H.; JÚNIOR, V. S. F. Ensino da Trigonometria por meio de uma situação-problema em um curso técnico em edificações. **Revista Destaques Acadêmicos**, p. 19-39, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v14i4a2022.3250>. Acesso em 14, abr. 2025.

RIBEIRO, R. L. L.; MUNIZ, E. N.; NASCIMENTO, G. R.; LIMA, R. P.; BATISTA, E. C. O uso do Geogebra no ensino do comportamento de funções matemáticas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 9, n. 5, p. 16188-16204, mai. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n5-114>. Acesso em 15, set. 2023.

SILVA, J. P.; RIBEIRO, A. C.; ARAÚJO, T. D. O uso de softwares no ensino da matemática: Entre o modismo e o uso inteligente. V **CONEDU - Congresso Nacional da Educação**. Olinda (PE). Anais [...]. João Pessoa: Realize, 2018, Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/48369> . Acesso em 15, set. 2023

SILVA, M. R.; ANDRADE, M. M. As contribuições das Tecnologias de Informação e Comunicação para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática na Educação Básica: um estudo a partir de trabalhos disponíveis no CREMM. **REVEMAT**, Florianópolis (SC), v. 9, p. 146-163, jun. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2014v9nespp146>. Acesso em: 1, jul. 2024.

SILVA, W. R. Aplicação do GeoGebra no estudo de funções quadráticas. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v. 5, n. 5, p. 160 – 185, abr. 2014. Disponível em <https://periodicos.fapam.edu.br/index.php/synthesis/article/download/87/82>. Acesso em 21, out. 2023.

#### **Histórico**

Submetido: 24 de fevereiro de 2025.

Aprovado: 30 de abril de 2025.

Publicado: 22 de junho de 2025.

#### **Como citar o artigo - ABNT**

MULUTA, M. P.; JOÃO, K. O uso do software GeoGebra como recurso no ensino-aprendizagem das funções trigonométricas seno e cosseno na 12ª Classe. **CoInspiração - Revista dos Professores que Ensinam Matemática (MT)**, v. 8, e2025008, 2025. <https://doi.org/10.61074/CoInspiracao.2596-0172.e2025008>

#### **Licença de Uso**

Licenciado sob Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Porém, não permite adaptar, remixar, transformar ou construir sobre o material, tampouco pode usar o manuscrito para fins comerciais. Sempre que usar informações do manuscrito deve ser atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.

