

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RIO GRANDE DO SUL – CAMPUS OSÓRIO

LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

**EXPLORANDO O UNIVERSO DA TRIGONOMETRIA COM O SOFTWARE
GEOGEBRA: CONSTRUÇÃO DO CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO**

Adriano Martins Pereira

Osório - RS

2025

Adriano Martins Pereira

**EXPLORANDO O UNIVERSO DA TRIGONOMETRIA COM O SOFTWARE
GEOGEBRA: CONSTRUÇÃO DO CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus* Osório como requisito parcial para a conclusão do curso de Licenciatura em Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Aline Silva de Bona

Osório – RS

2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me guiado e sustentado ao longo dessa caminhada, dando-me forças nos momentos de dificuldade e iluminando meu caminho para que eu pudesse alcançar este sonho.

Aos meus pais, José da Silva Pereira e Marina Martins Pereira, que estiveram ao meu lado desde o início, oferecendo seu apoio incondicional, amor e incentivo. Sem vocês, essa conquista não teria sido possível. Sou imensamente grato por cada palavra de motivação, por cada gesto de carinho e por acreditarem em mim quando eu mesmo tive dúvidas.

À minha família como um todo, que sempre esteve presente, me ajudando de diversas formas e tornando essa jornada mais leve e significativa. Cada demonstração de carinho e apoio foi essencial para que eu chegasse até aqui.

À minha querida avó, Geni da Silva Natal, que já partiu, mas que sempre esteve à minha espera ao final de cada dia de faculdade. Seu carinho e presença foram um conforto diário, e levo comigo sua lembrança e o amor que compartilhamos.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Aline Silva de Bona, pela dedicação, paciência e orientação ao longo desse trabalho. Sua contribuição foi essencial para o desenvolvimento deste projeto, e sou profundamente grato por todo o conhecimento compartilhado.

Aos meus colegas do IFRS – Campus Osório, que fizeram dessa jornada algo mais leve e enriquecedor, compartilhando desafios, aprendizados e momentos de descontração. A parceria e apoio de cada um foram fundamentais para tornar essa caminhada ainda mais especial.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória, minha eterna gratidão!

RESUMO

Este trabalho investiga o potencial do *software* GeoGebra para engajar estudantes do ensino médio no aprendizado da trigonometria, por meio da construção e personalização do círculo trigonométrico. Fundamentado na necessidade de inovar o Ensino de Matemática e de motivar os alunos, o estudo propõe uma sequência didática que integra recursos tecnológicos a representações matemáticas interativas. A pesquisa parte da seguinte pergunta-base: Como engajar a construção do círculo trigonométrico no *software* GeoGebra para provocar ou proporcionar o desenvolvimento e a desmistificação da trigonometria? A metodologia qualitativa adotada incluiu uma revisão bibliográfica e a aplicação de oficinas com turmas do 4º ano do IFRS – Campus Osório. Durante as oficinas, os alunos demonstraram avanços significativos na compreensão dos conceitos de seno, cosseno e tangente, embora tenham sido identificados desafios na assimilação das definições formais de ângulos em graus e radianos. A análise de dados, realizada por meio de observações e formulários, evidenciou que o uso do GeoGebra facilitou a visualização de conceitos abstratos, promovendo um ambiente colaborativo e inclusivo que estimulou a curiosidade e a autonomia dos estudantes. Os resultados apontam que a integração de ferramentas tecnológicas ao ensino tradicional¹ pode contribuir significativamente para a desmistificação da matemática, sugerindo uma aplicação complementar desta abordagem na prática pedagógica.

Palavras-chave: Ensino de trigonometria; *Software* GeoGebra; Ensino Médio.

¹ Ensino tradicional ainda está enraizada em muitas escolas. Há até hoje a visão de que o professor ensina, avalia e detém o saber, enquanto o aluno reproduz o que é ensinado pelo educador.

ABSTRACT

This work investigates the potential of GeoGebra software to engage high school students in learning trigonometry through the construction and customization of the trigonometric circle. Based on the need to innovate Mathematics education and motivate students, the study proposes a didactic sequence that integrates technological resources with interactive mathematical representations. The research is driven by the following guiding question: How can the construction of the trigonometric circle using GeoGebra be engaged to provoke or facilitate the development and demystification of trigonometry? The qualitative methodology adopted included a literature review and the implementation of workshops with 4th-year classes at IFRS – Campus Osório. During these workshops, students showed significant progress in understanding the concepts of sine, cosine, and tangent, although challenges were noted in assimilating the formal definitions of angles in degrees and radians. Data analysis, conducted through observations and questionnaires, revealed that using GeoGebra enhanced the visualization of abstract concepts, fostering a collaborative and inclusive environment that stimulated the students' curiosity and autonomy. The results indicate that integrating technological tools into traditional teaching can substantially contribute to demystifying Mathematics, suggesting that this approach can be usefully applied as a complement in pedagogical practice.

Keywords: Trigonometry teaching; GeoGebra software; High School.

LISTA DE ABREVIATURAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CBIE - Congresso Brasileiro de Informática na Educação

IFRS - Instituto Federal do Rio Grande do Sul

PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

TEA - Transtorno do Espectro Autista

TCLE - Termo de consentimento livre e esclarecido

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas do desenvolvimento da pesquisa.....	21
Figura 2 – Os estudantes presentes na oficina.....	25
Figura 3 – Construção: Controle deslizante movendo sozinho.....	26
Figura 4 – Função no círculo trigonométrico.....	26
Figura 5 – Comparação de personalização.....	27
Figura 6 – Questão 01 da atividade.....	29
Figura 7 – Questão 02 da atividade.....	29
Figura 8 – Erro na tangente 270°	30
Figura 9 – Respostas formulário 1.....	31
Figura 10 – Resposta formulário 2.....	32
Figura 11 – Oficina com os professores.....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Oficina: Pontos negativos e positivos.....	23
---	----

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS	13
2.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
2.2. OBJETIVOS.....	13
2.2.1. OBJETIVO GERAL.....	13
2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. CONCEITOS TEÓRICOS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	14
3.1. TRIGONOMETRIA – CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO	14
3.2. TECNOLOGIAS DIGITAIS.....	15
3.3. PRÁTICA DOCENTE “FORA DO MODELO”	18
4. METODOLOGIAS	20
4.1. METODOLOGIA DA PESQUISA.....	20
4.2. METODOLOGIA DA PRÁTICA DOCENTE, PROPOSTA COM CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO	22
4.3. DADOS OBSERVADOS, CRITÉRIOS E REFERÊNCIAS ANTERIORES....	23
5. ANÁLISE DOS DADOS E PROPOSTA	25
6. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS	36
APÊNDICE A	38
APÊNDICE B.....	41
APÊNDICE C.....	42
ANEXO A	47
ANEXO B	50

1. INTRODUÇÃO

O ato de ensinar pode não parecer desafiador à primeira vista, mas está longe de ser simples, especialmente quando se trata do Ensino de Matemática, pois segundo Masola (2019), uma das razões atuais para as dificuldades de aprendizado em matemática reside na falta de motivação dos alunos e no desinteresse pela maioria dos tópicos abordados. As tecnologias digitais estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, muitas vezes de maneira imperceptível, surgindo a indagação sobre o papel motivador de um educador, incitando a proposta de uma investigação sobre como a utilização do *software* GeoGebra pode potencializar a aprendizagem com a exploração de tópicos da trigonometria. Neide e Quartieri (2016) colocam apontamentos que justificam a utilização de tecnologias nas salas de aula, desde computadores, tablets e celulares.

Muitos fatores podem ser apresentados como justificativas para utilizar as tecnologias nas salas de aula atualmente, como: a rápida ascensão do número de aparatos tecnológicos que permeiam nosso cotidiano, como computadores, *tablets*, celulares etc; a utilização contínua destes principalmente por crianças e adolescentes; as possibilidades inéditas que surgem com a internet, entre outras. (NEIDE; QUARTIERI, 2016).

De acordo com os autores, a preocupação não é mais o porquê utilizar, uma vez que há a necessidade de utilização dessas tecnologias, mas de como utilizar esses recursos tecnológicos nos processos de ensino (NEIDE; QUARTIERI, 2016).

Para realizar a pesquisa foi aplicado uma construção de trigonometria que faz o uso do *software* GeoGebra, com alunos de uma escola de ensino médio. Esta iniciativa foi motivada, em parte, pela experiência adquirida durante a pandemia de Covid-19, quando atuei como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Durante esse período desafiador, tivemos que inovar e adaptar nosso ensino para o ambiente online, fazendo uso das tecnologias digitais para superar as dificuldades.

A partir desse contexto, reconhecemos a importância de continuar explorando e integrando as tecnologias digitais no ensino, permitindo aos alunos uma compreensão mais ampla de como a matemática pode ser abordada de

maneiras diversas. É fundamental que os estudantes percebam que existem alternativas ao modelo tradicional de ensino e compreendam como as tecnologias digitais se tornaram uma parte inseparável de suas vidas cotidianas.

A aprendizagem da matemática ficou conhecida popularmente como algo de “outro planeta”, como destaca Masola (2019) aborda as dificuldades em relação a aprendizagem em matemática afirma que:

Aprendizagem, principalmente quando tratamos do que diz respeito aos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática; dentre eles destaca-se: falta de motivação dos alunos para aprender; desinteresse pela maioria dos conteúdos ministrados; a ineficácia de estratégias metodológicas tradicionalistas para a abordagem de conteúdos; e dificuldades em associar conteúdos matemáticos aos estudos de outras disciplinas e às necessidades do cotidiano (MASOLA, 2019).

A matemática é frequentemente associada a uma série de obstáculos, incluindo a falta de motivação dos alunos, desinteresse em relação aos conteúdos, ineficácia das estratégias tradicionais de ensino, e dificuldades em conectar os conceitos matemáticos em situações do cotidiano dos alunos. Portanto, surge a necessidade dos educadores encontrarem maneiras inovadoras de tornar o Ensino de matemática mais envolvente e acessível, desmistificando a crença de que a matemática é algo complexo. Para Pacheco (2018), essas dificuldades podem ser oriundas de questões metodológicas inadequadas, professores mal qualificados, de uma infraestrutura escolar insuficiente, e concordando com Bessa (2007, p. 4), pois segundo o autor, essas dificuldades podem ser relacionadas.

[...] ao professor (metodologias e práticas pedagógicas), ao aluno (desinteresse pela disciplina), à escola (por não apresentar projetos que estimulem o aprendizado do aluno ou porque as condições físicas são insuficientes) ou à família (por não dar suporte e/ou não ter condições de ajudar o aluno).

Nesse contexto, o desafio docente consiste em ensinar na era da tecnologia, onde de acordo com (Borba, 2016, p. 56) “[...] As inovações educacionais, em sua grande maioria, pressupõem mudança na prática docente, não sendo uma exigência exclusiva daquelas que envolvem o uso da tecnologia em informática”. E o autor afirma ainda que “À medida que a tecnologia informática se desenvolve, nos deparamos com a necessidade de atualização de nossos conhecimentos sobre o conteúdo ao qual ela está sendo integrada”

(BORBA, 2016, p. 64).

As tecnologias digitais emergiram como valiosas aliadas na sala de aula de matemática, e nesse sentido compreendemos a importância do *software* GeoGebra. Essa escolha se justifica, como apontado por Melo e Fireman (2016), devido à sua abrangência e eficácia, sendo GeoGebra um *software* de geometria dinâmica projetado para atender a todos os níveis de ensino que reúne geometria, álgebra, planilhas, gráficos, estatística e cálculo em um único motor. Além disso, o GeoGebra oferece uma plataforma online com mais de 1 milhão de recursos de sala de aula gratuitos criados por nossa comunidade multilíngue.

A decisão de investigar o ensino da trigonometria com o GeoGebra foi fundamentada em experiência pessoal em um projeto de extensão no qual foi desenvolvido atividades utilizando o *software* GeoGebra e também na pesquisa de Rodrigues e Salerno (2017). Eles demonstraram que o uso do GeoGebra no ensino da trigonometria proporciona uma aprendizagem mais significativa, simplificando a visualização das relações geométricas e algébricas para os alunos. Isso, por sua vez, torna a trigonometria mais acessível e facilita a compreensão dos conceitos complexos dessa área da matemática. Nesse mesmo entendimento, Scaldelai (2014) ressalta que, “Em se tratando de um *software* dinâmico, gráficos, álgebra e tabelas são conectados dinamicamente, ou seja, cada elemento que é alterado na janela de álgebra, também sofre alteração na janela gráfica e na de cálculo e vice-versa” (SCALDELA, 2014, p. 16-17).

Portanto, a escolha do GeoGebra como ferramenta de ensino para a trigonometria não apenas atende às demandas de um Ensino de Matemática mais dinâmico e envolvente, mas também demonstra ser eficaz na promoção de uma aprendizagem mais profunda e significativa. Assim, busca-se superar a percepção de que a matemática é um domínio de "outro planeta" e oferecer aos alunos uma experiência de aprendizado matemático mais acessível e atraente.

2. PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

2.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Acerca do que foi exposto até então, formula-se a seguinte pergunta a ser respondida: como engajar a construção do círculo trigonométrico no *software* GeoGebra para provocar/proporcionar um desenvolvimento ou desmistificação a trigonometria?

2.2. OBJETIVOS

2.2.1. OBJETIVO GERAL

Investigar como o uso do *software* GeoGebra pode potencializar o aprendizado através da exploração de tópicos de trigonometria no ensino médio, visando tornar o processo de aprendizado mais dinâmico, interativo e motivador para os alunos.

2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver e aplicar uma sequência didática de círculo trigonométrico utilizando o *software* GeoGebra.
- Avaliar o potencial da integração das tecnologias a partir das atividades criadas;
- Investigar as considerações dos alunos acerca da construção do círculo trigonométrico na sala de aula.

3. CONCEITOS TEÓRICOS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

3.1. TRIGONOMETRIA – CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO

O estudo da Trigonometria geralmente começa no Ensino Fundamental, com a introdução das razões trigonométricas (seno, cosseno e tangente) aplicadas ao triângulo retângulo. No entanto, é no Ensino Médio que esses conceitos são aprofundados, com a apresentação do círculo trigonométrico e a análise de arcos e ângulos, incluindo múltiplas voltas na circunferência. Durante esse período, também ocorre a introdução ao radiano como unidade de medida angular. Além de ser retomada em diferentes momentos na matemática e em outras disciplinas, a Trigonometria assume um caráter interdisciplinar, sendo amplamente utilizada, por exemplo, na Física ondulatória (SALAZAR, 2015).

No Referencial curricular do Rio Grande do Sul, volume 3, matemática e suas Tecnologias, está recomendado os conteúdos que devem ser abordados no segundo ano do Ensino Médio, colocando que:

As funções trigonométricas circulares, apresentadas a partir de situações-problema que envolve fenômenos periódicos, ampliam o estudo das funções e estendem para o círculo trigonométrico o estudo das razões trigonométricas, apresentadas no triângulo retângulo. Relacionado ao cotidiano, o trabalho com unidades de medidas de arcos, a construção e o uso de recursos manipulativos, bem como de gráficos, quadros e tabelas, proporciona o desenvolvimento de habilidades motoras e da capacidade de abstrair e de representar (RIO GRANDE DO SUL, 2009, p. 244).

Este mesmo documento apresenta as habilidades e competências que devem ser desenvolvidas durante o estudo das Funções Trigonômétricas.

- Identificar, com o auxílio de um dispositivo prático, o crescimento e o decréscimo das funções seno e cosseno nos quatro quadrantes.
- Relacionar informações contidas em quadros ou tabelas e, a partir delas, traçar os gráficos das funções seno e cosseno.
- Reconhecer as funções seno e cosseno como funções periódicas - Identificar, na representação das funções seno e cosseno, o sinal e as raízes. (RIO GRANDE DO SUL, 2009, p. 261,262)

A Base Nacional Comum Curricular-BNCC (BRASIL, 2018) aborda o compreender e o utilizar, das diferentes formas de representação matemática (nas áreas: algébrica, geométrica, estatística, numérica e computacional). No campo da trigonometria para o Ensino Médio, a BNCC ressalta a habilidade (EM13MAT308) que abrange processos de aplicar as relações métricas, incluindo as leis do seno e do cosseno ou noções de congruência e semelhança, para resolver e elaborar problemas que envolvem triângulos, em variados

contextos, com ou sem apoio de tecnologias digitais e (EM13MAT306) resolver e elaborar problemas em contextos que envolvem fenômenos periódicos reais (ondas sonoras, fases da lua, movimentos cíclicos, entre outros) e comparar suas representações com as funções seno e cosseno, no plano cartesiano, com ou sem apoio de aplicativos de álgebra e geometria.

O Ministério da Educação-MEC (BRASIL, 2013) também considera importante a utilização das tecnologias em sala de aula, objetivando melhorias, capacitação e qualificação dos educadores nessas áreas, tomando o cuidado para que o uso das mesmas seja alinhado aos documentos já propostos.

Portanto, o estudo de trigonometria apesar de ser mais explorado no Ensino Médio, normalmente já é iniciado no Ensino Fundamental no nono ano como destacado na BNCC (2018) na habilidade (EF09MA13), com o objetivo de: “Demonstrar relações métricas do triângulo retângulo, entre elas o teorema de Pitágoras, utilizando, inclusive, a semelhança de triângulos”.

3.2. TECNOLOGIAS DIGITAIS

A matemática costuma provocar sentimentos opostos entre os estudantes: para alguns, ela é fascinante; para outros, motivo de frustração. Desde o ensino fundamental até o médio, a disciplina frequentemente carrega o estigma de ser difícil ou até mesmo temida, como observa Silva (2023) em sua pesquisa, que aponta críticas recorrentes às metodologias tradicionais empregadas no ensino. Nesse sentido, Notare e Basso (2012) destacam que a forma como a matemática é apresentada com excesso de formalismo, teoremas e demonstrações contribui para torná-la distante e desinteressante aos olhos dos alunos, comprometendo seu envolvimento e compreensão.

De acordo com Masola (2019), Bessa (2007) e Neide e Quartieri (2016), quando o ensino da matemática se limita ao quadro tradicional, especialmente ao abordar conteúdos densos como a trigonometria, muitos alunos encontram dificuldades para compreender o que está sendo transmitido. Nesse cenário, o uso de tecnologias educativas surge como uma ferramenta essencial, pois facilita a visualização e a interpretação dos conceitos, tornando o processo de aprendizagem mais acessível e eficiente.

Diante disso temos que pensar em maneiras de mudar essa forma de agir, com as metodologias no dia a dia das aulas e assim a tecnologia surge como

algo para sanar, e o *software* GeoGebra entra como aliado nessa questão e assim proporcionar essa quebra da matemática ser algo temida ou até de outro planeta.

Nesse contexto, os *softwares* educacionais de matemática oferecem cada vez mais ferramentas que contribuem para a construção de conceitos matemáticos e a compreensão de conteúdos que, por vezes, são abstratos para os estudantes. Como afirmam Rodrigues e Salerno (2017) evidenciaram que o uso do software GeoGebra no ensino de matemática contribui significativamente para tornar o aprendizado mais eficaz. A ferramenta facilita a visualização das conexões entre elementos geométricos e algébricos, o que permite aos estudantes compreenderem com mais clareza conceitos que antes pareciam complexos e distantes.

Complementando essa perspectiva, Scaldelai (2014) observa que o GeoGebra, por ser um software dinâmico, estabelece uma integração direta entre gráficos, expressões algébricas e tabelas. Qualquer modificação realizada em uma dessas representações é automaticamente refletida nas demais, criando um ambiente interativo e coerente para a construção do conhecimento matemático.

Durante o período da pandemia, foi necessário que todos nos reorganizássemos rapidamente. A tecnologia, antes complementar em muitos contextos escolares, tornou-se um recurso essencial para garantir a continuidade do ensino. Professores foram desafiados a repensar suas práticas, buscando novas estratégias e ferramentas digitais, enquanto os estudantes tiveram que se adaptar a uma nova forma de aprender, mediada por recursos tecnológicos. Esse momento transformador proporcionou uma nova perspectiva sobre o papel da tecnologia na educação, revelando tanto suas potencialidades quanto a necessidade constante de inovação.

Segundo Gravina e Basso (2012), o uso da tecnologia permite ajustar e modificar figuras geométricas, como os triângulos, de maneira muito mais ágil e interativa do que no quadro tradicional, que exige constantes desenhos e correções manuais. Esse dinamismo evita a perda de tempo e mantém o interesse dos alunos, que poderiam se desmotivar com as limitações do método convencional. Dessa forma, a tecnologia se revela uma importante aliada no processo de ensino, tornando as aulas mais envolventes e eficientes.

Nesse cenário, a incorporação da tecnologia nas práticas de ensino de Matemática tem se mostrado eficaz para estimular a participação dos alunos na pesquisa e na construção do conhecimento. Como observam Bona, Lucchesi e Fioreze (2021, p. 176) e também Neide e Quartieri (2016), é papel do professor planejar o uso de ferramentas digitais que favoreçam uma abordagem mais dinâmica dos conceitos matemáticos, permitindo que os estudantes compreendam e se apropriem da disciplina de maneira significativa.

Silva (2023), juntamente com Gravina e Basso (2012) e Notare e Basso (2015), reforçam essa perspectiva ao apontar que os ambientes digitais voltados ao ensino da matemática oferecem condições para que os alunos manipulem, representem e reorganizem suas ideias de forma interativa. Esses espaços digitais possibilitam ajustes e experimentações imediatas algo que seria muito mais limitado se fosse feito apenas com papel e lápis. Além disso, por fazerem parte do cotidiano dos estudantes, as tecnologias se mostram especialmente atrativas, contribuindo para tornar as aulas mais envolventes e conectadas com sua realidade.

Ao promover um ambiente de aprendizagem no qual os conceitos matemáticos podem ser explorados, manipulados e construídos com o apoio da tecnologia, o professor estimula nos alunos o desenvolvimento da autonomia. Durante a realização das atividades, é comum que surjam dúvidas ou interesses por conteúdos complementares, e o uso das ferramentas digitais permite que o estudante busque respostas por conta própria, indo além do que foi originalmente proposto em aula.

Segundo Borba (2016) e Borri (2022), o uso de tecnologias no ensino da trigonometria contribui significativamente para a aprendizagem, abrangendo desde as razões trigonométricas básicas até o estudo das funções trigonométricas. Essa contribuição pode ocorrer tanto por meio de atividades dirigidas nas quais o professor apresenta a proposta pronta para os alunos, despertando seu interesse quanto por meio de atividades construtivas, onde os próprios estudantes desenvolvem as tarefas utilizando ferramentas digitais. Nesse cenário, as tecnologias atuam como recursos facilitadores e potencializadores, capazes de tornar os conceitos trigonométricos mais acessíveis e compreensíveis, ao mesmo tempo em que desmistificam a complexidade associada a esse conteúdo matemático.

Assim, optar pelo software GeoGebra como ferramenta de ensino não apenas satisfaz as exigências de um Ensino de Matemática mais interativo e atrativo, como também se mostra altamente eficaz na promoção de uma aprendizagem mais consistente e significativa para os estudantes. Com a decisão de explorar o círculo trigonométrico, as ferramentas do GeoGebra, especialmente o controle deslizante, como ilustrado no Apêndice (A), tornam-se o elemento central do trabalho, sendo utilizadas para maximizar o aproveitamento do conteúdo.

3.3. PRÁTICA DOCENTE “FORA DO MODELO”

Ao optar por trabalhar com tecnologia e trigonometria, surgiram diversas ideias e possibilidades. Entre elas, destacou-se o uso do *software* GeoGebra aliado ao círculo trigonométrico, alinhando-se ao que foi discutido por Basso e Notare (2015), Melo e Fireman (2016). A escolha pelo círculo trigonométrico, por sua vez, foi uma decisão pessoal, tornando-se a base para o desenvolvimento da pesquisa.

A elaboração da aula foi planejada para três períodos, destinando a maior parte do tempo à construção no GeoGebra, com o tempo restante dedicado à parte escrita. O processo de criação passou por várias versões até alcançar o resultado final, conforme apresentado no Apêndice (B). Durante esse percurso, foram identificadas melhorias e novas ferramentas foram aprendidas, tornando o trabalho mais fluído. Esse processo exigiu grande empenho e dedicação, sendo fundamental para atingir o resultado final esperado.

Com a construção finalizada, poderíamos simplesmente entregá-la pronta aos estudantes para que a utilizassem e respondessem os questionários, o que tornaria a atividade pouco atrativa e reduziria seu potencial. Optamos, no entanto, por atribuir um papel ativo ao estudante, permitindo que ele mesmo construísse sua própria versão da atividade. Dessa forma, o aluno poderia personalizá-la conforme sua preferência, seguindo o passo a passo e participando plenamente da aula. Além disso, ao explorar a construção sem orientação direta ou uma lista de tarefas predefinida, o estudante teria a oportunidade de aplicar seus conhecimentos matemáticos e desconstruir a ideia de que matemática é difícil, sem se limitar a um roteiro rígido, onde os alunos tiveram a oportunidade de trocar experiências com os colegas, enriquecendo o

processo e aprimorando ainda mais a construção. Isso tornou o desenvolvimento da atividade único, permitindo que cada estudante contribuísse de forma criativa e participativa no seu aprendizado.

Após a conclusão da construção, os alunos receberam uma folha de atividades (Apêndice A) para utilizarem o círculo trigonométrico na prática. Dessa forma, a atividade não se limitou à tela do computador, permitindo que os estudantes aplicassem o círculo em exercícios concretos e explorassem sua relevância de maneira prática garantindo que o recurso criado não fosse apenas uma ferramenta virtual sem uso posterior.

4. METODOLOGIAS

4.1. METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa busca verificar se e como o uso do *software* GeoGebra pode potencializar o ensino de trigonometria, seguindo uma abordagem qualitativa que se alinha com as ideias de Bicudo (2012). De acordo com essa abordagem, a pesquisa qualitativa permite destacar o sujeito do processo, considerando seu contexto social e cultural, e a própria Bicudo reforça que:

São pesquisas que permitem compreender características do fenômeno investigado e que, ao assim procederem, oferecem oportunidade para possibilidades de compreensões possíveis quando a interrogação do fenômeno é dirigida a contextos diferentes daquele em que a investigação foi efetuada. Sustentam raciocínios articuladores importantes para tomadas de decisão políticas, educacionais, de pesquisa e, aos poucos, semeiam regiões de inquérito com análises e interpretações rigorosas (BICUDO, 2012).

Como Bicudo (2012) afirma, esse tipo de pesquisa proporciona uma compreensão profunda do fenômeno investigado e oferece oportunidades para *insights* valiosos, mesmo quando o fenômeno é examinado em diferentes contextos.

Do ponto de vista dos objetivos da pesquisa, esta será exploratória, buscando aprofundar o entendimento sobre o uso de recursos tecnológicos na educação e nas práticas pedagógicas da matemática. O intuito é integrá-los em um conjunto de atividades investigativas relacionadas à trigonometria para uma turma de 4º ano do Ensino Médio.

Pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis (Gil, 2008, p. 27).

A pesquisa será conduzida em 4 etapas distintas, como segue:

Figura 1 - Etapas do desenvolvimento da pesquisa



FONTE: o autor

Durante a primeira etapa foi a realização de um estudo bibliográfico, no qual foi buscado obras/trabalhos relacionados ao uso do *Software* GeoGebra como uma ferramenta de ensino na área de matemática, com o foco no ensino de trigonometria.

A segunda etapa foi a construção da oficina, na qual foi desenvolvido uma sequência didática específica para o ensino da trigonometria (círculo trigonométrico), usando o GeoGebra como ferramenta central. Para Zabala (1998, p. 18) sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”. A sequência didática foi cuidadosamente planejada e estruturada, de modo a proporcionar uma experiência de aprendizado eficaz e envolvente aos integrantes da pesquisa.

A terceira etapa foi desenvolvida na aplicação da oficina e a coleta de dados junto aos participantes. A oficina foi realizada três vezes: duas delas com alunos do ensino médio—uma com uma turma do segundo ano e outra com duas turmas do quarto ano no IFRS—e uma aplicação voltada para professores do Estado do Rio Grande do Sul. A oficina aplicada ao segundo ano resultou na apresentação no CBIE 2023 (XII Congresso brasileiro de informática na educação) e publicação de um artigo nos Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE) (Anexo B), enquanto a realizada com os professores teve um impacto positivo, despertando interesse na atividade. Alguns docentes solicitaram o material para aplicá-lo com seus alunos, ampliando seu alcance e relevância (Apêndice C).

A análise focou nas duas turmas do quarto ano do ensino médio do IFRS, que constituem o público-alvo da pesquisa. Durante essa fase, foram registradas as atividades dos estudantes e observadas suas interações com a tecnologia. Todas as construções realizadas foram salvas e posteriormente analisadas. A

coleta de dados incluiu observações em sala de aula, registros das atividades dos estudantes e a lista de atividades desenvolvidas ao longo da oficina.

Foi solicitado que todos os participantes assinassem o TCLE (Termo de consentimento livre e esclarecido) (ANEXO A), onde na aplicação foram explicados os domínios da pesquisa, a qual se teve dispensa do comitê de ética por se tratar de pesquisa em questionário quanto à aprendizagem, sendo esta inerente aos processos de ensino. Todos os estudantes da turma do 4º ano do IFRS eram maiores de 18 anos.

4.2. METODOLOGIA DA PRÁTICA DOCENTE, PROPOSTA COM CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO

A oficina tem objetivo de ser algo fora do tradicional, buscar uma inovação no ensino de trigonometria, Bona, Lucchesi e Fioreze (2021, p. 176) destacam “[...] o quanto mobilizar os estudantes com atividades inovadoras desperta a curiosidade de aprender” e assim utilizamos o *Software* GeoGebra para essa tarefa, segundo Melo e Fireman (2016) é um grande aliado para essa jornada.

A atividade tem início de forma dialogada, incentivando a interação com os estudantes. Funciona como um caderno eletrônico, no qual os alunos utilizam exclusivamente o *software* para realizar suas construções. Para isso, o professor utiliza um computador e um projetor, permitindo que a tela seja compartilhada com a turma. Em seguida, inicia-se um diálogo simples, questionando se os alunos já utilizaram o GeoGebra e se possuem uma conta no *software*. Esse passo é essencial, pois, sem uma conta, não é possível salvar o processo, o que resultaria na perda de todo o material construído durante a aula.

Após a criação da conta, inicia-se a construção no GeoGebra, conduzida passo a passo pelo professor. Durante esse processo, o docente apresenta as ferramentas disponíveis e orienta os estudantes sobre como utilizá-las. Os alunos, por sua vez, devem executar as ações propostas e podem realizar modificações conforme julgarem necessário. O professor acompanha atentamente a construção, orientando os próximos passos, questionando os elementos da trigonometria que surgem no círculo e esclarecendo as dúvidas dos alunos ao longo da atividade.

Os estudantes têm liberdade para personalizar diversos aspectos da construção, como tamanho da fonte, cor, espessura e opacidade, entre outras

configurações oferecidas pelo *software*. Além disso, podem incorporar suas vivências e conhecimentos ao processo, adaptando e até mesmo pulando etapas, caso se sintam confortáveis para fazê-lo. Essa autonomia permite que cada aluno desenvolva sua construção de maneira única e personalizada.

Após a conclusão da construção, os alunos recebem uma lista de atividades a serem resolvidas com o auxílio do GeoGebra, consolidando o aprendizado e finalizando a oficina de forma prática e interativa. Essa atividade foi pensada para 3 períodos de 45min cada.

4.3. DADOS OBSERVADOS, CRITÉRIOS E REFERÊNCIAS ANTERIORES

A oficina foi aplicada em três momentos distintos, com alunos de uma escola estadual, outra com estudantes de uma federal e outra com professores da rede pública.

O quadro abaixo apresenta a divisão das três aplicações da atividade, envolvendo alunos da escola estadual, alunos da rede federal e professores da rede pública. Nele, são destacadas as principais dificuldades enfrentadas e os pontos positivos observados durante a realização das atividades.

Quadro 1: Oficina: Pontos negativos e positivos

OFICINA	Nº Participantes	Principais Dificuldades	Pontos Positivos
Alunos Estadual 2º ano do médio.	15	Utilização dos computadores, e criação das contas no GeoGebra. Dificuldade com os conceitos de trigonometria.	Os estudantes apresentaram uma notável evolução ao longo do processo, conseguindo desenvolver a atividade apesar dos desafios relacionados ao uso da tecnologia. Mesmo diante das dificuldades, foram capazes de adaptar-se, explorar as ferramentas disponíveis e aplicar os conceitos de forma significativa, demonstrando aprendizado e autonomia no desenvolvimento da oficina
Alunos Federal 4º ano do médio.	27	Dificuldade com os conceitos de trigonometria.	Os estudantes demonstraram grande facilidade na utilização do <i>software</i> , navegando pelas

			ferramentas com autonomia e explorando suas funcionalidades de maneira eficaz. Essa habilidade contribuiu para um aprendizado mais dinâmico e interativo, permitindo que aplicassem os conceitos matemáticos de forma prática e personalizada.
Professores da rede pública	12	Utilização dos computadores, e criação das contas no GeoGebra.	Após se adaptarem ao GeoGebra, os professores demonstraram grande facilidade com o conteúdo, tornando o processo de aprendizado mais fluido e eficiente. A interação com o <i>software</i> possibilitou uma compreensão mais dinâmica dos conceitos, favorecendo o desenvolvimento das atividades com autonomia e segurança.

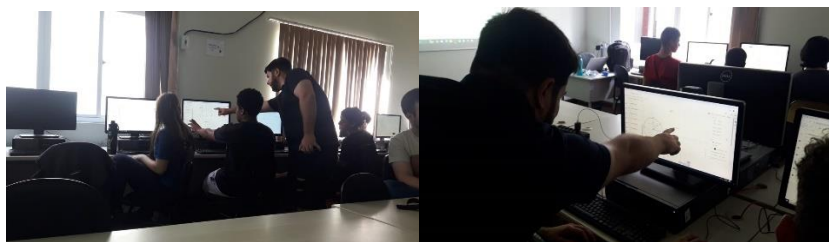
A oficina foi aplicada em três momentos distintos, atendendo públicos variados, o que proporcionou uma ampla base de materiais para análise. No entanto, a pesquisa concentrou-se nos estudantes do 4° ano do IFRS, uma vez que seu desenvolvimento era voltado especificamente para esse grupo. A intenção foi investigar se os alunos conseguiam realizar a atividade proposta, identificar seu nível de interesse e compreender quais desafios enfrentaram ao longo do processo, se foi com a tecnologia ou com os conceitos de trigonometria, se conseguem fazer a construção e refletir e depois realizar as questões.

5. ANÁLISE DOS DADOS E PROPOSTA

Este trabalho contou com uma ampla coleta de dados durante seu desenvolvimento, mas nossa análise focará em duas turmas do 4º ano do Ensino Médio do IFRS – *Campus* Osório: a turma 01, composta por 15 alunos, e a turma 02, com 12 alunos. A oficina foi realizada na reta final do ano letivo, quando os estudantes já haviam recebido suas notas e estavam liberados, de modo que a participação não lhes concedeu nenhum tipo de benefício em termos de avaliação, o que considero um aspecto importante a ser levado em consideração.

Um dos aspectos avaliados foi a frequência dos alunos na oficina, realizada ao longo de dois dias. Verificamos se os estudantes estiveram presentes no primeiro dia e se retornaram no segundo. Também vale destacar que esses alunos não tiveram aulas presenciais de trigonometria, tendo a maior parte do conteúdo sido ministrada a distância em função da pandemia. Com exceção de dois alunos – um que estava de atestado e o outro que se preparava para o vestibular que ocorreria no final de semana – todos os estudantes assíduos compareceram em ambas as sessões, demonstrando interesse pela oficina e evidenciando que o uso do *software* GeoGebra e do círculo trigonométrico captou efetivamente a atenção deles. Conforme observam Bona, Lucchesi e Fioreze (2021, p. 176), “[...] o quanto mobilizar os estudantes com atividades inovadoras desperta a curiosidade de aprender”.

Figura 2: Os estudantes presentes na oficina



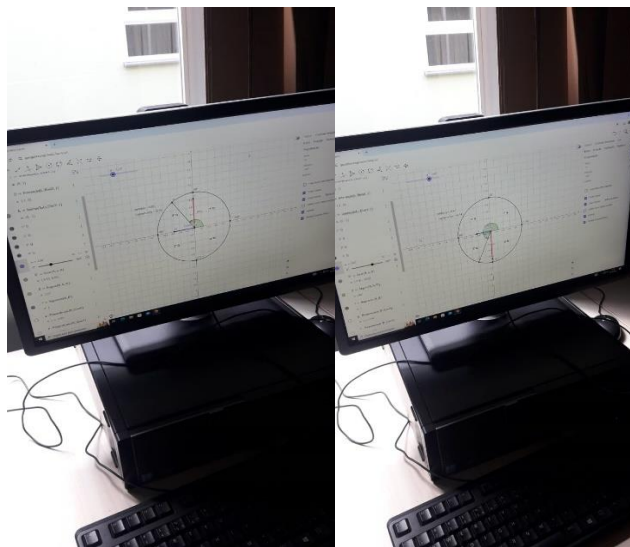
Fonte: O autor

A utilização do *software* GeoGebra nas duas turmas ocorreu de maneira intuitiva, facilitando a criação e o acesso às contas, o que contribuiu positivamente para o andamento da atividade. Destaca-se também que o aluno At² demonstrou autonomia ao conseguir fazer o controle deslizante se mover por

² Nome fictício do participante.

conta própria, explorando as ferramentas disponibilizadas pelo *software*.

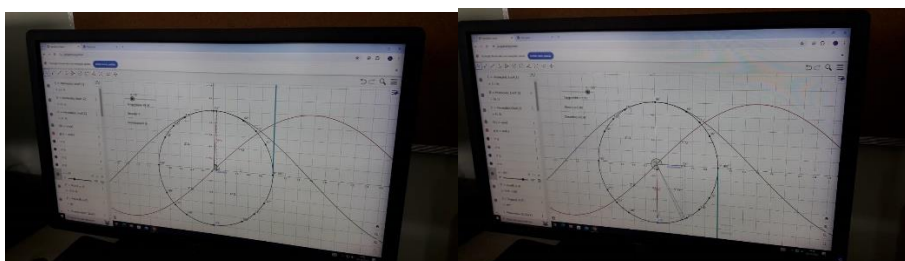
Figura 3: Construção: Controle deslizante movendo sozinho



Fonte: O autor

Outro aspecto positivo foi a atuação do estudante Av³, que construiu funções juntamente com o círculo trigonométrico, permitindo visualizar como as funções se manifestavam na circunferência até aquele ponto.

Figura 4: Função no círculo trigonométrico.



Fonte: O autor

Além disso, essa abordagem prática evidencia como o uso de ferramentas tecnológicas pode facilitar a compreensão de conceitos matemáticos abstratos.

Hoje, com os recursos tecnológicos interativos e dinâmicos, temos um ganho de compreensão, proporcionado pelas representações agora acessíveis por meio desses ambientes. Os recursos tecnológicos e a possibilidade de representação e manipulação de objetos matemáticos abrem novas possibilidades para o pensamento matemático (Basso e Notare, 2015, p. 03).

³ Nome fictício do participante

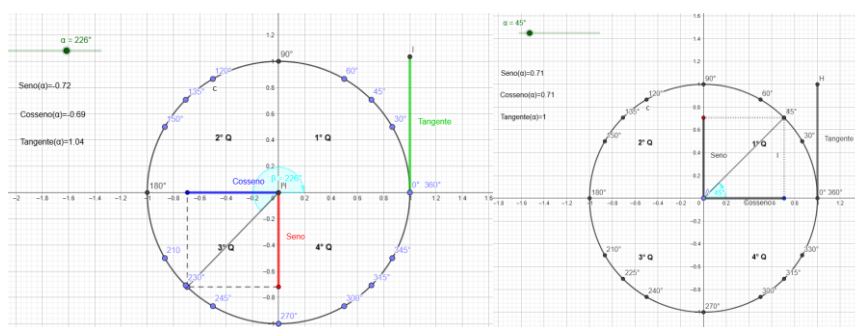
Quando demonstramos como fazer o controle deslizante funcionar, atingimos um dos pontos culminantes da atividade. Foi impressionante ver a empolgação dos alunos, acompanhada de comentários como: "Agora, sim, professor, começou a magia do GeoGebra."

Nesse momento o GeoGebra mostrou a sua força para os estudantes, e assim dando uma empolgação, sendo que eles nem perceberam que estavam estudando trigonometria. De acordo com eles tudo estava fazendo sentido, contribuindo com o que afirmam Gravina e Basso (2012), pois "os *softwares* disponíveis hoje em dia podem proporcionar um valioso trabalho de construção do conhecimento matemático, desde que as atividades sejam elaboradas com o objetivo de engajar os alunos em um processo de superação de desafios [...]"

Um dos aspectos que mais despertou o interesse dos alunos foi a personalização do círculo, permitindo que cada construção se tornasse única desde as versões mais simples até aquelas inteiramente customizadas com cores vibrantes para atrair a atenção. Alguns estudantes chegaram a questionar qual cor usar, enquanto outros já haviam escolhido sua cor favorita e não abriam mão dela. Normalmente, esse detalhe não recebe muita atenção no planejamento da atividade, mas acabou se destacando consideravelmente entre os alunos.

Além disso, essa experiência abre espaço para refletir sobre a importância de proporcionar autonomia criativa nos processos de aprendizagem, incentivando os estudantes a explorarem suas preferências e criando um ambiente de ensino mais dinâmico e envolvente.

Figura 5: Comparação de personalização



Fonte: O autor

Um dos pontos importantes foi que, em ambos os dias, os estudantes se mantiveram totalmente engajados, aproveitando as oportunidades tecnológicas, como salvar arquivos no Drive, recuperar construções iniciadas e realizar outras

operações similares, o que despertou curiosidade inclusive nos alunos de informática.

Outro aspecto relevante foi a atenção dedicada à compreensão da lógica da construção, acompanhada pelo projetor enquanto o GeoGebra demonstrava as operações propostas pelo professor. Cada aluno adotou sua própria abordagem, seguindo o ritmo do processo alguns progrediram mais rapidamente, enquanto outros seguiram um ritmo mais pausado, mas igualmente eficiente. Destaca-se ainda que a estudante com baixa visão ajustou a visualização para 150% e acompanhou a atividade normalmente, demonstrando a efetividade dos recursos inclusivos.

Os estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) demonstraram atenção e envolvimento, encantados com a atividade, estavam focados em ouvir as explicações do professor e imediatamente colocar em prática o que era apresentado, sem necessidade de observar constantemente o que os colegas faziam. Esse comportamento ressalta a beleza da proposta de educação inclusiva, que permite que cada aluno participe de forma ativa, respeitando seus próprios ritmos e formas de aprendizado.

Isso evidencia que a atividade foi naturalmente inclusiva, permitindo que cada estudante seguisse seu próprio ritmo sem pressões para acelerar ou desacelerar o aprendizado. Essa abordagem respeitosa e flexível não apenas favoreceu a compreensão do conteúdo, mas também contribuiu para um ambiente de aprendizado mais confortável e estimulante para todos.

O estudante Ag⁴ apresentou diversas dificuldades ao longo do processo, constantemente solicitando auxílio seja do professor ou dos colegas. No entanto, o que se destacou foi sua determinação e interesse genuíno pela atividade. Mesmo diante de várias dúvidas, ele as enfrentou com empenho e, ao final, conseguiu concluir sua construção.

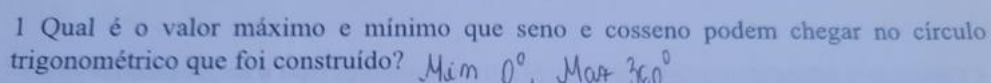
Essa postura evidencia a importância da persistência no aprendizado, mostrando que, independentemente das dificuldades iniciais, o engajamento e a disposição para buscar ajuda podem levar à superação dos desafios. Esse tipo de atitude fortalece a autonomia do estudante e demonstra que a atividade conseguiu despertar seu interesse de forma significativa.

⁴ Nome fictício do participante.

Todos os alunos finalizaram suas construções e as enviaram por e-mail, permitindo confirmar que cada um desenvolveu a atividade à sua maneira, mas todos chegaram ao resultado final esperado. Isso demonstra que a proposta atingiu seu objetivo até aquele momento, embora alguns estudantes tenham realizado a tarefa com mais facilidade, enquanto outros enfrentaram dificuldades ao longo do processo, seja tanto na questão de utilizar as ferramentas quando na parte da trigonometria. Esse é o link <https://www.geogebra.org/classic/xyysnjec> de uma construção realizada por um estudante durante a oficina.

Após concluírem as construções, passamos para a lista de exercícios, na qual os alunos deveriam utilizar suas criações como referência para responder. A primeira questão revelou-se simples, permitindo que a maioria respondesse com facilidade. Apenas quatro estudantes da turma 01 que erraram a questão e um aluno da turma 02 não respondeu, sendo que, no caso deste último, pode ser que tenha esquecido ou não notado a questão.

Figura 6: Questão 01 da atividade.



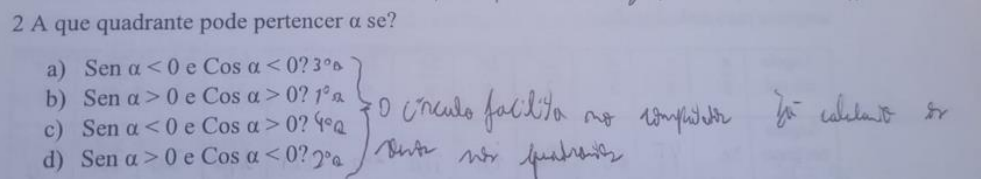
1 Qual é o valor máximo e mínimo que seno e cosseno podem chegar no círculo trigonométrico que foi construído? *Mim 0°, Max 360°*

Fonte: O autor

A estudante acabou confundindo a questão e respondeu indicando o mínimo e o máximo dos ângulos do círculo em graus, sem realizar a análise dos valores de seno e cosseno conforme solicitado.

O desempenho dos estudantes na questão 2 foi excelente, com 100% de acertos! Isso demonstra que a compreensão sobre os quadrantes no círculo trigonométrico foi bem assimilada, tornando-se um verdadeiro sucesso na atividade.

Figura 7: Questão 02 da atividade.



2 A que quadrante pode pertencer α se?

- a) $\text{Sen } \alpha < 0$ e $\text{Cos } \alpha < 0$? 3ºa
- b) $\text{Sen } \alpha > 0$ e $\text{Cos } \alpha > 0$? 1ºa
- c) $\text{Sen } \alpha < 0$ e $\text{Cos } \alpha > 0$? 4ºa
- d) $\text{Sen } \alpha > 0$ e $\text{Cos } \alpha < 0$? 2ºa

O círculo facilita no computador já calcula os sinais nos quadrantes

Fonte: O autor

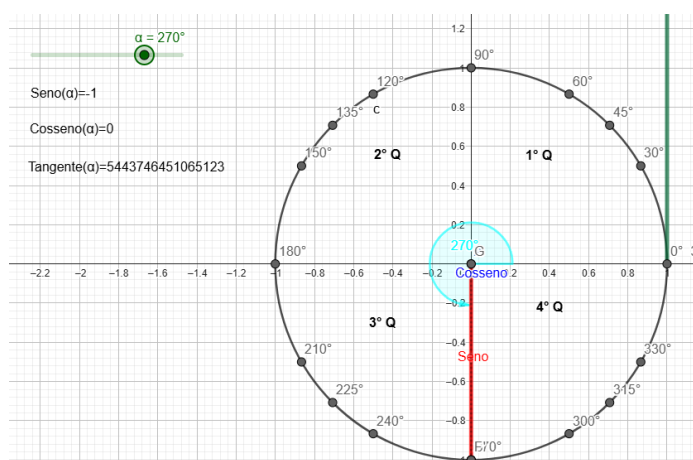
O estudante Aa destacou que o círculo trigonométrico foi fundamental

para resolver a questão, pois o *software* fornecia automaticamente os valores de seno e cosseno. Assim, bastava observar em qual quadrante a resposta se encaixava.

A questão 03 teve 100% de acertos, mas o aspecto mais interessante foi a discussão que emergiu na turma 02. Os estudantes perceberam que, ao calcular a tangente de 270° no GeoGebra, o *software* exibia um valor extremamente alto. Movidos pela curiosidade, decidiram pesquisar sobre o assunto e concluíram que se tratava de um erro de programação.

Por outro lado, na turma 01, ninguém questionou o resultado apresentado, apenas copiaram o número sem aprofundar a análise. Esse contraste entre as turmas revela diferentes abordagens diante de uma inconsistência matemática: enquanto alguns estudantes investigaram ativamente a questão, outros aceitaram passivamente o valor fornecido pelo *software*. Esse tipo de situação reforça a importância de estimular o pensamento crítico no aprendizado, incentivando os alunos a questionarem os resultados e explorarem conceitos matemáticos com autonomia.

Figura 8: Erro na tangente 270°



Fonte: O autor

Nas questões seguintes, os estudantes da turma 02 responderam todas corretamente e com facilidade. Na turma 01, a maioria também conseguiu resolver as questões sem grandes dificuldades, exceto três alunos que deixaram em branco as questões 04 e 07. Curiosamente, esses mesmos alunos já haviam apresentado dificuldades na questão 01, evidenciando um certo desafio na compreensão da trigonometria.

A análise do desempenho das turmas revela diferenças marcantes na

abordagem e no engajamento com a atividade. A turma 02 demonstrou um alto nível de colaboração e domínio do conteúdo, ajudando-se mutuamente ao longo do processo e absorvendo rapidamente os conceitos de trigonometria. Esse espírito de cooperação certamente contribuiu para o sucesso da turma na realização da atividade.

Por outro lado, a turma 01 apresentou mais dificuldades, tanto na construção quanto na utilização das ferramentas, além de alguns alunos terem mostrado desafios específicos com o conteúdo. Esses padrões sugerem que estratégias diferenciadas de apoio podem ser úteis, como revisões direcionadas ou atividades práticas adicionais para reforçar a compreensão.

De modo geral, os estudantes demonstraram dificuldades com as medidas dos ângulos em graus e radianos. Embora possuísem uma compreensão visual dos conceitos, não dominavam suas definições formais, mas que ao longo da oficina foi respondido aos poucos, o que chamou bastante a atenção, já que não era uma dúvida de alguns alunos, mas de todos no geral.

Ao final da oficina, foi disponibilizado um link para um formulário, cuja resposta não era obrigatória, mas seria útil para coleta de informações. No total, 24 alunos decidiram participar, contribuindo com suas percepções sobre a atividade.

Figura 9: Respostas formulário 1

Achou interessante utilizar o GeoGebra para a construção do círculo trigonométrico? Justifique a sua resposta.

24 respostas

seno, cosseno e tangente no círculo trigonométrico.

Sim! Eu sabia que o geogebra tinha essas funcionalidades mas nunca tinha aprendido como montar algo dinâmico no software.

Sim, ele possui várias ferramentas que ajudam a ter uma visualização mais precisa dos valores, e pode ser usado para outras aulas também.

Sim, bem diferente e interessante

Sim, muito mais prático

Achei! Foi bom ter uma representação facilitada e responsiva

Sim, facilita a visualização das funções de forma interativa, tornando o entendimento mais intuitivo e prático.

Sim, ele facilita a visualização da matemática envolvendo os planos cartesianos.

O feedback dos estudantes foi unânime: todos que dedicaram um tempo para responder ao formulário consideraram interessante a utilização do GeoGebra com o círculo trigonométrico. Esse retorno positivo reforça a eficácia da abordagem e demonstra o impacto que a ferramenta teve no aprendizado,

tornando os conceitos mais acessíveis e envolventes.

Figura 10: Resposta formulário 2

A construção no software GeoGebra facilitou a visualização do seno, cosseno e tangente no círculo trigonométrico?

24 respostas

Sim, com certeza, tendo em vista que é uma forma interativa do círculo trigonométrico que tem na nossa sala de matemática no bloco C.

Sim

Sim e muito, ajudou ainda a perceber a relação que certos ângulos possuem com outros.

Sim, pois acredito que facilitará a resolução de questões que envolvam trigonometria.

Sim, facilitou.

Sim.

Sim

Facilitou muito!

Sim, e de maneira didática.

Fonte: O autor

O resultado dessa questão reforça o impacto positivo da utilização do *software* no aprendizado dos estudantes. Todos os que responderam concordaram que o GeoGebra facilitou a visualização dos valores de seno, cosseno e tangente no círculo trigonométrico, cada um apresentando uma justificativa única. Esse retorno demonstra que a ferramenta contribuiu significativamente para a compreensão dos conceitos, tornando-os mais acessíveis e intuitivos. Além disso, evidencia o papel da tecnologia como aliada no ensino da matemática, proporcionando uma experiência visual e interativa que fortalece o aprendizado.

6. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como propósito de responder à seguinte questão: Como engajar a construção do círculo trigonométrico no *software* GeoGebra para provocar/proporcionar um desenvolvimento ou desmistificação a trigonometria?

Com base nas análises realizadas, podemos concluir que a proposta foi cumprida com êxito, evidenciado pelo engajamento dos estudantes na atividade, apesar de ter sido dividida em dois dias, todos retornaram para concluir a construção, demonstrando interesse e envolvimento ao longo do processo.

Segundo os relatos dos estudantes, a atividade foi bastante interessante para eles, permitindo uma nova forma de visualizar a trigonometria. A questão dos ângulos, em particular, gerou grande atenção e discussão, indicando que o uso do GeoGebra contribuiu significativamente para a compreensão desses conceitos de maneira mais acessível e intuitiva.

Por meio da atividade, os estudantes compreenderam os conceitos matemáticos de maneira prática e intuitiva, rompendo com a cultura de que a matemática é uma disciplina difícil. Essa abordagem transformou a percepção dos alunos, fazendo com que eles reorganizassem seu olhar sobre o próprio processo de aprendizagem e passassem a encará-lo de forma mais positiva e ativa.

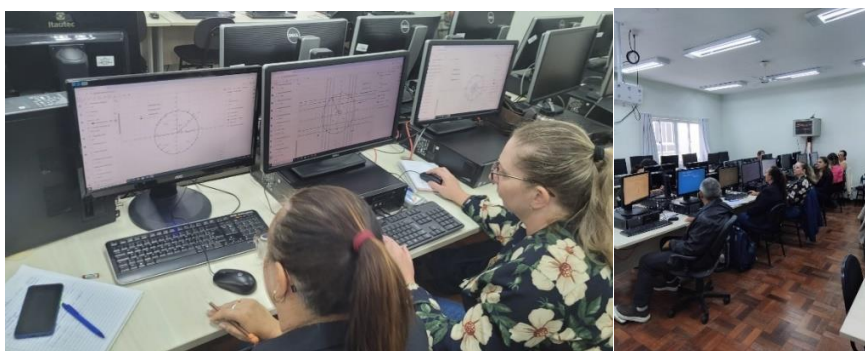
Segundo Gravina e Basso (2012), o GeoGebra se mostra uma ferramenta eficaz na construção do conhecimento matemático entre os estudantes do 4º ano, além de ter gerado resultados positivos em outras aplicações. Isso evidencia o impacto significativo da pesquisa, reforçando o valor da tecnologia no ensino.

As tecnologias permitem a construção e o entendimento de conceitos matemáticos de formas diversas e inovadoras. Utilizando ferramentas como o GeoGebra, por exemplo, não apenas o círculo trigonométrico pode ser construído, mas também pode servir como base para explorar outros conceitos matemáticos. Em aulas ou pesquisas futuras, uma proposta interessante seria realizar novas construções que integrem conceitos adicionais como funções, transformações geométricas ou relações algébricas ao círculo trigonométrico. Essa abordagem ampliaria o olhar dos alunos sobre a disciplina, demonstrando que a matemática pode ser aplicada e compreendida sob diferentes perspectivas, rompendo com a ideia de que ela é realmente difícil. Dessa forma,

o estudante passa a ter um processo de aprendizagem mais interativo, autônomo e motivador, possibilitando a construção de um conhecimento mais sólido e significativo.

Na aplicação com os professores, a única modificação foi a inclusão de uma questão na lista de exercícios. Ainda assim, a atividade despertou grande entusiasmo, levando três docentes a procurarem a coordenadora do evento para obter o roteiro e aplicá-lo com seus próprios alunos, esse material está no apêndice (C). Isso mostra que a oficina teve um impacto para esses professores da rede pública.

Figura 11 – Oficina com os professores



Na sua primeira versão, bem mais simplificada, a atividade foi realizada com estudantes do 2º ano do ensino médio da rede pública. O projeto resultou na apresentação no CBIE 2023 (XII Congresso Brasileiro de Informática na Educação) e na publicação de um artigo nos Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE) (Anexo B). Apesar de apresentar diversas falhas, a iniciativa teve resultados positivos, embora, nessa etapa inicial, não tenha incluído a aplicação de uma lista de exercícios ao final da construção.

O espaço de criação que os professores possuem para desenvolver suas próprias aulas é fundamental para inovar e adaptar o ensino às necessidades reais dos alunos. Quando os docentes têm essa liberdade, podem experimentar diferentes abordagens, incorporar tecnologias e elaborar atividades práticas que despertam a curiosidade e o interesse dos estudantes. Essa autonomia na construção do conhecimento torna o processo de aprendizagem mais significativo e envolvente.

Como estudante e futuro professor, pude vivenciar na prática a importância desse espaço criativo. Ao elaborar minhas próprias aulas, percebi

que, ao criar atividades interativas e contextualizadas, os alunos passam a ver a matemática não apenas como uma disciplina difícil, mas como um campo de descobertas e experiências transformadoras. Essa abordagem estimula o gosto por aprender, pois transforma a sala de aula em um ambiente dinâmico e acolhedor, no qual o aluno participa ativamente do processo de construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS

BASSO, M.; RODRIGUES NOTARE, M. Pensar-com Tecnologias Digitais de Matemática Dinâmica. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 13, n. 2, 2015. DOI: 10.22456/1679-1916.61432. Disponível <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/61432>. Acesso em: 5 jun. 2023.

BESSA, K. P. Dificuldades de aprendizagem em matemática na percepção de professores e alunos do ensino fundamental. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática)–Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2007.

BICUDO, M. A. V.. A pesquisa em educação matemática: a prevalência da abordagem qualitativa. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 5, p. 15-26, 2012.

BONA, Aline Silva de; LUCCHESI, Ivana Lima; FIOREZI, Leandra Anversa. A potencialização de estratégias de ensino durante o período de pandemia do coronavírus. In: FIOREZE, Leandra Anversa; HALBERSTADT, Fabrício Fernando (Orgs.). Aprendizagens e Vivências no Ensino de Matemática em tempos de pandemia. Porto Alegre: Fi, 2021.

BORBA, M. C. Informática e Educação Matemática. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Curricular Comum. Brasília: MEC/SEF, 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: Matemática. Brasília: MEC / SEF, 1998.

GIL, Antônio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa - 5° ed.- São Paulo: Atlas, 2010.

GRAVINA, Maria Alice; BASSO, Marcus Vinicius de Azevedo. Mídias Digitais na Educação Matemática. In: GRAVINA, Maria Alice et al (Org.). Matemática, mídias digitais e didática: tripé para formação de professores de matemática. Porto Alegre: Evangraf, 2012.

MASOLA, W. D. J. Dificuldades de aprendizagem matemática: algumas reflexões. P. 52-67, 2019.

MELO, Enaldo Vieira de; FIREMAN, Elton Casado. **Ensino e aprendizagem de funções trigonométricas por meio do software Geogebra aliado à modelagem matemática.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v.7, n.5, p. 12-30, 2016.

NEIDE, I. G.; QUARTIERI, M. T. Recursos Tecnológicos nos processos de ensino e de aprendizagem da matemática e da física. In: DULLIUS, Maria Madalena; QUARTIERI, Marli Teresinha (Org.). **Aproximando a Matemática e a Física por meio de recursos tecnológicos: Ensino Médio**. Lajeado: Ed. Da Univates, 2016. p. 9-14. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325975821_Recursos_tecnologicos_nos_processos_de_ensino_e_de_aprendizagem_da_matematica_e_da_fisica. Acesso: 13 de setembro 2022.

NOTARE, M. R.; BASSO, M. V. de A. Tecnologia na Educação Matemática: Trilhando o Caminho do Fazer ao Compreender. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 3, 2012. DOI: 10.22456/1679-1916.36459. Disponível <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/36459>. Acesso em: 01 mar. 2025.

PACHECO, Marina Buzin; ANDREIS, Greice da Silva Lorenzetti. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, João Pessoa, n. 38, p. 105-119, fev. 2018. ISSN 2447-9187. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1612>>. Acesso em: 10 Out. 2023. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n38p105-119>.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação. Referenciais Curriculares do Estado do Rio Grande do Sul: Matemática e suas Tecnologias. Porto Alegre: SE/DP, 2009

SALAZAR, D.M. GeoGebra e o Estudo das Funções Trigonométricas no Ensino médio. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Universidade Federal de Juiz de Fora. 2015.

SCALDELAI, D. O software GeoGebra. In: BASNIAK, Maria Ivete; ESTEVAM, Everton José Golgoni (Orgs.). O GeoGebra e a Matemática da Educação Básica: frações, estatística, círculo e circunferência. Curitiba: Ithala, 2014. p. 13-23.

SILVA, Giulia Gonçalves da. Um conjunto de atividades investigativas) de função afim ancoradas no modelo híbrido. Trabalho de Conclusão de Curso. Osório, RS: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Osório, 2023.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A

1 Qual é o valor máximo e mínimo que seno e cosseno podem chegar no círculo trigonométrico que foi construído?

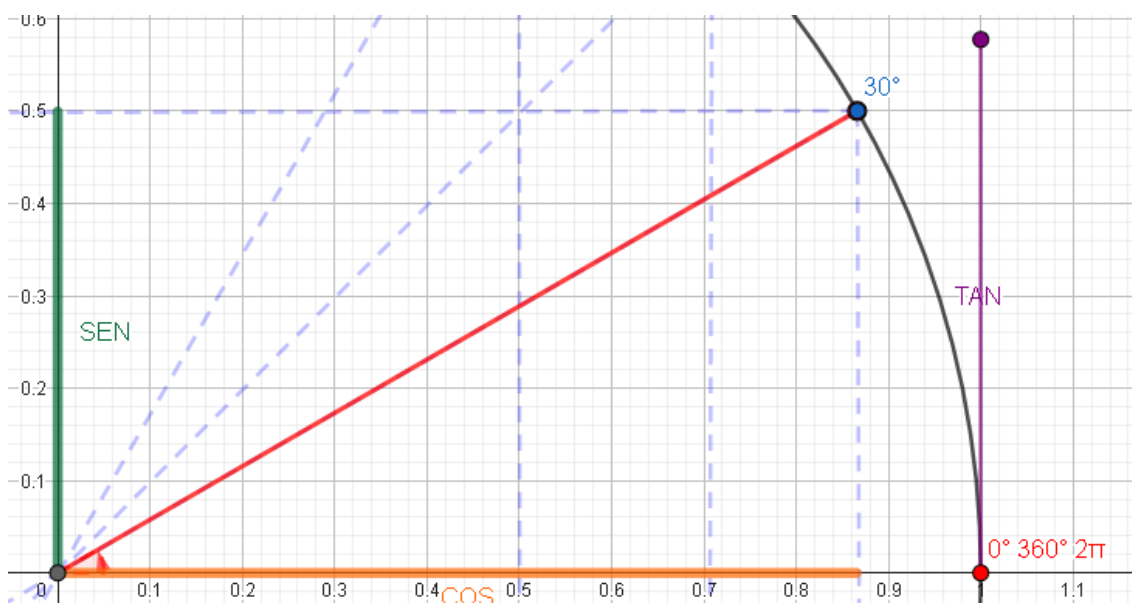
2 A que quadrante pode pertencer α se?

- a) $\text{Sen } \alpha < 0$ e $\text{Cos } \alpha < 0$?
- b) $\text{Sen } \alpha > 0$ e $\text{Cos } \alpha > 0$?
- c) $\text{Sen } \alpha < 0$ e $\text{Cos } \alpha > 0$?
- d) $\text{Sen } \alpha > 0$ e $\text{Cos } \alpha < 0$?

3 Utilize seu círculo trigonométrico construído no GeoGebra, para localizar os arcos e verifique os valores do seno, cosseno e tangente de cada ângulo.

Ângulo em rad/grau	$0/(0^\circ)$	$\frac{\pi}{2}/(90^\circ)$	$\pi/(180^\circ)$	$\frac{3\pi}{2}/(270^\circ)$	$2\pi/(360^\circ)$
Seno					
Cosseno					
Tangente					

4 Observando a figura abaixo, pode-se visualizar o seno, o cosseno e a tangente no círculo trigonométrico. Como podemos relacionar o valor da tangente em função de seno e cosseno? Explique seu raciocínio.



5 Complete a tabela abaixo com os valores correspondentes para seno, cosseno e tangente para cada ângulo.

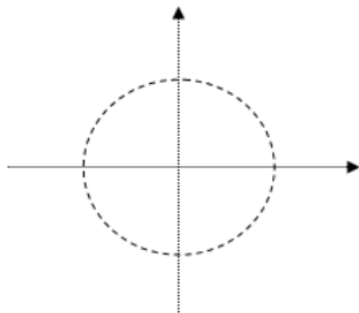
Ângulo em rad	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{3\pi}{4}$	$\frac{5\pi}{6}$	$\frac{7\pi}{6}$	$\frac{5\pi}{4}$	$\frac{4\pi}{3}$	$\frac{5\pi}{3}$	$\frac{7\pi}{4}$	$\frac{11\pi}{6}$
Ângulo em graus												
Seno												
Cosseno												
Tangente												

a) Você observou alguma relação entre os valores obtidos para seno, cosseno e tangente dos ângulos, quais?

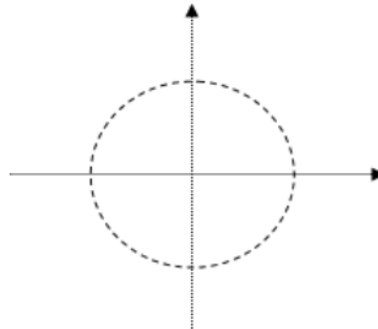
b) Como você explicaria isso?

6 Nos círculos trigonométricos a seguir indique o sinal, em cada quadrante da função trigonométrica:

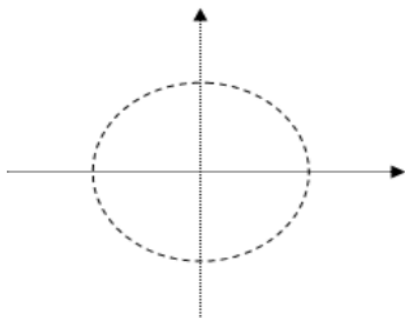
A) Seno



B) Cosseno



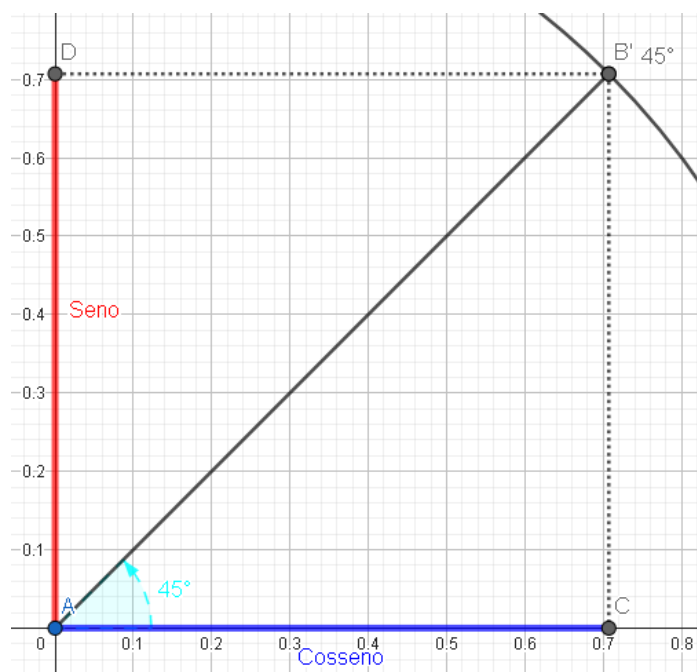
C) Tangente



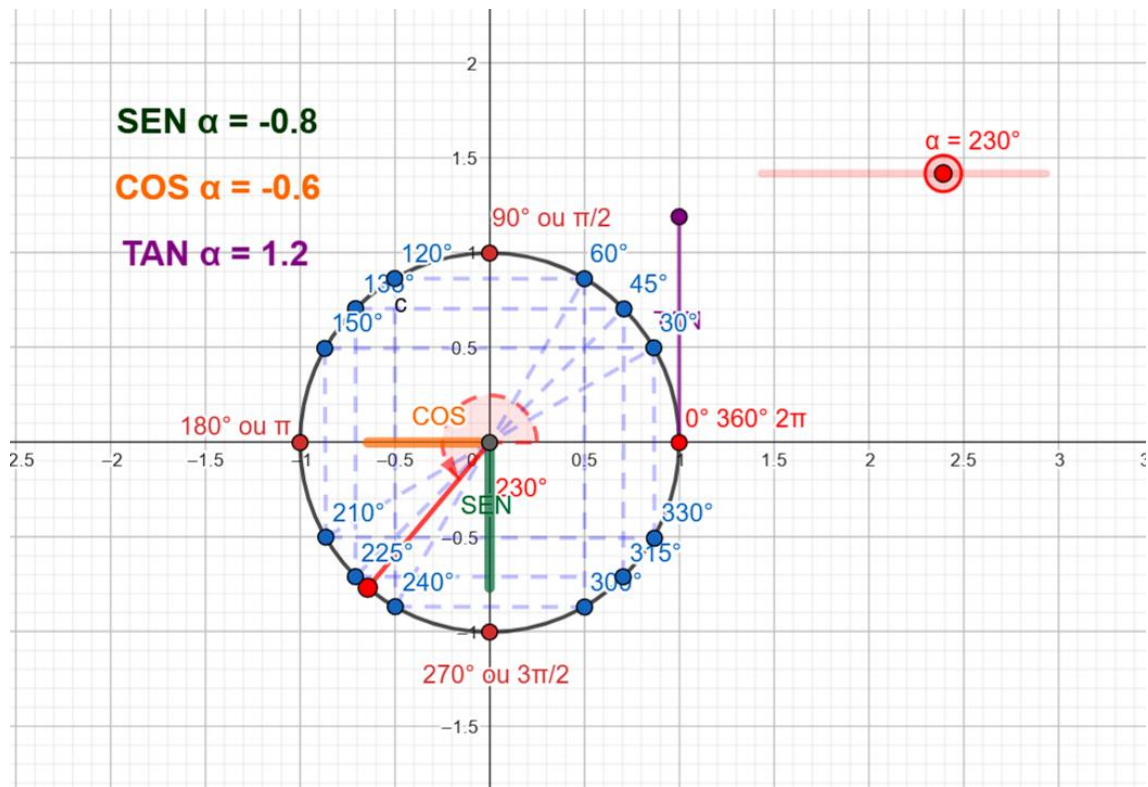
7 Observando a figura a seguir, retirada do círculo trigonométrico que você acabou de construir, é possível observar um triângulo retângulo, que relaciona os valores de seno e cosseno. (Dica: Utilize o círculo construído para auxiliar)

a) Que relação é essa?

b) Explique seu pensamento matematicamente.



APÊNDICE B



APÊNDICE C

Tutorial: Construindo o Círculo Trigonométrico no GeoGebra

Passo 1: Preparação e Acesso ao GeoGebra

Acesse o GeoGebra Classic:

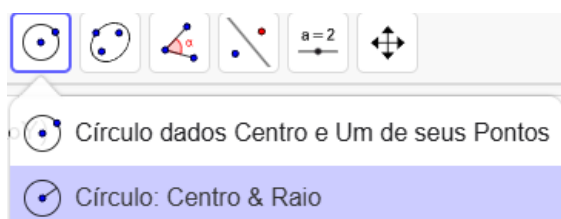
Entre em GeoGebra Classic no seu navegador ou abra o aplicativo instalado em seu dispositivo.

Criação de Conta:

Crie uma conta no GeoGebra para que sua construção possa ser salva e posteriormente acessada.

Desenho da Circunferência:

Utilize a ferramenta “Círculo com centro e raio”.



Clique no ponto (0,0) para definir o centro da circunferência e, ao definir o raio, insira o valor desejado (por exemplo, 1, se você estiver construindo uma circunferência unitária).

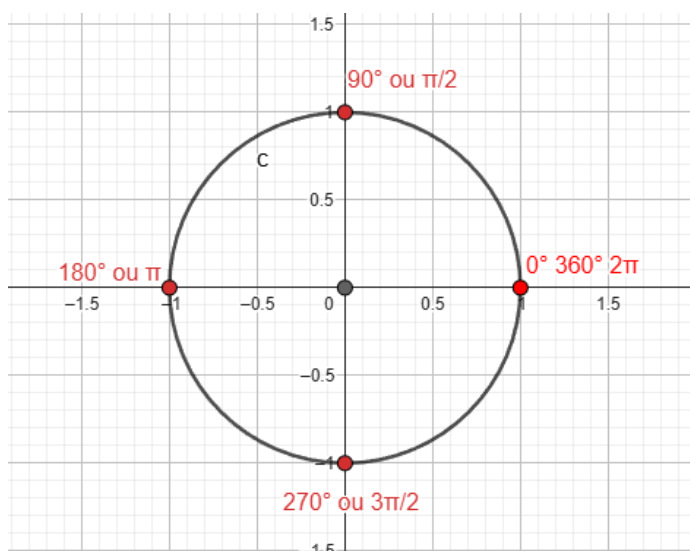
Após a construção do círculo, ele pode aparecer em duas formas em graus ou radianos. (Explicar para os estudantes)

O círculo trigonométrico começa em “zero” e vai para o sentido anti-horário.

Passar a informação sobre $\pi \text{ rad} \approx 180^\circ$

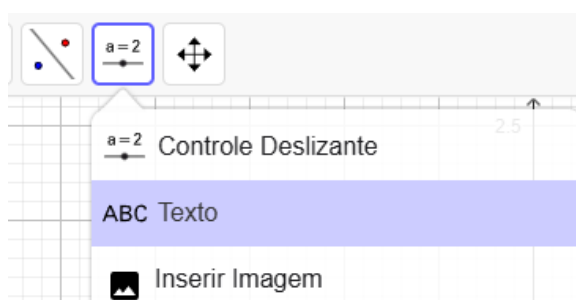
Através da ferramenta ponto ir colocando os pontos 0° , 90° , 180° , 270° e 360° .





Então todas essas informações que estão em graus, podemos alterar para radianos e devem ser associados em radianos.

Identificar os quadrantes, e usar a ferramenta Texto e marcar os quadrantes.



Agora colocar o controle deslizante no círculo.

Criando o nosso controle deslizante $\alpha = 45^\circ$



Controle Deslizante

Nome

 $\alpha = 45^\circ$
 Número
 Ângulo
 Inteiro

Intervalo

Controle Deslizante

Animação

min

max

Incremento

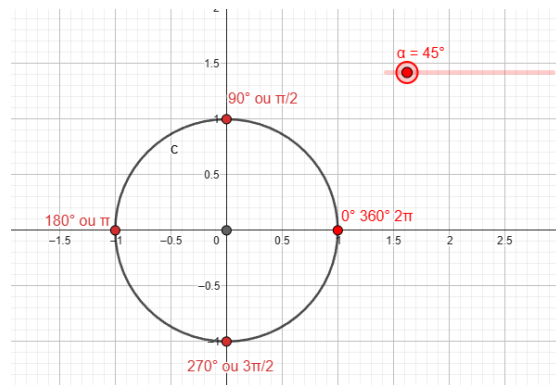
0°

360°

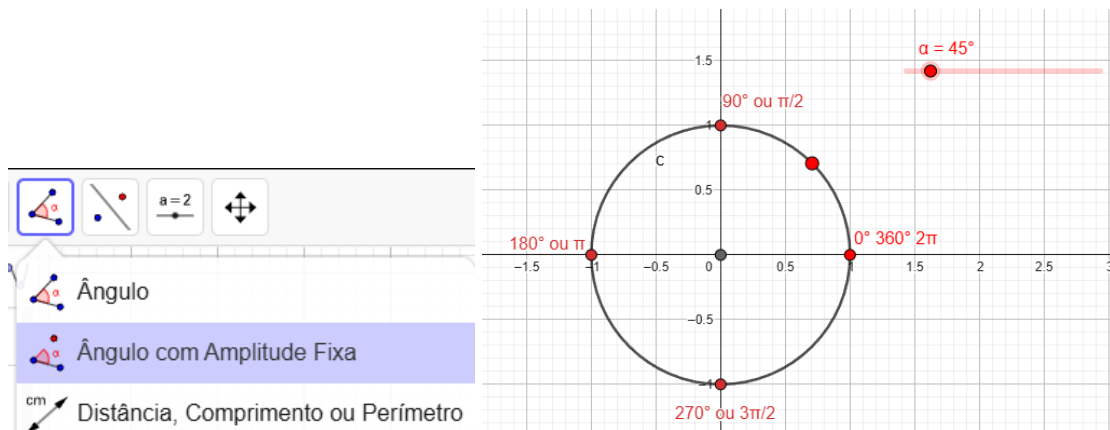
1°

CANCELAR

OK

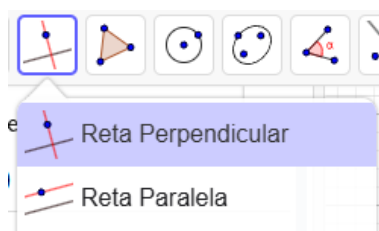


Agora utilizando a ferramenta ângulo com amplitude fixa para criar um ângulo móvel. Após o ângulo formado, vamos fazer um segmento de reta para facilitar a visualização.

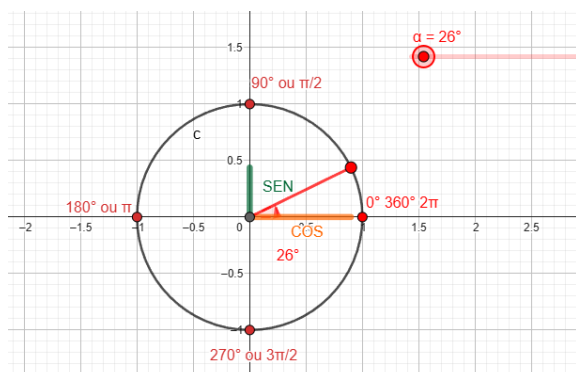


Nesse momento, vamos construir retas perpendiculares, selecione a ferramenta:

Reta perpendicular.



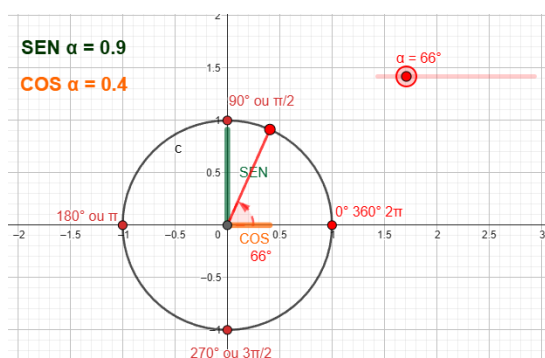
E assim fazemos o seno e cosseno, e podemos personalizar.



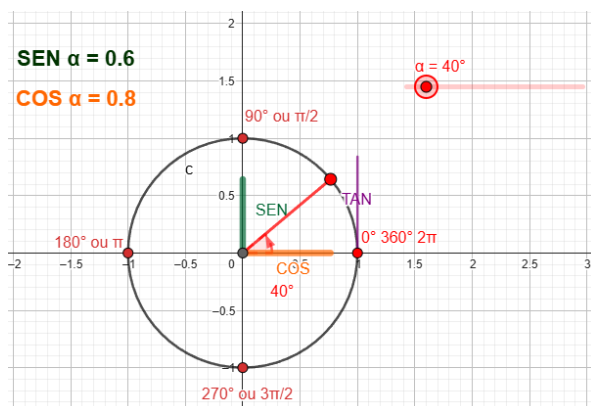
E na caixa de entrada:

“Seno(α)=” + (Y (Ponto criado))

“Cosseno (α)=” (X (Ponto criado))

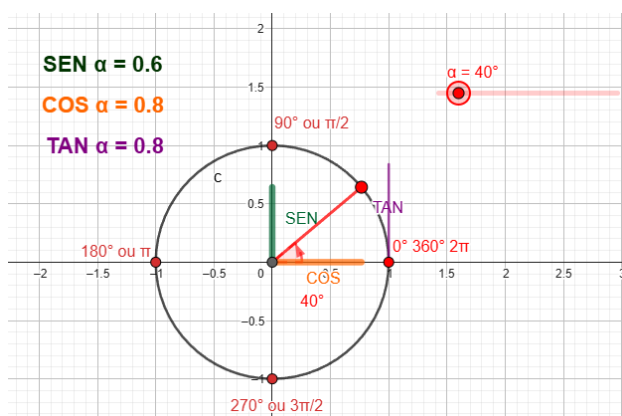


Agora construir a tangente, criar uma reta perpendicular ao eixo X no ponto criado, após isso criar uma reta entre os pontos A e B', fixar o ponto de encontro com o comando “ponto de intersecção entre dois objetos”.

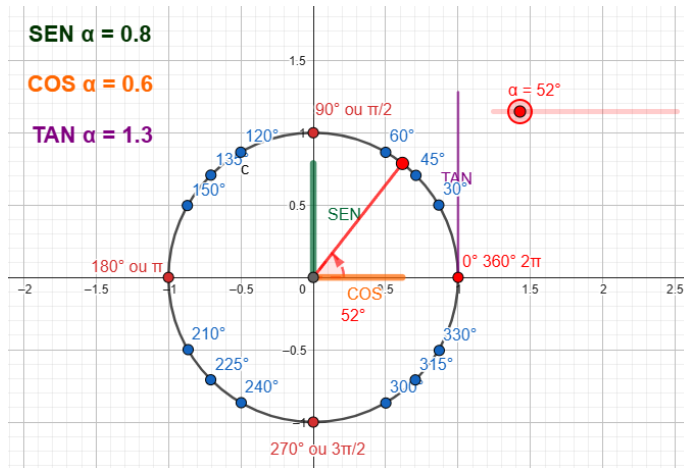


Na caixa de entrada:

“Tangente (α)=” + (Y (Ponto criado))



Agora construir os ângulos notáveis no primeiro quadrante e depois utilizar a redução ao primeiro quadrante para os demais ângulos e assim finalizar a construção.



ANEXO A

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO
SUL – IFRS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPPI
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a):

Você está sendo convidado(a) para participar do projeto de pesquisa intitulado: “Explorando o universo da trigonometria com o software GeoGebra: Construção do Círculo Trigonométrico”. Este projeto está vinculado ao Curso de Licenciatura em Matemática do Campus Osório do Instituto Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a conclusão (TCC). Nessa pesquisa pretendemos aplicar uma sequência didática de trigonometria utilizando o software GeoGebra e analisar o desenvolvimento dos alunos durante a aplicação da sequência, identificando possíveis melhorias no entendimento e na aplicação dos conceitos trigonométricos.

A pesquisa será feita no/a INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL – CAMPUS OSÓRIO, através de observações e questionário, que poderá ser gravada e/ou filmada, após sua autorização. Para a coleta de dados será utilizado folha em papel A4 com questões a atividade e um questionário pela plataforma Google Forms.

=====

=====

Fui alertado (a) que este estudo apresenta risco mínimo para mim (a), isto é, cansaço ou aborrecimento ao responder o questionário, desconforto por não conseguir responder alguma questão, assim como a remota possibilidade da quebra do sigilo, mesmo que de forma involuntária e não intencional como na perda ou roubo de documentos, computadores ou dispositivos de armazenamento, e acesso de terceiros aos dados por meio de invasão digital. Caso isso ocorra, serei encaminhado(a) para os órgãos responsáveis e de apoio, a fim de receber o acompanhamento necessário. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida, poderei realizar o contato imediato com um dos pesquisadores responsáveis pelo estudo que fornecerá os esclarecimentos necessários.

Foi destacado que a minha participação no estudo é de extrema importância, uma vez que se espera para analisar a importância da utilização do software GeoGebra para o ensino de trigonometria no ensino médio.

Estou ciente e me foram assegurados os seguintes direitos:

- da liberdade de retirar o consentimento, a qualquer momento, e que poderei deixar de participar do estudo, sem que isso me traga prejuízo de qualquer ordem;
- da segurança de que não serei identificado (a) e que será mantido caráter confidencial das informações relacionadas à minha privacidade;
- do compromisso de ter acesso às informações em todas as etapas do estudo, bem como aos resultados, ainda que isso possa afetar meu interesse em continuar participando da pesquisa;
- de que não haverá nenhum tipo de despesa ou ônus financeiro relacionada com a participação nesse estudo;
- de que tenho direito a compensação material relativas às minhas despesas e de meu acompanhante com relação à transporte e alimentação, caso esses gastos sejam demandados durante a minha participação no estudo
- de que não está previsto nenhum tipo de procedimento invasivo ou coleta de material biológico;
- de que posso me recusar a responder qualquer pergunta que julgar constrangedora ou inadequada.
- de que serão mantidos todos os preceitos ético-legais durante e após o término da pesquisa, de acordo com a Resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde;

Eu _____, portador do documento de identidade ou CPF _____, aceito participar da pesquisa intitulada: “Explorando o universo da trigonometria com o software GeoGebra: Construção do Círculo Trigonométrico”. Fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada, bem como sobre a metodologia que será adotada, sobre os riscos e benefícios envolvidos. Recebi uma via assinada e rubricada deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Local, ___ de _____ de _____.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do (a) pesquisador(a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, poderei consultar:

CEP/IFRS

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br

Endereço: Rua General Osório, 348, Centro, Bento Gonçalves, RS, CEP: 95.700-000

Telefone: (54) 3449-3340

Pesquisador(a) principal: Adriano Martins Pereira

Telefone para contato:(51) 986102232

E-mail para contato: 2019003931@aluno.osorio.ifrs.edu.br

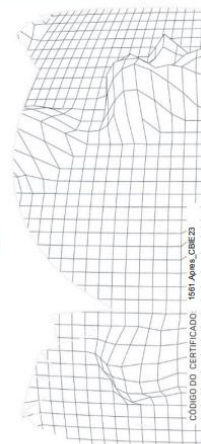
ANEXO B



CERTIFICAMOS QUE

Adriano Pereira - IFRS e Lisandro Machado - IFRS

apresentou o trabalho O uso do GeoGebra para construir um círculo trigonométrico no **Workshop Informática na Escola (WIE)**, no(a) Trilha 01 no XII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2023), realizado de 06 a 10 de novembro de 2023, na cidade de Passo Fundo/RS.




 Coordenador do evento
 Prof. Dr. Adriano Canabarro Teixeira


 Coordenadora do evento
 Prof. Dra. Karina Marcon/UEDESC

REALIZAÇÃO: ORGANIZAÇÃO:

