

ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

FERNANDA DOS SANTOS GARCIA

**GEOGEBRA E O ENSINO DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS: PERCEPÇÕES DOS  
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Porto Alegre  
2021

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

FERNANDA DOS SANTOS GARCIA

**GEOGEBRA E O ENSINO DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS:  
PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Denardin de Oliveira

Porto Alegre

2021

## Ficha Catalográfica

G216g Garcia, Fernanda dos Santos

GeoGebra e o ensino de funções trigonométricas : Percepções dos estudantes do Ensino Médio / Fernanda dos Santos Garcia. – 2021.

124 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Denardin De Oliveira.

1. GeoGebra. 2. Aprendizagem. 3. Ensino de Matemática. 4. Análise Textual Discursiva. I. Oliveira, Luciano Denardin De. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Bibliotecária responsável: Clarissa Jesinska Selbach CRB-10/2051

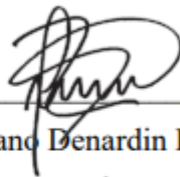
FERNANDA DOS SANTOS GARCIA

**GEOGEBRA E O ENSINO DE FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS:  
PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em: 31 de março de 2021.

**BANCA EXAMINADORA:**



---

Prof. Dr. Luciano Denardin De Oliveira - PUCRS



---

Prof. Dr. Joao Bernardes Da Rocha Filho - PUCRS



---

Prof. Dr. Vandoir Stormowski – UFRGS

Porto Alegre

2021

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar os agradecimentos à minha família, Elisete, Volnei, Tatiane que sempre me deram todo apoio nos momentos difíceis, mas principalmente pela educação que me proporcionaram e sem ela eu não estaria concluindo mais essa etapa. E obrigada pelo amor e paciência sempre.

À minha tia Marta, que foi a primeira pessoa que apoiou minha escolha em ser professora, sem nenhuma crítica.

À Thiago Caminada, pelo amor e paciência e por sempre vibrar comigo nos momentos de felicidade e apoiar nos momentos difíceis.

Ao meu cunhado, Leandro Freiry, por já ter me ensinado tanto.

À professora Thaisa Jacintho Müller, pelo apoio inicial nesse projeto e por ser uma inspiração.

Em especial, ao meu orientador Luciano Denardin De Oliveira, pela paciência, compreensão, apoio e competência para me ajudar a finalizar esta pesquisa.

Às minhas amigas e colegas de Mestrado, Luana Teixeira, Debora Frasnelli e Gabriela Heck por todo acolhimento apoio, cafés, lanches, amizade e incentivos para seguir sempre em frente.

Aos meus amigos Bruno Dall Agnol, Leonardo Adolphi, Sara Cordoni e Patrícia Vieira por todo o apoio e carinho nas nossas vídeos chamadas e na vida.

Aos meus alunos participantes desta pesquisa e a coordenação da escola que permitiu que esta pesquisa acontecesse.

Agradeço também a CAPES, que me oportunizou os estudos no Mestrado. E a Deus, por sempre me guiar nas escolhas.

## RESUMO

Esta investigação, de natureza qualitativa e do tipo estudo de caso, teve por objetivo compreender as percepções de estudantes do Ensino Médio sobre o uso do software GeoGebra para o estudo das funções trigonométricas. Os participantes foram 58 estudantes, com idades entre 16 e 17 anos, de duas turmas de segunda série do Ensino Médio de uma escola regular privada localizada em Porto Alegre. O conteúdo de funções trigonométricas foi desenvolvido por meio da aplicação de uma sequência didática que continha atividades para serem realizadas no software GeoGebra. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados dois questionários que continham tanto perguntas abertas, quanto fechadas. As respostas dos questionários foram analisadas qualitativamente por meio do método de Análise Textual Discursiva. Na análise dos dados foram utilizadas três categorias *a priori* denominadas de: Usabilidade; Motivação e Engajamento; e Aprendizagem. Na análise, foi possível identificar e reconhecer como os estudantes percebiam o uso do *software* GeoGebra nas aulas de matemática no Ensino Médio. Como principal resultado, conclui-se que para que ocorram aprendizagens por meio do GeoGebra é necessário que os estudantes se apropriem de um conhecimento tecnológico (referente às ferramentas disponíveis no software) e de um conhecimento do conteúdo (referente às funções trigonométricas) concomitantemente.

**Palavras-chaves:** GeoGebra; Aprendizagem; Ensino de Matemática; Análise Textual Discursiva.

## **ABSTRACT**

This qualitative and case study investigation aimed to understand the perceptions of high school students about the use of GeoGebra software for the study of trigonometric functions. The participants were 58 students, aged between 16 and 17 years old, from two high school classes from a private school located in the Porto Alegre city. The content of trigonometric functions was developed through the application of a didactic sequence that contained activities to be performed in the GeoGebra software. As data collection instruments, two questionnaires were used, composed of both open and closed questions. The responses to the questionnaires were analyzed qualitatively using the Discursive Textual Analysis method. In the data analysis, three a priori categories were used, namely: Usability; Motivation and Engagement; and Learning. In the analysis, it was possible to identify and recognize how students perceived the use of the GeoGebra software in high school math classes. As a main result, it is concluded that for learning to occur through GeoGebra it is necessary for students to acquire technological knowledge (referring to the tools available in the software) and knowledge of the content (referring to trigonometric functions) concurrently.

**Keywords:** GeoGebra; Learning; Mathematics teaching; Discursive Textual Analysis

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Artigos selecionados para análise .....	27
<b>Quadro 2:</b> Dimensões dos fatores de qualidade .....	41
<b>Quadro 3:</b> Organização da sequência didática.....	45



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> GeoGebra Classic Online.....	20
<b>Figura 2:</b> Auxílio no uso das ferramentas do GeoGebra .....	21
<b>Figura 3:</b> Plataforma GeoGebra.....	21
<b>Figura 4:</b> Perfil para compartilhar materiais .....	22
<b>Figura 5:</b> Tipos de produções no período de 2016 a 2020.....	24
<b>Figura 6:</b> Classificação dos artigos segundo Qualis .....	25
<b>Figura 7:</b> Classificações entre Educação Básica e Ensino Superior .....	25
<b>Figura 8:</b> Classificação proposta de ensino e revisão de literatura.....	26
<b>Figura 9:</b> Cálculo do Ranking Médio .....	48
<b>Figura 10:</b> Ranking Médio das dimensões .....	48
<b>Figura 11:</b> Síntese da ATD .....	77

## **LISTA DE SIGLAS**

ATD - Análise Textual Discursiva

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

EMP - Revista Educação Matemática Pesquisa

GDE - Geometria Dinâmica

IGI - International GeoGebra Institute

MAREEA - Modelo de Avaliação de Abordagens Educacionais em Realidade Aumentada Móvel

MEC - Ministério da Educação

PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

RenCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática

RM - Ranking Médio

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1.	Objetivo Geral.....	14
1.2.	Objetivos específicos .....	14
1.3.	Organização da proposta da pesquisa .....	15
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
2.1.	Ensino de Matemática por meio do uso de tecnologias digitais .....	16
2.2.	O <i>Software</i> GeoGebra.....	19
3.	MAPEAMENTO .....	23
3.1.	Procedimentos Metodológicos.....	23
3.2.	Mapa de Pesquisas Acadêmicas .....	24
3.3.	Classificação e Organização .....	26
3.4.	Reconhecimento.....	28
3.5.	Análise .....	32
3.6.	Considerações .....	34
4.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	36
4.1.	Natureza da Pesquisa .....	36
4.2.	Estratégia de Investigação .....	36
4.3.	Contexto e Participantes da Pesquisa.....	37
4.4.	Instrumentos para Coletas de Dados.....	39
4.4.1.	Questionário .....	39
4.4.2.	Instrumento Adaptado de Avaliação do <i>Software</i> GeoGebra .....	40
4.5.	Método de análise .....	42
4.5.1.	Unitarização .....	42
4.5.2.	Categorização.....	43
4.5.3.	Produção dos Metatextos .....	44
5.	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES .....	45

6.	RESULTADOS DA PESQUISA .....	47
6.1.	Experiência dos estudantes com o GeoGebra.....	47
6.2.	Percepções dos estudantes sobre o uso do GeoGebra nas aulas de matemática	49
6.2.1.	Usabilidade.....	50
6.2.2.	Engajamento e Motivação.....	60
6.2.3.	Aprendizagem .....	67
6.2.4.	Síntese das Categorias.....	76
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	79
	REFERÊNCIAS .....	82
	APÊNDICE A – Questionário .....	89
	APÊNDICE B – Instrumento de Avaliação Adaptado MAREEA .....	90
	APÊNDICE C – Sequência Didática.....	98

## 1. INTRODUÇÃO

O uso das tecnologias digitais está cada vez mais presente na vida das pessoas. Medeiros, Fonseca e Matos (2018, p.38) destacam que: “Os maiores consumidores desta tecnologia são os jovens, que agregam essa tecnologia a sala de aula; o que não se sabe se é exclusivamente num contexto de entretenimento ou também educativo.”. Pensando no contexto educativo, Moran (2004, p. 20-21) afirma que:

a Internet e as novas tecnologias estão trazendo novos desafios pedagógicos para as universidades e escolas. Os professores, em qualquer curso presencial, precisam aprender a gerenciar vários espaços e a integrá-los de forma aberta, equilibrada e inovadora.

Diante desse cenário é necessário pensar em planejamentos nos quais o uso das tecnologias digitais tenha destaque.

A interatividade propiciada pela tecnologia digital possibilita uma aula mais interessante se comparada com a aula expositiva utilizando quadro e giz, já que segundo Gravina e Basso (2012, p.33): “A tecnologia digital coloca à nossa disposição diferentes ferramentas interativas que descortinam na tela do computador objetos dinâmicos e manipuláveis.” Além disso, esta abordagem faz com que os estudantes se tornem protagonistas das suas aprendizagens, pois podem manipular, interagir e descobrir diferentes aspectos do conteúdo que estão aprendendo.

Apresento<sup>1</sup>, então, os aspectos relevantes sobre minha formação, experiência docente e as preocupações frente aos desafios pedagógicos. Desde o período de graduação, a utilização de tecnologias digitais em sala de aula sempre despertou meu interesse. A partir desta motivação inicial, a intenção de buscar aperfeiçoar habilidades nesta área aumentou ao longo da vida acadêmica. Participei, em 2013, do curso de Extensão “Explorando o *Software* GeoGebra no ensino da Matemática”, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, e sempre que possível tentei utilizar este e outros *softwares* em projetos desenvolvidos na graduação, bem como outros recursos que envolvessem as tecnologias digitais e suas possibilidades.

Desde que iniciei a carreira como docente busquei inserir atividades com tecnologias digitais em sala de aula, de modo especial com a utilização do *software* GeoGebra, planejando atividades para que os estudantes desenvolvam suas habilidades e familiarizem-se com o mesmo, podendo utilizá-lo como apoio à construção de

---

<sup>1</sup> Será usado a primeira pessoa do singular apenas neste trecho onde estará sendo apresentado a trajetória profissional da autora.

conhecimentos matemáticos. Em 2018, participei do 3º Simpósio da Formação do Professor de Matemática da Região Sul, apresentando um pôster com o trabalho intitulado “GeoGebra e as Funções Trigonômétricas, relatando uma atividade aplicada em uma turma do 2º ano do ensino médio em um colégio privado do sul do país”. O trabalho relatava uma proposta implementada com o uso do *software* GeoGebra e o relógio trigonométrico para o ensino das funções seno, cosseno e tangente.

Após alguns anos como docente foi possível perceber, observando os estudantes com os quais tive contato, que há uma grande dificuldade com a aprendizagem das funções trigonométricas, assim justificando a insistência em utilizar diferentes métodos para poder ensinar este conteúdo.

Relacionando esta paixão das tecnologias digitais e a sala de aula, ingressei no mestrado em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS em 2019. O fruto dos dois anos no mestrado se materializa na pesquisa aqui apresentada, na qual elaborou-se uma sequência didática com foco no uso do *software* GeoGebra, aplicou-se e coletou-se dados em duas turmas da 2ª série do Ensino Médio de uma escola privada de Porto Alegre. Os dados foram posteriormente analisados à luz da Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiazzi (2007).

Diante deste cenário, enuncia-se o problema de pesquisa da seguinte forma:

*Como o uso do software GeoGebra é percebido pelos estudantes nas aulas de matemática do ensino médio?*

Para responder a este problema de pesquisa é necessário explicitar o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa.

### **1.1. Objetivo Geral**

Esta pesquisa tem como objetivo geral:

*Compreender as percepções dos estudantes sobre o uso do software GeoGebra para o estudo das funções trigonométricas.*

### **1.2. Objetivos específicos**

A partir do objetivo geral é necessário traçar os objetivos específicos, os quais são:

- *Avaliar a experiência dos estudantes com o software GeoGebra.*
- *Identificar as percepções dos estudantes sobre o uso do software GeoGebra nas aulas de matemática no Ensino Médio.*

- *Reconhecer as percepções dos estudantes no que tange o uso das tecnologias digitais nas aulas de matemática no Ensino Médio.*

### **1.3. Organização da proposta da pesquisa**

Esta dissertação está organizada em sete capítulos. No primeiro, Introdução, são apresentados a justificativa, o problema, os objetivos geral e específicos.

No segundo, tem-se o Referencial Teórico, o qual está organizado em duas seções: Ensino de Matemática por meio do uso de tecnologias; O *Software* GeoGebra. Na primeira seção aborda-se sobre o uso das tecnologias digitais no ensino de matemática. A segunda seção versa sobre o *software* GeoGebra.

No terceiro capítulo apresenta-se o mapeamento realizado que visou identificar e caracterizar produções acadêmicas relevantes que tenham foco no uso de sequências didáticas envolvendo o GeoGebra no Ensino Médio.

O quarto capítulo é constituído pelos procedimentos metodológicos. Aborda-se os métodos de pesquisa e análise, delimita-se os participantes, a contextualização da pesquisa e os instrumentos para coleta de dados.

No quinto capítulo é apresentada a descrição das atividades desenvolvidas na sequência didática e aplicadas em turmas do Ensino Médio.

No sexto capítulo tem-se os resultados da pesquisa. Ele está dividido em duas seções, a saber: Experiência dos estudantes com o GeoGebra; e Percepções dos estudantes sobre o uso do GeoGebra nas aulas de matemática.

As considerações finais figuram no capítulo sete.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são discutidos os pressupostos teóricos que envolvem o ensino de matemática por meio do uso de tecnologias digitais. As características do *software* GeoGebra também são apresentadas.

### 2.1. Ensino de Matemática por meio do uso de tecnologias digitais

Diferentes tecnologias sempre estiveram presentes na Matemática. Um exemplo disso foi o surgimento do primeiro ábaco, o qual era utilizado para auxiliar em cálculos e contagens simples, facilitando o comércio e agilizando um processo até então manual. Assim, conforme os avanços da humanidade, regularmente surgiam e continuam sendo criadas novas tecnologias para auxiliar as pessoas a lidarem com esta ciência.

Em particular, diversas tecnologias são apontadas como instrumentos facilitadores para aprendizagem de Matemática, como por exemplo, quando os estudantes realizam os cálculos usando a calculadora, eles podem dedicar-se mais pensando em estratégias para desenvolver seus próprios métodos de resoluções (SELVA; BORBA, 2010). Avançando para o uso do computador, Papert (1994, p.66) afirma que:

O computador é um dispositivo técnico aberto que estimula pelo menos alguns estudantes a impelir seu conhecimento até o limite para realçar o projeto através de uma ilimitada variedade de 'efeitos'. Assim, aprender mais sobre técnicas de computação torna-se parte do projeto de uma forma que não ocorreria com o papel e o lápis.

A chegada de computadores proporcionou um novo ambiente pedagógico. Até a década de 1970, os especialistas dedicaram-se em avançar nas investigações sobre o uso de tecnologias na educação, concentrando-se no desenvolvimento de *softwares*. Assim, a partir da década de 1980, os países começaram a implementar programas com focos na inserção de computadores nas escolas (ALMEIDA, 2008). A partir disso, o movimento para inserir tecnologias digitais em sala de aula teve um grande crescimento.

Quando os computadores começaram a ser utilizados comercialmente, eram máquinas grandes e obsoletas, comparadas com as disponíveis na atualidade. Como traz Papert (1985), a maioria dos jornalistas destacavam o uso dos computadores para diversão, realizar o imposto de renda, poder enviar correspondência eletrônica e realizar operações bancárias. Os computadores foram evoluindo e tornando-se cada vez menores, mais eficientes para atingirem seus objetivos e cada vez mais presentes na sala de aula. Ao fazer parte do cotidiano escolar o computador possibilita o uso de diversas funções,



como por exemplo, o uso da calculadora e de *softwares* promovendo assim uma readequação da sala de aula, trazendo novos papéis para professores e alunos desempenharem, possibilitando uma aula mais interativa (SELVA; BORBA, 2010).

Com esta inserção de computadores nas escolas, o uso das tecnologias digitais começou a fazer parte das aulas de Matemática. Com a chegada de *smartphones* e o fácil acesso a esta tecnologia, tornou-se mais prático o uso de recursos variados em sala de aula. Pensando no contexto educativo, segundo Gravina e Basso (2012, s/p.), uma alternativa interessante é articular o ensino à tecnologia tornando as aulas mais dinâmicas e interativas. Ao interagir com o que está aprendendo, a aula se torna mais interessante para o estudante do que quando apenas observa, de forma passiva, uma exposição no quadro. Isso vai ao encontro da afirmação de Gravina e Santarosa (1999, p. 77):

Quando a criança brinca com pedras, dispondo-as de diversas formas (segmentos de retas com diversas inclinações e tamanhos, círculos) e ao contar o número de pedras constata, com surpresa, que o número de pedras independe da forma em que estão dispostas, é através das ações concretas de ordenar e contar que constroem o conceito de número natural.

Além disso, esta abordagem faz com que os estudantes se tornem protagonistas das suas aprendizagens, pois podem manipular, interagir e descobrir diferentes aspectos do conteúdo que estão aprendendo. O uso de computadores torna a educação mais diversificada, interessante e desafiadora quando comparado com o simples fato do professor transmitir a informação ao estudante (VALENTE, 1999). Esta diversificação destacada por Valente atualmente se dá, em grande parte, pela utilização de *softwares* em sala de aula. Por meio da tecnologia digital é possível facilitar o acesso aos *softwares* educacionais para qualquer escola e estudante. Com isso, as pesquisas que vêm sendo realizadas nos últimos trinta anos no Brasil possuem seu foco em propostas e perspectivas do uso didático e pedagógico de tecnologias para a investigação matemática (BORBA; SILVA; GADANIDIS, 2014).

Garofalo (2019) ressalta que é preciso que a tecnologia faça parte do planejamento dos professores, especificando objetivos e desafios para aprimorar a aprendizagem dos alunos. Sendo assim, o uso da tecnologia em sala de aula só se torna eficaz quando está dentro do planejamento do professor, tendo nítido o papel dele no desenvolvimento da aprendizagem do estudante.

Sendo assim, uma das possibilidades da utilização de tecnologias em sala de aula é o uso de *softwares*. Mas o que significa a palavra *software*? Verifica-se que é uma palavra inglesa, sendo definida por Aurélio (2018) como:

Substantivo masculino: Programa; reunião dos procedimentos e/ou instruções que determinam o funcionamento de um computador.

[Informática] Conjunto dos elementos que, num computador, compõe o sistema de processamento de dados; todo programa que se encontra armazenado no disco rígido. (AURÉLIO, 2018, s/p.).

Existem *softwares* de diferentes tipos como editores de textos, planilhas eletrônicas, apresentadores de slides, e alguns específicos para matemática como: Geogebra, Winplot, Cabri e Logo, que são voltados para a utilização na área de cálculos, mas também podem ser usados para outras finalidades.

Tarja (2000, p.50) define que um software educacional é um: “Programa desenvolvido especificamente para finalidades educativas. [...]Qualquer programa que seja utilizado para atingir resultados educativos.”

O *software* Logo é um exemplo de software educacional e teve como seu co-criador Seymour Papert. O *software* Logo foi o principal *software* usado em projetos educacionais, sendo o primeiro a utilizar uma linguagem de programação produzida para crianças (TARJA, 2000). Papert defendia o uso do computador na educação e acreditava que esse a qualificaria. O autor acredita que os computadores podem ser sementes de uma transformação cultural, auxiliando a formar novos elos com o conhecimento. (PAPERT, 1985).

Nota-se que a tecnologia e os *softwares* são ferramentas que têm muito a acrescentar na educação, em especial no ensino da matemática. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) aborda várias vezes, em seu texto, habilidades que os estudantes devem desenvolver no Ensino Médio, como resoluções de problemas usando, ou não, ferramentas como *software*, entre outros exemplos. Ela também enfatiza o uso de tecnologias para o crescimento pessoal e profissional do estudante, segundo consta no documento:

É preciso garantir aos jovens aprendizagens para atuar em uma sociedade em constante mudança, prepará-los para profissões que ainda não existem, para usar tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas que ainda não conhecemos. Certamente, grande parte das futuras profissões envolverá, direta ou indiretamente, computação e tecnologias digitais. (BRASIL, 2018, p.473)

Possivelmente, diversas profissões surgiram com o decorrer do tempo, como por exemplo, nos anos 60 não se pensava que ser *influencer* seria uma profissão que renderia um bom retorno financeiro. É possível perceber a importância de preparar os estudantes a resolverem diversas situações problemas com ou sem a utilização da tecnologia, dado

o contexto que estamos vivendo. Um dos *softwares* que podem viabilizar esses aspectos na matemática é o *Software GeoGebra*<sup>2</sup>.

## 2.2. O *Software GeoGebra*

O *software* GeoGebra foi desenvolvido pelo matemático austríaco Markus Hohenwarter, tendo o projeto de criação iniciado em 2001. O GeoGebra é um *software* gratuito que pode ser utilizado tanto de maneira online, quanto off-line. Ademais, é um *software* de código aberto, possui uma linguagem acessível e é multiplataforma, tendo versões para *Windows*, *Linux*, *Apple* etc. (HOHENWARTER, 2007). Todos esses fatores facilitam e viabilizam o seu uso em diferentes contextos escolares.

O GeoGebra é um *software* de matemática dinâmica, ou seja, permite que os objetos matemáticos sejam tratados como “[...] objetos dinâmicos ou diagramas que são construtíveis, manipuláveis e interativos.” (MORENO-ARMELLA; HEGEDUS; KAPUT, 2008, p.103, tradução nossa). Por exemplo, no estudo das funções trigonométricas,  $f(x) = a + b \operatorname{sen}(cx + d)$ , com os coeficientes  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  pertencentes ao conjunto dos números reais, quando se altera os valores de um ou mais coeficientes provocam-se modificações nas representações geométrica e algébrica desta função. Então, sem um *software* de matemática dinâmica e utilizando, por exemplo, quadro branco e caneta, cada vez que os coeficientes fossem alterados seria necessário realizar uma representação gráfica nova e diferente. Em contrapartida, o uso de um *software* de matemática dinâmica viabiliza a observação das alterações em apenas uma representação gráfica, permitindo que o estudante manuseie e perceba, sobre o objeto digital, as alterações realizadas em tempo real. Para Basso e Notare (2015, p.2), o fato do próprio estudante poder manipular o objeto digital faz com que ele vivencie uma “situação ativa no processo de pensar na matemática envolvida”.

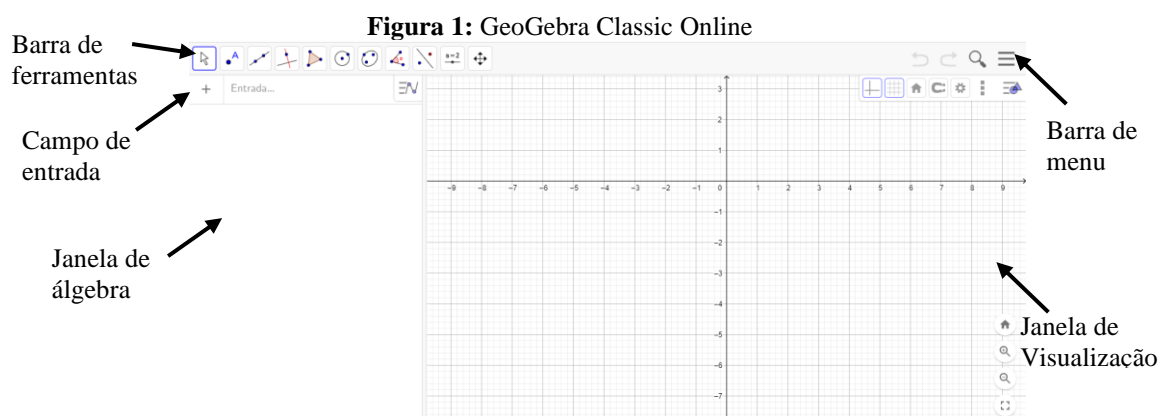
O GeoGebra conta também com uma plataforma semelhante a uma rede social, na qual é possível compartilhar materiais desenvolvidos no *software* e criar grupos de discussão com outros participantes para a socialização de materiais e de tarefas. “O GeoGebra possui uma comunidade de milhões de usuários em praticamente todos os países.” (GEOGEBRA, 2019). Com toda esta rede de usuários, o GeoGebra possui o *International GeoGebra Institute* (IGI), que é uma organização sem fins lucrativos cujo

---

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.geogebra.org/>

objetivo é agregar os usuários e compartilhar conhecimentos e materiais de apoio para os alunos. No Brasil existem sedes da organização em diversos estados como São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

O *software* GeoGebra possui milhões de usuários e muitos colaboradores, sendo o líder na área de *softwares* de matemática dinâmica (GEOGEBRA, 2019). O *software* utilizado na aplicação da sequência didática presente neste trabalho foi o da versão online (GeoGebra Classic)<sup>3</sup>. Um exemplo da tela inicial desta versão do software é apresentado na Figura 1.

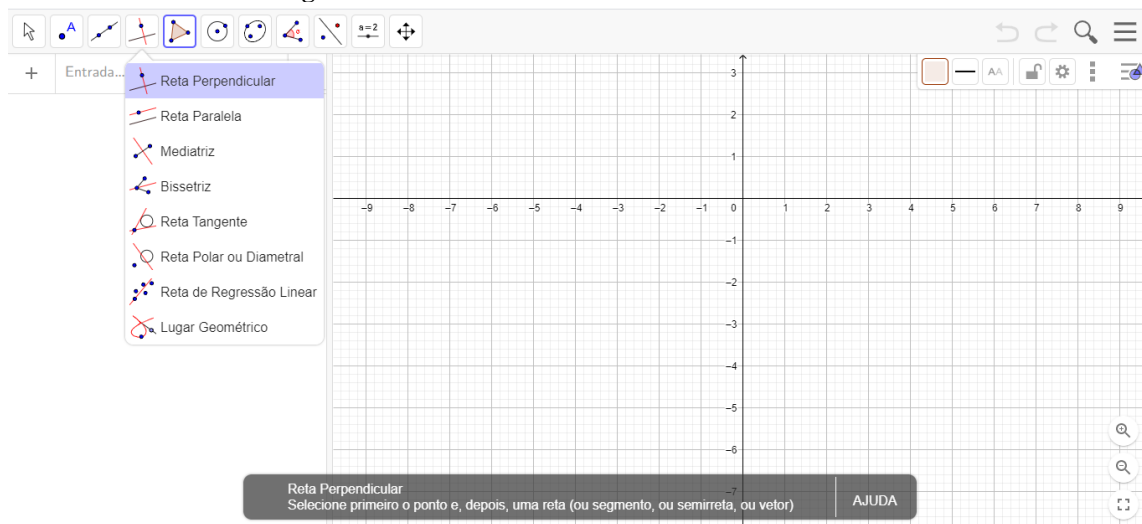


Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

O *software* GeoGebra possui a barra de menu, barra de ferramentas, janela de visualização, janela de álgebra e o campo de entrada, de forma que é possível iniciar as construções tanto na forma algébrica como na forma geométrica. Ao digitar uma coordenada de um ponto no campo de entrada, por exemplo, esse ponto é mostrado em ambas as janelas, ou seja, nas formas algébrica e geométrica.

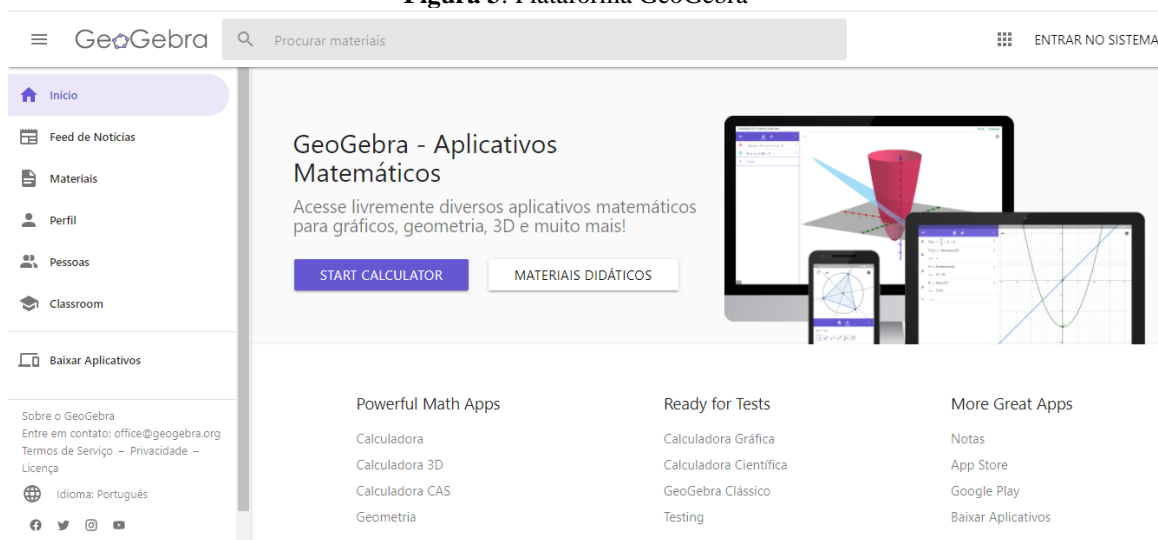
É possível observar, na utilização do aplicativo, que ao passar o mouse sobre os ícones, o *software* auxilia como usar cada ferramenta (Figura 2). Ainda existe a possibilidade de ajuda online, facilitando assim o uso do *software*.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.geogebra.org/classic?lang=pt>

**Figura 2:** Auxílio no uso das ferramentas do GeoGebra

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

A plataforma semelhante a uma rede social (Figura 3), pode ser utilizada pelos usuários para compartilhar e encontrar materiais desenvolvidos no *software*.

**Figura 3:** Plataforma GeoGebra

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

É possível também criar grupos de discussão com outros participantes para a socialização de materiais e de tarefas e realização de atividades didática com grupos de alunos conforme mostra a Figura 4.

**Figura 4:** Perfil para compartilhar materiais

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

No software GeoGebra é possível compartilhar materiais e acessar matérias de diversos conteúdos que outros usuários criaram. A partir das potencialidades do GeoGebra acima elencadas, entende-se ser pertinente a realização de um mapeamento de trabalhos que analisem e/ou relatem a sua utilização em sala de aula.

### 3. MAPEAMENTO

Neste capítulo apresenta-se um mapeamento teórico (BIEMBENGUT, 2008) que visou a identificar e caracterizar produções acadêmicas que tenham como temática o uso de sequências didáticas envolvendo o GeoGebra no contexto do ensino de Matemática no Ensino Médio.

#### 3.1. Procedimentos Metodológicos

O mapeamento teórico de produções envolvendo sequências didáticas que façam uso do Geogebra em aulas de matemática do ensino médio foi realizado à luz dos pressupostos teóricos de Biembengut (2008). Para a autora, o mapeamento teórico “Consiste em fazer a revisão na literatura disponível dos conceitos e das definições sobre o tema ou a questão a ser investigada e, a seguir, das pesquisas acadêmicas recentemente desenvolvidas, em especial, nos últimos cinco anos.” (BIEMBENGUT, 2008, p. 90). O mapeamento teórico proposto por Biembengut (2008) é constituído por três etapas, a saber: Conceitos e definições; Mapa das pesquisas acadêmicas; Posição e rota seguinte.

Na primeira etapa é importante definir e compreender os *conceitos e definições*, pois segundo Biembengut (2008, p. 90) “A compreensão dos conceitos e das definições nos auxiliará não apenas a identificar quais deles foram utilizados em cada uma das pesquisas que mapearemos na sequência”. Na etapa do *mapa das pesquisas acadêmicas* é necessário realizar a identificação das produções existentes, a classificação e organização e o reconhecimento e/ou análise. Segundo a autora, “trata-se de um exercício: compreender os fatos, ponderá-los, compará-los, rejeitar alguns, conservar outros, reunir elementos que possam vir a se constituir em excepcional embasamento ao pesquisador.” (BIEMBENGUT, 2008, p. 95). A última etapa, *posição e rota seguinte* objetiva, segundo Biembengut (2008, p.97) visa:

identificar a pesquisa que pretendemos desenvolver em um lugar específico neste ‘mapa teórico’, situando-a em cada uma dessas diferentes relações, certamente nos dará o aspecto, o jeito, o caminho, para qual impulsionaremos a questão da pesquisa que instiga nossa curiosidade.

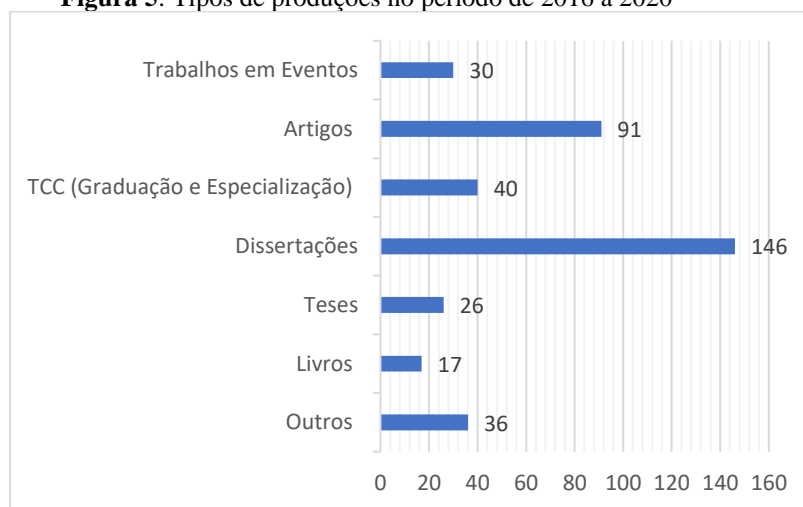
Sendo assim, iniciou-se a busca pelas produções no repositório *Google Acadêmico*, utilizando os seguintes descritores e operadores booleanos “*GeoGebra*” AND “*Funções Trigonômicas*”. Aplicou-se um filtro temporal de forma a selecionar apenas as produções publicadas entre os anos de 2016 e 2020. Considerou-se apenas

artigos acadêmicos publicados em periódicos com QUALIS/CAPES, no quadriênio 2013-2016, no extrato superior (A1, A2, B1 e B2) na área de ensino.

### 3.2. Mapa de Pesquisas Acadêmicas

A primeira busca no Google Acadêmico utilizando os descritores e operador booleano “GeoGebra” AND “Funções Trigonométricas”, selecionando o período de 2016 a 2020 e sem restrição de idiomas, retornou 386 resultados. A figura 5 apresenta os tipos de produções encontradas.

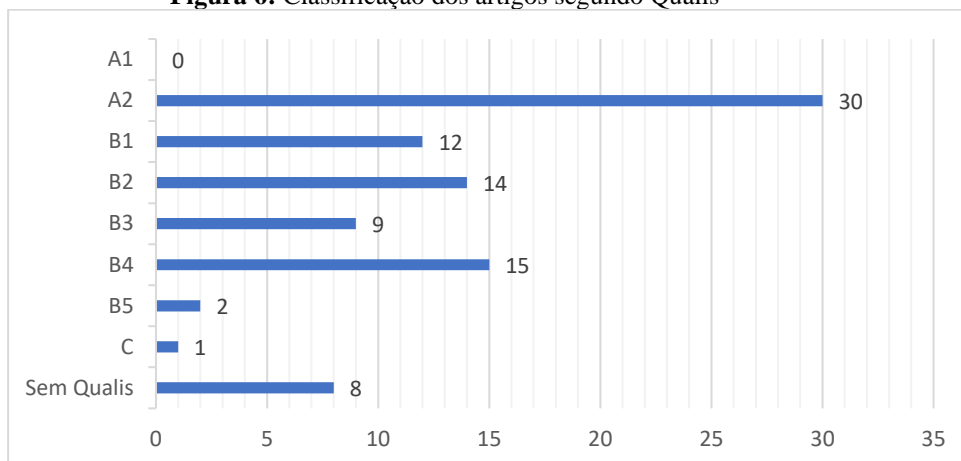
**Figura 5:** Tipos de produções no período de 2016 a 2020



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

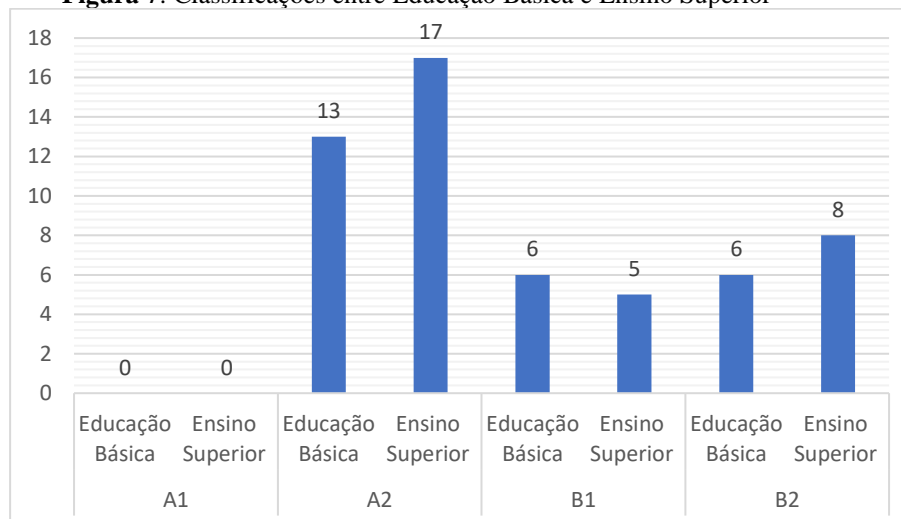
Identifica-se que a maior quantidade de produções é na modalidade de dissertações e, a segunda, de artigos em periódicos. Uma possível explicação para o grande número de dissertações encontradas na busca pode ser o fato desses trabalhos serem oriundos de mestrados profissionais, uma vez que esses têm como característica a elaboração de um produto educacional. É bem provável que muitos desses produtos produzidos em mestrados profissionais sejam sequências didáticas que façam uso do GeoGebra. Entretanto, o mapeamento teórico aqui apresentado tem como *corpus* artigos em periódicos, de forma que apenas esses foram considerados. A partir desse critério de inclusão, realizou-se uma classificação deles de acordo com o extrato Qualis-Periódicos disponível na plataforma Sucupira. O Qualis utilizado foi o de classificação das revistas inventariadas no Quadriênio 2013-2016 na área de ensino. Esta classificação está apresentada na Figura 6.



**Figura 6:** Classificação dos artigos segundo Qualis

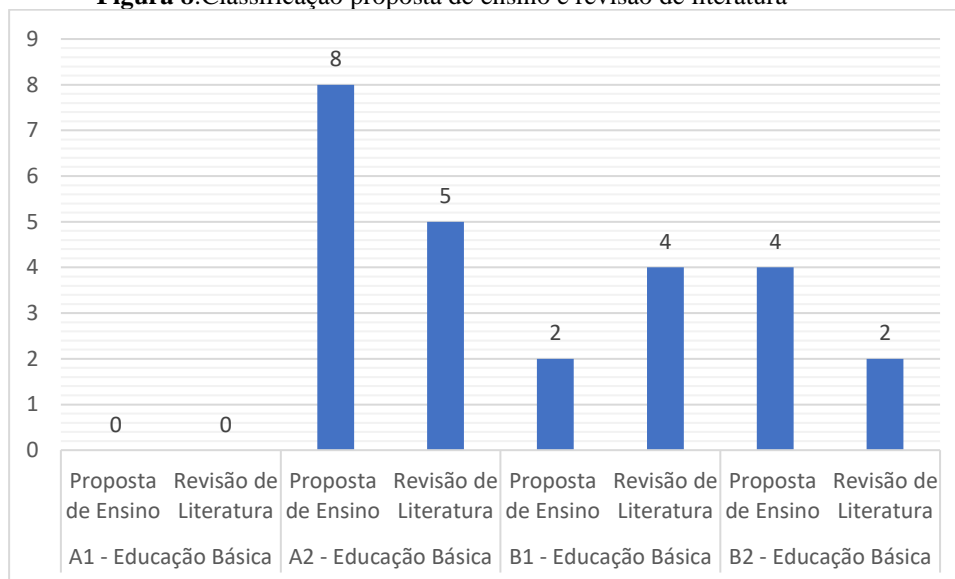
Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

A partir disso, os seguintes critérios de exclusão foram aplicados na amostra: I) extrato do Qualis/CAPES; II) nível de ensino; III) tipo de artigo. O primeiro critério de exclusão reduziu a amostra para 56 produções, uma vez que passaram a ser considerados apenas aqueles artigos publicados em periódicos com extrato Qualis/CAPES A1, A2, B1 e B2 no quadriênio 2013-2016 na área de ensino. Com o objetivo de identificar os níveis de ensino que os artigos descreviam o uso do *software* GeoGebra, realizou-se uma leitura dos títulos, palavras-chave e resumos. Esses resultados são apresentados na Figura 7.

**Figura 7:** Classificações entre Educação Básica e Ensino Superior

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

O segundo critério excluiu as produções que tiveram como contexto o ensino superior, reduzindo a amostra para 25 produções. Levando em consideração apenas os artigos que envolviam a educação básica, eles foram diferenciados entre propostas de ensino e revisões de literatura. Esta diferenciação está apresentada na Figura 8.

**Figura 8:** Classificação proposta de ensino e revisão de literatura

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

O último critério de exclusão visava a descartar aquelas produções que não envolvessem propostas de ensino. Desconsiderando as revisões de literatura, a amostra reduziu para 14 artigos. Realizou-se a leitura integral de todas estas produções. Durante esse processo mais quatro artigos foram excluídos, uma vez que nem todas as propostas de ensino envolviam o *software* GeoGebra. Com isso, o *corpus* do mapeamento apresentado neste capítulo é constituído por 10 artigos publicados entre os anos de 2016 e 2020, em periódicos com Qualis/CAPES A1, A2, B1 e B2 que apresentem propostas de ensino de funções trigonométricas que utilizem o *software* Geogebra em aulas de matemática do ensino médio. Destaca-se que se entende por propostas de ensino tanto artigos que analisem a aplicação de sequências didáticas, quanto textos redigidos na forma de relato de experiência e/ou apresentações de produtos educacionais.

### 3.3. Classificação e Organização

O Quadro 1 contém algumas informações sobre as 10 produções que configuram o *corpus* do mapeamento. Além dos autores, título dos artigos, Qualis, ano e periódico de publicação apresenta-se um código. Esse código será utilizado no decorrer do texto, facilitando a identificação do artigo e permitindo a diferenciação da produção analisada e de obras referenciadas.

**Quadro 1:** Artigos selecionados para análise

Código	Qualis	Ano	Periódico	Autores	Título
AC1	A2	2016	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	PEREIRA; GUERRA	A utilização de <i>Applets</i> no GeoGebra para a aprendizagem da trigonometria no Ensino Médio.
AC2	A2	2017	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	PAULO; SHINTANI	Um episódio na experiência de ensinar Matemática
AC3	A2	2018	Acta Scientiae	ABAR; SILVA	Proposta de estudo de função mediada pelo GeoGebra
AC4	A2	2019	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	DOMINGUE; STURION; CARVALHO	Investigando Função Composta com o <i>software</i> GeoGebra
AC5	A2	2019	Revista Educação Matemática Pesquisa	MENEGHEL; POSSAMAI	Resolução de Problemas e o <i>software</i> GeoGebra: um caminho para a compreensão das funções seno e cosseno
AC6	A2	2019	Revista Educação Matemática Pesquisa	FRIZZARINI; CARGNI	Uma sequência didática e suas representações: estudo das operações com arcos no Ensino Médio
AC7	A2	2019	Revista Cocar	BRAGA; SOUZA	Boneco Trapezista: Trigonometria via Modelagem Matemática com o auxílio do GeoGebra
AC8	B1	2016	Revista Novas Tecnologias na Educação	BERND	Registros de Representações Semióticas e a utilização de ambiente de geometria dinâmica na aprendizagem de conceitos de Geometria Analítica
AC9	B2	2017	Revista Brasileira de Informática na Educação	VALLETTA; MAGAGNIN; RIBEIRO; DABOIT; MEDEIROS	A Atenção Voluntária na Construção de Conceitos Trigonométricos em Ambientes de Geometria Dinâmica
AC10	B2	2018	Revista de Matemática, Ensino e Cultura	SANTOS; HOMA	Trigonometria para o ensino fundamental e médio com a utilização das tecnologias digitais

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

A partir da análise das informações contidas no Quadro 1 é possível verificar que metade do *corpus* é constituído por publicações em duas revistas (Revista de Ensino de Ciências e Matemática –RenCiMa e Revista Educação Matemática Pesquisa -EMP). Além disso, destaca-se que todos os trabalhos envolvem autores diferentes, um indicativo de que não há uma investigação sistemática do uso do GeoGebra em sala de aula por pesquisadores e/ou grupos de pesquisa.

### 3.4. Reconhecimento

Conforme Biembengut (2008, p. 95) “Reconhecer significa identificar e assinalar concepções teóricas e principais resultados.” Sendo assim, como preconizado por Biembengut (2008), elaborou-se uma síntese de cada um dos artigos atentando-se para os seguintes aspectos: objetivos; etapas da aplicação da proposta; participantes da pesquisa; contribuições para o ensino de matemática.

**AC1:** A utilização de *Applets* no GeoGebra para a aprendizagem da trigonometria no Ensino Médio.

Os autores elaboraram e aplicaram uma sequência didática sobre os conceitos fundamentais da trigonometria, tendo como objetivo investigar as dificuldades e os efeitos de aprendizagem produzidos pela aplicação da sequência didática. Esta sequência didática incluiu oito *Applets* que, segundo os autores, é uma mini aplicação de uma atividade específica que é executada dentro de um programa. Cada *Applet* tinha seu objetivo próprio, como avaliar até que ponto o trabalho com ele permitiria a aprendizagem de uma justificativa do teorema de Pitágoras, entender as razões trigonométricas no triângulo retângulo, aprender o conceito de graus na circunferência, entender o conceito de radianos, fazer as conversões entre graus e radianos, até chegar no conceito de funções trigonométricas. A aplicação da sequência didática ocorreu em uma turma de 12 estudantes do Ensino Médio de uma escola pública. Os autores concluíram que a aplicação da sequência contribuiu efetivamente na motivação e na redução das dificuldades dos estudantes e que os *Applets* criados no *software* GeoGebra facilitam o entendimento de trigonometria.

**AC2:** Um episódio na experiência de ensinar Matemática.

Neste artigo os autores possuíam dois objetivos: do ponto de vista da produção de conhecimento matemático, visavam a explorar as funções seno e cosseno; já, do ponto de vista do desenvolvimento social, objetivavam favorecer o trabalho colaborativo e a expressão do compreendido. Em uma turma do 2º ano do Ensino Médio em uma escola pública, os bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) desenvolveram uma atividade com foco no conteúdo de funções trigonométricas. Durante a atividade proposta os estudantes exploraram as funções trigonométricas com o auxílio do GeoGebra. Os bolsistas propunham diferentes funções e os estudantes inseriam-nas no *software*, para assim concluir o papel de cada incógnita nas funções trigonométricas.

Ao final das atividades os bolsistas solicitaram que os estudantes avaliassem a proposta por meio textual. Levando em consideração a observação da experiência (que foi registrada em vídeo) e a análise das produções escritas dos estudantes, os autores concluíram que a exploração dos gráficos desafiou os estudantes, motivando-os a analisarem e não desistirem de compreender. Por fim, verificaram ainda que o *software* auxiliou a investigação gráfica, permitindo que os estudantes construíssem hipóteses e elaborassem argumentações.

**AC3:** Proposta de estudo de função mediada pelo GeoGebra.

O objetivo deste trabalho foi verificar se construções dinâmicas no GeoGebra aplicadas em uma sequência de atividades facilitam a aprendizagem de função. Esta sequência de atividades foi aplicada em um grupo de seis alunos do primeiro ano do Ensino Médio, sendo utilizadas construções presentes em um ambiente computacional de pesquisadores franceses denominado *Imagiciel* e, por estar obsoleto, não funciona em muitos computadores. Com isso, as construções originais foram refeitas no GeoGebra. A organização do trabalho foi estruturada em quatro fases: estudos preliminares, organização das atividades da sequência, análise *a priori*, aplicação da sequência e análise *a posteriori*. Os autores concluíram, a partir das observações feitas durante a aplicação e pelas respostas das atividades dos alunos antes e depois da aplicação da sequência didática, que as atividades facilitaram a aprendizagem de função.

**AC4:** Investigando Função Composta com o *software* GeoGebra.

Os autores aplicaram uma sequência de atividades com o objetivo de investigar função composta mediada pelo professor com o auxílio do *software* GeoGebra. Esta aplicação ocorreu em uma turma de primeiro ano do ensino médio do turno da noite. Em geral o turno noturno tem uma grande evasão e, segundo os autores, muitos estudantes desistiam das aulas ou estavam desestimulados. Inicialmente a ideia era utilizar os *smartphones* dos estudantes, mas o professor observou a dificuldade deles em utilizar o GeoGebra na versão de aplicativo para *smartphone* e então foram encaminhados para o laboratório de informática e orientados a trabalharem em duplas. Cada dupla recebeu três tarefas iguais que deveriam ser resolvidas com o auxílio do *software*. Os autores destacam que parte do objetivo foi alcançado, pois os estudantes participaram mais das aulas, com uma maior interação com os conceitos que foram abordados durante a aula. Os diálogos entre

professor e estudantes foram ampliados, porém não foi possível aprofundar os conceitos matemáticos.

**AC5:** Resolução de Problemas e o *software* GeoGebra: um caminho para a compreensão das funções seno e cosseno.

O trabalho possuía como objetivo avaliar as implicações de uma proposta de atividade, que tinha como ambiente de investigação o *software* GeoGebra, numa abordagem da Resolução de Problemas para a construção das características referentes às funções trigonométricas seno e cosseno. Esta sequência de atividades foi desenvolvida com uma turma de segundo ano do Ensino Médio com um total de 27 estudantes que foram divididos em 13 grupos. A sequência de atividades era mediada pela pesquisadora e pelo professor de matemática e os estudantes eram incentivados a fazerem construções no GeoGebra para a resoluções dos problemas propostos. Eles receberam orientações referentes ao uso do *software*, mas muitos alunos continuavam inseguros e precisavam da validação da pesquisadora. Foi possível concluir que no desenvolvimento das atividades inicialmente os estudantes ficavam inseguros, mas no decorrer da proposta eles começaram a desenvolver uma cultura de colaboração e utilizavam o *software* para chegarem às conclusões. Os autores preconizam ainda que a utilização de recursos tecnológicos transforma os processos de ensino e aprendizagem, alterando a maneira que os envolvidos desenvolvem o conhecimento.

**AC6:** Uma sequência didática e suas representações: estudo das operações com arcos no Ensino Médio.

O objetivo deste trabalho foi apresentar e discutir uma sequência didática para o ensino de operações com arcos e suas Representações Semióticas no Ensino Médio. Esta aplicação foi realizada em uma turma de segundo ano de um curso técnico integrado em informática. Na sequência didática os estudantes construíram a representação do seno da soma de dois ângulos com auxílio do *software* GeoGebra. Assim, utilizando o referencial teórico de Duval “Teoria dos Registro de Representações Semióticas”, os autores puderam observar que a partir do momento no qual os estudantes confrontaram as representações, surgiram questionamentos e inferências mais coerentes. Eles constataram também que, com a aplicação da sequência didática, os estudantes assumiram o papel que normalmente é do professor, que seria demonstrar as propriedades matemáticas. Assim,

a análise da aplicação da sequência didática permitiu concluir que quando os estudantes são expostos a representações não muito utilizadas em sala de aula é favorecido um melhor entendimento dos objetos que estão sendo trabalhados.

**AC7:** Boneco Trapezista: Trigonometria via Modelagem Matemática com o auxílio do GeoGebra.

O objetivo do estudo foi analisar se o emprego do GeoGebra no processo de Modelagem Matemática pode otimizar o estudo de funções trigonométricas a partir do uso de um objeto cultural – boneco trapezista, no Ensino Médio. A aplicação da atividade foi realizada com 26 estudantes de uma turma do 2º ano do Ensino Médio. Os autores utilizaram modelagem matemática para a construção de bonecos trapezistas discutindo a importância cultural na região. Foi solicitado para que os estudantes verificassem quantas voltas o boneco trapezista executava em 60 segundos, que medissem as alturas máxima e mínima alcançada por ele. Assim, após os estudantes terem coletado todos os dados, foi decidido usar uma senoide para representar esses dados e para realizar os cálculos dos valores de cada parâmetro. Para construir os gráficos os estudantes utilizaram o GeoGebra. A partir destas construções, os estudantes foram analisando as alterações que a senoide sofria quando se alteravam os parâmetros. Os autores destacam nas conclusões que ministrar aulas com o Modelagem Matemática e o uso do *software* GeoGebra é benéfico para a aprendizagem, pois dinamiza as aulas envolvendo os estudantes.

**AC8:** Registros de Representações Semióticas e a utilização de ambiente de geometria dinâmica na aprendizagem de conceitos de Geometria Analítica.

O objetivo desse trabalho foi analisar a compreensão dos objetos geométricos estudados a partir das diferentes representações semióticas, a saber, a algébrica e a gráfica. A pesquisa foi realizada em uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola privada. O autor e professor da turma propuseram uma atividade planejada com a duração de uma hora-aula no laboratório de informática. A turma foi dividida em duplas que deveriam resolver quatro atividades de geometria analítica com o auxílio do GeoGebra. Foi possível observar que os estudantes tiveram algumas dificuldades na utilização do *software*, mas em pequenos grupos e discussões com os demais colegas e professor conseguiram realizar as atividades. O autor conclui que a proposta teve um efeito no âmbito cognitivo, uma vez que conseguiu promover a utilização de dois tipos de registros de representações semióticas.

**AC9:** A Atenção Voluntária na Construção de Conceitos Trigonométricos em Ambientes de Geometria Dinâmica.

O objetivo do trabalho foi investigar o tempo de atenção voluntária dos estudantes quando submetidos aos ambientes de Geometria Dinâmica (GDE) na exploração de conceitos trigonométricos. A aplicação desta sequência didática foi realizada com oito estudantes do segundo ano do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio e no formato de oficinas, tendo cada encontro duração de uma hora e trinta minutos. A sequência didática envolvia conceitos referentes às Funções Trigonométricas, na qual os estudantes eram convidados a construir um ciclo trigonométrico com a representação da secante no *software* GeoGebra. Para coletar os dados os autores utilizaram questionários *on-line* que foram aplicados após cada oficina. Esses questionários também auxiliaram os autores a concluir que o uso do GeoGebra contribuiu para a aprendizagem dos conceitos matemáticos. Ademais, os autores perceberam que os estudantes envolvidos nas oficinas puderam ampliar seus conhecimentos.

**AC10:** Trigonometria para o ensino fundamental e médio com a utilização das tecnologias digitais.

Este trabalho propõe uma sequência didática constituída por cinco atividades com o tema Trigonometria. Na primeira atividade são apresentadas as razões trigonométricas no círculo trigonométrico, a segunda trabalha as representações do ângulo em graus e radianos, a terceira apresenta as funções trigonométricas a partir do ciclo trigonométrico interativo, a quarta simula a terceira, mas com o objetivo de trabalhar as características das funções e a última propõe o estudo das transformações das funções quando alterados os coeficientes. Os autores concluem que os *softwares* interativos inseridos em uma sequência didática possibilitam a visualização dos objetos matemáticos auxiliando na compreensão. Contudo, não fica claro como que eles chegaram nestas conclusões, uma vez que a sequência didática não foi aplicada em um contexto educacional.

### 3.5. Análise

Segundo Biembengut (2008, p.95) “Analisar implica combinar vários dados ou resultados específicos em um mais geral, realizando combinações por meio de associações em função de similaridades, contraste ou proximidade, vizinhança”. A partir da leitura integral de cada um dos artigos para produzir as sínteses acima, foi possível



identificar pontos de convergência e de divergência, assim como verificar que os objetivos dos artigos tinham uma diversidade muito interessante.

Mesmo realizando a busca com o descritor “Funções Trigonométricas”, nem todos os artigos selecionados possuíam majoritariamente esse foco, contudo, todos utilizavam o GeoGebra em algum momento. Os artigos AC1, 2, 5, 7, 9 e 10 abordavam funções trigonométricas, já o AC6 tratava de arcos trigonométricos. O AC3 desenvolvia o conteúdo de funções de forma mais ampla, ao passo que o AC8 fez uso da geometria analítica.

É possível identificar outra similaridade nos trabalhos AC2, 5, 6, 7 e 9, pois os seus focos foram turmas do segundo ano do Ensino Médio. O AC1 não identifica qual o ano dos estudantes selecionados e o AC10 não realizou uma aplicação da sequência de atividades. Já os AC 3 e 4 aplicaram as sequências em turmas do primeiro ano e o AC 8 em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio. Nos dez artigos analisados, cinco colocaram que a aplicação foi realizada em escolas da rede pública (AC 1, 2, 4, 5 e 7), dois em escolas das redes privada (AC3 e A8), dois não identificaram qual rede de aplicação (AC6 e AC9). Destaca-se ainda a participação do PIBID no AC2, demonstrando que esse programa permite o protagonismo dos discentes quando trabalham em cooperação com docentes da educação pública.

Sobre os procedimentos metodológicos, nem todos os artigos descreveram quais foram utilizados, assim como os instrumentos de coletas de dados, mas foi possível observar que as pesquisas eram de caráter qualitativo à exceção de AC10 que expôs um produto educacional sem aplicação. Os instrumentos de coletas de dados utilizados nos artigos foram observação, questionários, relatórios de falas, construções elaboradas no GeoGebra e diários de bordo do professor. A realização de entrevistas semiestruturadas, um instrumento de coleta de dados muito utilizado em pesquisas qualitativas, não foi empregado nas pesquisas inventariadas. Acerca dos referenciais teóricos utilizados, destacam-se o uso da Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval em AC1, 8 e 9 e a Teoria da Engenharia Didática de Artigue, empregada por AC1 e AC3.

No que tange à articulação entre tecnologia e educação os artigos AC4, 5 e 9 utilizam autores como Borba e Penteadó e Moran e AC7 referência apenas o primeiro.

Em relação à utilização do GeoGebra, os AC 1, 3 e 10 propõem sequências didáticas nas quais os estudantes exploram materiais prontos no *software* para resolverem as atividades propostas. Em contrapartida, AC 2, 4, 5, 7 e 9 sugerem, nas respectivas sequências didáticas, que os estudantes construam funções trigonométricas para auxiliar

na resolução das tarefas. Da mesma forma, AC 6 propõe que se construa o seno da soma de dois ângulos e AC8 indica construções envolvendo a Geometria Analítica. Sobre a fundamentação teórica usada nas produções analisadas referente ao *software* GeoGebra o único autor que se repete é o Hohenwarter que aparece em três artigos, AC3, 4 e 10, sendo ele o matemático responsável pela criação do *software*.

Relativo à aplicação das sequências didáticas, os AC1, 4 e 7 desenvolveram as atividades durante os horários regulares de aula, ao passo que AC6 implementou sua sequência didática em horário extraclasse. Os AC2, 3, 5, 8 e 9 não explicitam o turno de aplicação, enquanto AC10 apresenta apenas uma proposta didática.

Apenas no AC2 foram relatadas dificuldades com o uso do laboratório de informática. Apesar da dificuldade apresentada, os autores de AC2 destacam que: “Os alunos declararam que a experiência foi relevante para compreender ideias matemáticas tratadas nas aulas teóricas.” (PAULO; SHINTANI, 2017, p. 273). Os artigos AC7 e AC9 também descrevem que parte da aplicação foi feita no laboratório de informática, mas não descrevem se enfrentaram dificuldades.

Importante salientar que alguns trabalhos apresentam conclusões similares, como AC1 e AC2 que destacam a motivação do estudante após a sequência aplicada. Nas palavras dos autores de AC1: “os *Applets* são um recurso didático que tornam as aulas mais dinâmicas, motivando os estudantes e favorecendo a construção de conjecturas, de propriedades e de relações trigonométricas.” (PEREIRA; GUERRA, 2016, p.70). Já AC3, 6, 8, 9 e 10 concluem que é possível observar uma contribuição na aprendizagem. As expressões facilitar e auxiliar na aprendizagem também apareceram nas conclusões de muitos trabalhos.

### **3.6. Considerações**

Esse mapeamento teve como objetivo identificar e caracterizar artigos científicos publicados de 2016 a 2020 no *Google Acadêmico*, que abordavam como temática o uso de sequências didáticas envolvendo o GeoGebra no contexto do ensino de Matemática no Ensino Médio.

Foi possível perceber que a abordagem de pesquisa, mesmo que não especificada em todas as produções, é qualitativa, tendo sido majoritariamente utilizado questionários e observações como instrumentos de coleta de dados. As principais teorias utilizadas para a realização das análises dos dados foram a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval e a Teoria da Engenharia Didática de Artigue.

De forma geral, os trabalhos analisados sugerem que o uso do *software* GeoGebra agrega no ensino da matemática, motivando os estudantes, facilitando o entendimento e auxiliando na aprendizagem.

Por meio da análise das produções selecionadas, constatou-se que a maioria usa o *software* de maneira que os estudantes o utilizam para resolver alguns exercícios indicados durante a sequência didática, mas poucos constroem materiais que possam auxiliá-los em qualquer outra atividade que se relacione ao mesmo conteúdo ou habilidade. É possível verificar também que a maioria das produções selecionadas utilizam o GeoGebra como revisão de conteúdo e não como método de introdução do conteúdo.

## **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos usados no desenvolvimento da pesquisa. Com isso, descreve-se o método de pesquisa, os participantes, os instrumentos para coleta de dados e o método de análise.

### **4.1. Natureza da Pesquisa**

A pesquisa aqui apresentada é de cunho qualitativo com intuito de entender os fenômenos investigados. Creswell (2010, p. 26) define pesquisa qualitativa como “um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano”. Além disso, com a pesquisa qualitativa pretende-se compreender, caracterizar e elucidar os fenômenos sociais de diversas formas (FLICK, 2009).

A pesquisa qualitativa possui algumas características que tornam possível identificá-la. Esta se dá de maneira interpretativa, pois “os pesquisadores fazem uma interpretação do que enxergam, ouvem e entendem. Suas interpretações não podem ser separadas de suas origens, histórias, contextos e entendimentos anteriores.” (CRESWELL, 2010, p.209).

Outra característica da pesquisa qualitativa envolve a coleta de dados que pode ser realizada a partir de diversas fontes. Também é possível identificar que a análise dos dados se dá de forma que os pesquisadores criem seus próprios modelos, mantendo o foco nos participantes e em suas aprendizagens. Ainda, o plano inicial da pesquisa qualitativa pode ser mudado durante todo o processo. Há também algumas estratégias de investigação, como: narrativa, fenomenologia, etnografia, estudo de caso e teoria fundamentada (CRESWELL, 2010).

### **4.2. Estratégia de Investigação**

Dentre as diferentes estratégias de investigação, esta pesquisa se caracteriza como um estudo de caso. Lüdke e André (2018) apontam que o estudo de caso é o tipo de pesquisa usado quando existe o interesse de estudar algo singular. Yin (2015) destaca que o estudo de caso é empregado quando busca-se entender fenômenos sociais complexos.

Yin (2015, p.17) define o estudo de caso como:

[...] uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o 'caso') em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes.

Lüdke e André (2018) apontam alguns fatores do estudo de caso: buscar a descoberta, evidenciar a interpretação em contexto, representar a realidade de forma completa e profunda, utilizar várias fontes de informação, permitir generalizações naturalísticas, retratar os diferentes pontos de vista de uma situação social e utilizar uma linguagem acessível.

Gil (2018) elenca algumas finalidades de uso do estudo de caso:

- a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
  - b) preservar o caráter unitário do objeto estudado;
  - c) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação;
  - d) formular hipóteses ou desenvolver teorias; e
  - e) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.
- (GIL, 2018, s/p)

Para realizar um estudo de caso é importante que o pesquisador tenha mais de uma fonte de evidências, como por exemplo, entrevistas e observações (GIL, 2018) e que seja um fenômeno contemporâneo. Gil (2018) ainda alerta sobre o problema de realizar generalizações pelo fato de analisar um ou poucos fatos. A finalidade do estudo de caso não é reconhecer características de uma população, mas sim possibilitar uma visão integral do problema.

Nesta pesquisa foram investigadas as percepções dos estudantes sobre o uso do *software* GeoGebra para o estudo das funções trigonométricas, caracterizando assim um estudo de caso.

### **4.3. Contexto e Participantes da Pesquisa**

A pesquisa foi realizada em duas turmas de segunda série do Ensino Médio de uma escola privada localizada em Porto Alegre. Para a realização da pesquisa foi aplicada uma sequência de atividades sobre funções trigonométricas e com o auxílio do *software* GeoGebra. Foi solicitado aos alunos que criassem suas contas na plataforma do *software* para que se tivesse acesso às construções realizadas.

O conjunto de participantes da pesquisa é constituído por 57 estudantes de duas turmas (27 da turma A e 30 da turma B), da segunda série do Ensino Médio. Desses 57 estudantes 51% são do sexo biológico feminino e 49% masculino. Para garantir a

confidencialidade da pesquisa determina-se uma postura ética de não identificar os estudantes com o intuito de divulgar os resultados da investigação. Sendo assim, os participantes da pesquisa foram identificados como: A1, A2, A3 e B1, B2, B3 e assim por diante, de maneira que a primeira letra do código de cada participante remete à turma na qual ele fazia parte (turma A ou turma B).

O motivo pela escolha desses participantes dá-se pela composição do currículo escolar de matemática e organização do currículo da escola que trabalha funções trigonométricas na segunda série do Ensino Médio. Conforme a habilidade 306 de matemática do Ensino Médio da BNCC (BRASIL, 2018, p. 536) os estudantes devem:

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.

Além disso, os jovens e adolescentes possuem uma aproximação com os dispositivos tecnológicos. No Brasil, em 2019, 89% da população de 9 a 17 anos era usuária de internet e 58% das crianças e adolescentes acessavam-na exclusivamente pelo celular (CETIC, 2020). Nestas perspectivas, entende-se que esse grupo podia contribuir para a presente pesquisa.

Durante o ano de 2020 o Mundo vivenciou e ainda está vivenciando uma pandemia devido ao vírus Covid-19, fazendo com que a maioria dos países adotasse medidas restritivas de convívio social, ou até mesmo, em alguns casos, optasse pelo *lockdown*. Segundo o G1 Notícias (2020) *lockdown* “é uma medida de bloqueio total que, em geral, inclui também o fechamento de vias e proíbe deslocamentos e viagens não essenciais”, ou seja, em diversos países proibiu-se a circulação de pessoas nas ruas, fechando praticamente tudo nas cidades, deixando aberto só o que era essencial, como por exemplo, mercados, farmácias e hospitais. A maioria das escolas não deixaram de ter contato com seus estudantes, principalmente as escolas privadas, e assim praticaram o Ensino Remoto Emergencial autorizado pelo Ministério da Educação (MEC) (BRASIL, 2020).

O Ensino Remoto Emergencial foi autorizado pelo MEC no dia 17 de março de 2020, por meio da portaria número 343 e publicado no Diário Oficial da União no dia 18 de março:

Art. 1º Autorizar, em caráter excepcional, a substituição das disciplinas presenciais, em andamento, por aulas que utilizem meios e tecnologias de informação e comunicação, nos limites estabelecidos pela legislação em vigor, por instituição de educação superior integrante do sistema federal de ensino, de que trata o art. 2º do Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017. (BRASIL, 2020)

Esta portaria autorizou a substituição das aulas por um tempo determinado de trinta dias, mas precisou ser prorrogado. A partir desta portaria as escolas precisaram se organizar para dar continuidade às aulas de forma remota.

A escola na qual foi desenvolvida esta pesquisa optou por aulas síncronas que, segundo Mendonça e Gruber (2019, p. 161), “ocorrem em tempo real e exemplos delas são os chats ou teleconferências”. Esses encontros aconteciam nos horários normais de aula, como por exemplo, o turno da manhã das 07h30min às 12h50min, pela plataforma *Google Meet*. Utilizou-se o *Google Classroom* para o envio, entrega e feedback de materiais. Sendo assim, todas as atividades vivenciadas nesse trabalho foram de maneira online. A aplicação destas atividades ocorreu no período de 14 de setembro de 2020 a 05 de novembro de 2020, sendo quatro aulas semanais com cinquenta minutos de duração, cada uma.

#### **4.4. Instrumentos para Coletas de Dados**

Como instrumentos para coleta de dados para esta pesquisa foram utilizados questionários online e um instrumento adaptado de avaliação do *software* GeoGebra.

##### **4.4.1. Questionário**

Os instrumentos de coleta de dados são elaborados de forma a contribuir para que os objetivos da pesquisa sejam alcançados (CARVALHO; AMBIEL, 2018).

Os instrumentos construídos podem explorar opiniões, características pessoais, grau de concordância ou interpretações a respeito de algo (CARVALHO; AMBIEL, 2018). Os instrumentos construídos podem ser, segundo Carvalho e Ambiel (2018, p.46):

[...] inventários, escalas ou questionários (que), em geral, apresentam em sua estrutura itens com possibilidade de resposta fechada, que podem ser dicotômicos (por exemplo, ‘sim’ ou ‘não’), ou escala Likert, que, apesar de existir em diversos tamanhos, o mais comum é de cinco pontos.

Portanto, o que define se o instrumento usado será elaborado pelo pesquisador ou um já disponível e qual o tipo de instrumento, são os objetivos traçados inicialmente na pesquisa.

Um questionário, de acordo com Gerhartdt e Silveira (2009, p. 69): “Objetiva levantar opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas”. Os questionários podem ter questões fechadas, abertas e mistas. Nas questões abertas, o

entrevistado possui liberdade de responder da melhor maneira que ele julgar e o entrevistador anota o que foi respondido. Já nas questões fechadas, o entrevistado escolhe uma resposta entre as opções que são dadas a ele. As questões mistas são as que possuem itens abertos e fechados (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Pelos aspectos elencados acima, nesta pesquisa foram usados os dois tipos de instrumentos, questionário desenvolvido pela autora (Apêndice A) e um instrumento adaptado de avaliação já disponível (Apêndice B). No questionário desenvolvido para esta pesquisa, optou-se por questões abertas. Portanto esse tipo de questões (aberta), contribuiu na coleta de dados para identificar as percepções dos estudantes. O instrumento adaptado utiliza questões fechadas.

#### **4.4.2. Instrumento Adaptado de Avaliação do *Software* GeoGebra**

O Modelo de Avaliação de Abordagens Educacionais em Realidade Aumentada Móvel – MAREEA (Evaluation model of Mobile Augmented Reality Educational Approaches) (HERPICH *et. al*, 2019), é um instrumento de avaliação de aplicativos de realidade aumentada, o qual avalia fatores de qualidade como usabilidade, engajamento, motivação e aprendizagem ativa. Esses fatores são explicitados abaixo:

- Usabilidade, para Preece, (2001, p. 349, tradução nossa): “A usabilidade preocupa-se com o quão intuitivo e fácil é para que os indivíduos aprendam a usar e interagir com um produto.”.
- Engajamento para Herpich *et. al* (2019) baseados na definição de Jacques, Preece & Carey (1995)<sup>4</sup> consiste em uma resposta do usuário para uma interação que mantém ganhos e incentiva a sua atenção, especialmente quando o mesmo se encontra intrinsecamente motivado.
- Motivação, segundo Keller (1987), as pessoas estão motivadas em uma atividade quando ela gera uma satisfação pessoal e quando tem uma expectativa positiva de sucesso.
- Aprendizagem ativa, para Prince (2004, p. 223): “A aprendizagem ativa é geralmente definida como qualquer método de instrução que envolve os alunos no processo de aprendizagem.”

---

<sup>4</sup> Jacques, R., Preece, J. & Carey, T. (1995). “Engagement as a Design Concept for Multimedia”. Canadian Journal of Educational Communication (CJEC), 24(1), pp. 49–59.



Cada um desses fatores de qualidade listado acima são divididos em dimensões, conforme Quadro 2.

**Quadro 2:** Dimensões dos fatores de qualidade

<b>Fatores de Qualidade</b>	<b>Dimensões</b>
Usabilidade	Facilidade de Aprendizagem
	Operabilidade
	Acessibilidade
	Prevenção de Erros
Engajamento	Estética
	Aceitabilidade
	Envolvimento
	Novidade
Motivação	Atenção Focada
	Relevância
	Confiança
	Satisfação
Aprendizagem Ativa	Efetividade
	Desafio
	Feedback
	Segurança
	Complexidade

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

O MAREEA é composto por 37 afirmações, que utiliza a escala LiKert de cinco pontos, sendo assim possível assinalar as opções: *discordo totalmente; discordo; nem discordo, nem concordo; concordo; e concordo totalmente*. Ao final, o respondente pode contribuir com uma resposta dissertativa apontando o que mais gostou no aplicativo ou o que poderia ser melhorado. Esse instrumento tem como objetivo:

analisar as abordagens educacionais em realidade aumentada móvel com o propósito de avaliar a percepção da qualidade em termos de experiência de uso e de aprendizagem dos seus usuários após a interação com tais recursos em contexto educacional. (HERPICH *et. al*, 2019, p. 358)

A escolha do MAREEA se deu em função das dimensões mensuradas pelo instrumento (usabilidade, engajamento, motivação e aprendizagem ativa) para a avaliação das percepções dos estudantes em relação ao uso de uma tecnologia digital. Entretanto, foi preciso adaptar o instrumento de um contexto de aplicativos de realidade aumentada para o *software* GeoGebra, uma vez que este possui mais recursos e ferramentas que aquele. Para isso, foi necessário retirar alguns itens que não eram condizentes com o *software*, como afirmações que tratavam do feedback visual e de áudio, ou que versavam sobre simulações de fenômenos que não seriam possíveis de serem realizados no mundo real.

## 4.5. Método de análise

A análise dos dados obtidos nos questionários desenvolvido pela autora foi realizada por meio do método da Análise Textual Discursiva (ATD), a qual conforme Moraes e Galiazzi (2007, p.7), “corresponde a uma metodologia de análise de dados e informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos”.

Esse método de análise está organizado em três processos, os quais são: unitarização, categorização e metatextos. Estes processos serão detalhados nas próximas seções.

### 4.5.1. Unitarização

A unitarização é o primeiro processo da ATD que se dá a partir do chamado *corpus*, que é o conjunto de dados que o pesquisador possui para analisar (MORAES; GALIAZZI, 2007). Este *corpus* é formado principalmente por produções textuais.

O processo de unitarização se constitui em fragmentar o *corpus*, de modo que cada fragmento seja composto por uma ideia. Esta ideia os autores chamam de unidade de significado ou de sentido. Conforme Moraes e Galiazzi (2007, p.18): “Com essa fragmentação ou desconstrução pretende-se conseguir perceber os sentidos dos textos em diferentes limites de seus pormenores, ainda que se saiba que um limite final e absoluto nunca é atingindo.”.

Para realizar esta desconstrução é preciso fazer mais de uma leitura do *corpus* para compreender o que o participante tentou expressar e estar imerso no conjunto de dados que está sendo trabalhado. Moraes e Galiazzi (2007, p.53) complementam que: “É preciso atenção aos sentidos que os autores dos textos pretenderam expressar.”.

Ao realizar esta desconstrução é necessário criar códigos para cada parte de texto que surge, para manter uma organização e saber a sua origem. Estes códigos facilitam enxergar a totalidade dos dados que se tinha antes da desconstrução. Desta desconstrução emergem as unidades de análise ou de sentido (MORAES E GALIAZZI, 2007). A partir do processo de unitarização precisa-se categorizar estas unidades de sentidos encontradas.

#### 4.5.2. Categorização

Esta etapa é um processo de organização das unidades de sentido encontradas na unitarização. Conforme Moraes e Galiuzzi (2007, p.74), a categorização “corresponde a uma organização, ordenamento e agrupamento de conjuntos de unidade de análise, sempre no sentido de conseguir expressar novas compreensões dos fenômenos investigados”.

A categorização é um processo que reúne e classifica as unidades de sentido. As categorias podem ser produzidas de diferentes maneiras, como por exemplo, os métodos dedutivo e indutivo. O método dedutivo se dá com a construção das categorias antes de examinar o *corpus*. Já o método indutivo é caracterizado pela construção das categorias a partir da análise do *corpus*. O processo de análise também pode ser misto (dedutivo e indutivo).

As categorias também podem ser nomeadas como *a priori* e emergentes, dependendo de como o pesquisador conduz sua pesquisa, respectivamente dedutivo e indutivo, segundo Moraes e Galiuzzi (2007, p.86) “O primeiro trabalha com categorias *a priori*, trazidas para a pesquisa antes da análise propriamente dita. O segundo ocupa-se com categorias emergentes, ou seja, as categorias são construídas a partir dos dados.”.

Ainda é possível citar o método intuitivo, que ocorre quando o pesquisador é capaz de chegar nas categorias por intuição. Moraes e Galiuzzi (2007, p.74) abordam que “O processo intuitivo pretende superar a racionalidade linear que está implícita tanto no método dedutivo quanto no indutivo e defende que as categorias tenham sentido a partir do fenômeno focalizado como um todo”, mas pode se notar que em ambos (dedutivo e indutivo) necessitam de alguma intuição para a criação das categorias.

Os métodos dedutivos e indutivos abordaram as categorias *a priori* e emergentes, mas o essencial são as capacidades de o conjunto de categorias oportunizar a compreensão dos textos, e também a sua validade. Conforme Moraes e Galiuzzi (2007, p.26)

Categorias de análise necessitam ser válidas ou pertinentes no que se refere aos objetivos e ao objeto da análise. Um conjunto de categorias é válido quando é capaz de propiciar uma nova compreensão sobre os fenômenos pesquisados. Quando um conjunto de categorias é válido, os sujeitos autores dos textos analisados precisam perceber nestas categorias seus entendimentos sobre os fenômenos.

Para concluir esse processo é importante entender que no primeiro momento (unitarização) se faz uma separação do *corpus* em unidades de sentidos, no segundo momento (categorização) realiza-se uma reorganização das unidades de sentidos para

obter categorias. Segundo Moraes e Galiazzi (2007, p.31) “O primeiro é um movimento de desorganização e desmontagem, uma análise propriamente dita; já o segundo é de produção de uma nova ordem, uma nova compreensão, uma síntese.” A ideia não é voltar para o texto inicial e sim criar textos para expor a compreensão do pesquisador.

#### **4.5.3. Produção dos Metatextos**

A etapa da produção dos metatextos é a parte de construção de textos com as unidades de sentido que foram encontradas na unitarização e categorizadas na categorização, bem como a interpretação do pesquisador alinhada a referenciais teóricos condizentes com a pesquisa. Quando se estipula as categorias pode-se criar pontes entre cada uma delas, explorando possíveis sequências que possam ser organizadas em novas sequências. Ao realizar esta organização, o pesquisador pode produzir simultaneamente pequenos textos para cada categoria, os quais auxiliam na construção dos metatextos.

Os metatextos possuem uma estrutura como qualquer outro texto, sendo uma delas o conjunto de argumentos. Esses argumentos podem vir das categorias e subcategorias. Segundo Moraes e Galiazzi (2007, p.123) “No encaminhamento do metatexto propriamente dito salienta-se sua organização em dois momentos: descrição e interpretação.”. Na descrição pretende-se abordar as partes importantes do objeto de pesquisa e a interpretação pode se dar a partir de pressupostos teóricos já previamente assumidos ou por meio das teorias que emergiram das categorias.

É importante que os metatextos tenham uma validação. Conforme Moraes e Galiazzi (2007, p.125) “A validade de um metatexto pode ser construída a partir da inserção nele de fala e citações de fragmentos dos textos analisados, o que denominamos interlocuções empíricas.”. Assim como pode-se também fazer citações de teóricos que se denomina interlocuções teóricas (MORAES; GALIAZZI, 2007), estas citações podem ser realizadas durante as descrições.

## 5. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi elaborada uma sequência didática sobre funções trigonométricas utilizando o *software* GeoGebra (Apêndice C). Uma sequência didática pode ser definida, como “um conjunto de atividades ligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, organizadas de acordo com os objetivos que o professor almeja alcançar para a aprendizagem de seus alunos e envolvendo atividades de avaliação (PERETTI; TONIN DA COSTA, 2013, p. 6).

Portanto, para iniciar as atividades, foi solicitado aos estudantes que fizessem um perfil no portal GeoGebra.org. Como foi criado um grupo na Plataforma do GeoGebra que representava cada uma das duas turmas, foi solicitado para que os estudantes entrassem nos seus respectivos grupos. Esses grupos permitiam visualizar os materiais criados pelos estudantes.

Diante de todos os estudantes cadastrados nos grupos foi iniciado então as construções no *software*. Cada atividade a ser desenvolvida da sequência didática era enviada pelo *Google Classroom*, inclusive com um passo a passo contendo um roteiro dos procedimentos a serem realizados no GeoGebra. O Quadro 3 apresenta as atividades da sequência didática.

**Quadro 3:** Organização da sequência didática

<b>Atividade</b>	<b>Quantidade de aulas (50 minutos de duração cada)</b>
1. Perfil no GeoGebra	1 aula
2. Aula expositiva e dialogada sobre circunferência trigonométrica	1 aula
3. Construção do Ciclo Trigonométrico (GeoGebra)	4 aulas
4. Resoluções de questões de vestibular	3 aulas
5. Aula expositiva e dialogada sobre Funções Trigonômétricas	1 aula
6. Construção com régua das funções seno, cosseno e tangente utilizando o Ciclo construído	4 aulas
7. Construção das funções seno, cosseno e tangente a partir do ciclo trigonométrico (GeoGebra)	4 aulas
8. Exercícios investigativos	2 aulas
9. Aula expositiva e dialogada sobre Funções Trigonômétricas	1 aula
10. Resoluções de questões de vestibular	3 aulas
11. Construção das funções seno, cosseno e tangente com controles deslizantes (GeoGebra)	2 aulas
12. Debate sobre funções trigonométricas	1 aula

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Devido à situação de ensino emergencial remoto, os estudantes precisavam realizar as atividades em suas casas sem ter o mesmo auxílio e interação que teriam caso

as aulas fossem presenciais. Todas as construções foram realizadas coletivamente durante as aulas síncronas com os estudantes, seguindo os passos a passos disponibilizados e usando a ferramenta do Google Meet de compartilhamento de tela.

Devido a alguns problemas relatados pelos estudantes, como instabilidade da internet, nem todos os estudantes conseguiam acompanhar as aulas síncronas. Por esta razão, foram produzidos vídeos mostrando as construções feitas no GeoGebra, seguindo os passos a passos e disponibilizados na sequência didática em um canal da escola para que todos os estudantes tivessem acesso.

## 6. RESULTADOS DA PESQUISA

Nesta pesquisa, busca-se resposta para a seguinte pergunta: *Como o uso do GeoGebra é percebido pelos estudantes nas aulas de matemática do ensino médio?*

Para compreender como os estudantes percebiam o uso do GeoGebra nas aulas de matemática do ensino médio, optou-se por aplicar uma sequência didática com foco em funções trigonométricas e o uso do *software*. Esta sequência didática foi desenvolvida em duas turmas de segunda série do Ensino Médio de um colégio privado de Porto Alegre, conforme descrito na subseção 4.3.

A coleta de dados desta pesquisa foi realizada por meio de dois instrumentos, conforme descritos na subseção 4.4. Para a análise, foi preservada a identidade dos participantes garantindo o anonimato de cada um. As aplicações destes dois instrumentos foram realizadas em dois momentos durante as aulas síncronas por meio do *Google Forms*, devido ao Ensino Emergencial Remoto.

Para avaliar a experiência dos estudantes com o *software*, foi adaptado o instrumento MAREEA (HERPICH *et. al*, 2019), que possibilita avaliar os fatores de qualidade: usabilidade, engajamento, motivação e aprendizagem ativa. Para poder identificar e reconhecer as percepções dos estudantes sobre o uso do GeoGebra foi aplicado um questionário.

A apresentação dos resultados está dividida em duas subseções. Na primeira, serão apresentados os resultados do instrumento adaptado, na segunda, discute-se a análise dos dados obtidos por meio do questionário.

### 6.1. Experiência dos estudantes com o GeoGebra

Para avaliar a experiência com o uso do *software* foi realizada a adaptação do instrumento MAREEA (HERPICH *et. al*, 2019). Esse instrumento adaptado foi aplicado nas turmas após a realização da construção das funções trigonométricas no GeoGebra (Atividade 07 do quadro 3).

O instrumento adaptado é composto por 35 questões que avaliam os fatores de qualidade como usabilidade, engajamento, motivação e aprendizagem ativa. Estes fatores de qualidade são divididos em 16 dimensões e a análise deste instrumento é baseada nos textos de Herpich *et. al* (2019). Para realizar a análise destas questões foi calculado o Ranking Médio (RM) proposto por Oliveira (2005) para cada dimensão, atribuindo valor

de 1 a 5 para cada resposta, sendo: 1 para discordo totalmente; 2 discordo; 3 nem concordo, nem concordo; 4 concordo; e 5 para concordo totalmente. O Ranking Médio é calculado conforme a Figura 9.

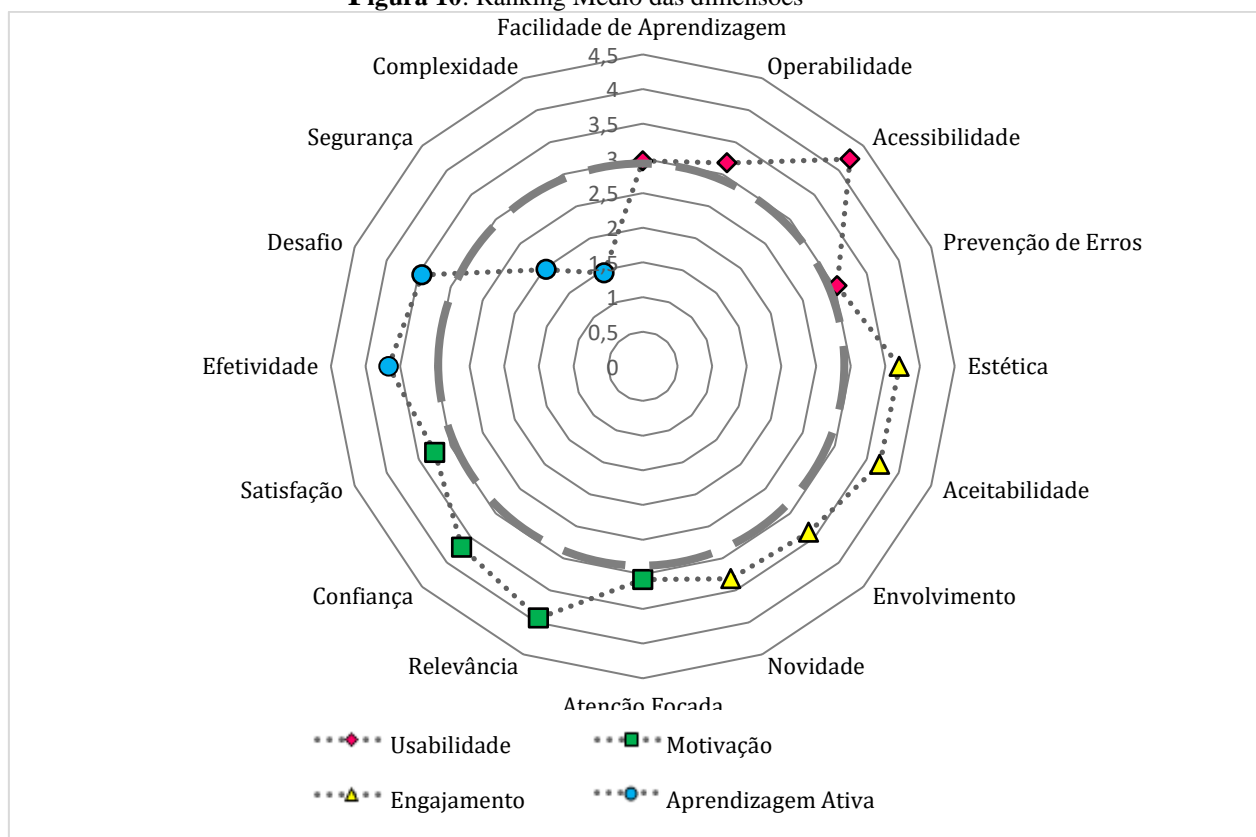
**Figura 9:** Cálculo do Ranking Médio

$$\text{Ranking Médio} = \frac{\sum(f_i \cdot V_i)}{NS}, \text{ sendo } \begin{array}{l} f_i \rightarrow \text{frequência obtida em cada resposta} \\ V_i \rightarrow \text{o valor de cada resposta} \\ NS \rightarrow \text{número de participantes} \end{array}$$

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Em relação aos resultados do Ranking Médio, quanto mais próximo de 5,0, mais os participantes concordam com a afirmação e quanto mais próximo de 1,0, maior é o nível de discordância. Após o cálculo do Ranking Médio foi elaborada a Figura 10 para a visualização dos resultados para cada dimensão.

**Figura 10:** Ranking Médio das dimensões



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Sobre as dimensões da usabilidade (facilidade de aprendizagem, operabilidade, acessibilidade e prevenção de erros) a maioria dos valores de RM ficaram próximos de 3,0. Isto significa que os estudantes nem concordam ou discordam das afirmações do MAREEA referentes à aprendizagem e facilidade do/no uso do *software* e da capacidade de evitar que erros sejam cometidos durante a sua utilização. Neste fator de qualidade,



apenas a dimensão acessibilidade teve uma média acima de 4,0. Esta dimensão versa sobre o layout do *software*.

Nas dimensões do fator de qualidade engajamento, os estudantes indicam que o *software* tem uma interface atraente para eles (estética) e que a experiência com ele é gratificante e válida (aceitabilidade). Os valores de RM para as dimensões envolvimento e novidade indicam que os participantes da pesquisa entendem que o *software* pode envolvê-los nas atividades, que a experiência com ele é divertida, despertando o interesse nas questões apresentadas.

No fator de qualidade motivação, os estudantes revelam que o GeoGebra é um *software* que os auxilia a manter a concentração nas atividades, possivelmente pela interatividade que ele proporciona, uma vez que os estudantes podem personalizar suas construções, observar como um gráfico varia de acordo com a alteração da lei da função. Revelam também que é um software que gera um sentimento de satisfação e que ajuda a entender um conteúdo mais complexo.

No fator de qualidade aprendizagem ativa, as dimensões efetividade e desafio tiveram valores de RM próximos de 3,5, indicando que os estudantes percebem o GeoGebra como um agente facilitador na aprendizagem, bem como sentem-se desafiados a aprenderem coisas novas. Entretanto, os valores baixos de RM para as dimensões segurança e complexidade podem estar relacionados aos alunos não simpatizarem com o uso do GeoGebra de forma repetitiva em sala de aula.

De modo geral, os estudantes tiveram uma boa aceitação em relação ao uso do *software* nas aulas de matemática, considerando que os RM se mantiveram quase que sempre maiores que 3,0.

Para buscar compreender as percepções dos estudantes em relação ao uso do *software* nas aulas de matemática foi aplicado o segundo instrumento (questionário), cujas respostas foram submetidas à ATD (MORAES; GALIAZZI, 2007).

## **6.2. Percepções dos estudantes sobre o uso do GeoGebra nas aulas de matemática**

Para a análise do questionário utilizou-se o método de análise ATD já descrito na subseção 4.5. Inicialmente fragmentou-se as respostas dos estudantes em unidades de sentido, após elas foram agrupadas pelo método dedutivo chegando nas categorias

iniciais, intermediárias e finais. Utilizou-se o método dedutivo pois trabalhou-se com categorias *a priori*.

A seguir são apresentados os resultados desta análise com as construções dos metatextos e, ao final, uma síntese das categorias.

### 6.2.1. Usabilidade

Esta categoria final é denominada de *usabilidade*, termo usado para referir-se a como os usuários interagem com uma ferramenta, por exemplo, o GeoGebra. O questionário MAREEA avalia a usabilidade em quatro dimensões: aprendizibilidade, operabilidade, acessibilidade e prevenção de erros. Cada dimensão avalia aspectos específicos relacionados à usabilidade. A aprendizibilidade refere-se ao quanto foi necessário aprender anteriormente para utilizar o software e se é fácil de aprender a usá-lo. A operabilidade relaciona-se à facilidade de usar e de entender o software, ao passo que a acessibilidade avalia se a cor, o estilo e o tamanho de fonte que estão sendo usados são claros e legíveis. Por último, a prevenção de erros avalia se o software auxilia em não cometer erros e, caso ele aconteça, se é rápido revertê-lo (HERPICH, 2019).

Nesta categoria foi possível identificar uma grande quantidade de relatos sobre a dificuldade no uso do software e poucos sobre a facilidade de usá-lo. Dentre as várias razões que possam ter contribuído para que os alunos tenham dificuldade no uso do GeoGebra, uma delas pode ser por ele não ser intuitivo.

Michaelis (2021, s/p) apresenta os seguintes significados para o verbete “intuitivo”:

1 Relativo à intuição. 2 Que é apreendido por intuição; claro, imediato, manifesto. 3 Que é dotado de intuição. 4 [FILOS] Que é capaz de proceder a uma interpretação clara e imediata dos fenômenos da natureza sem a necessidade de intermediários.

Muitos estudantes manifestaram o quão difícil e desafiador foi utilizar o software, pelo motivo dele não ser intuitivo:

*acho muito legal usar, só podia ter mais explicações de como usar o app no próprio app (B3)*

*eu não gosto muito e sinto dificuldades em mexer. (A6)*

*Eu tive bastante dificuldade em utilizar pelo fato dele ser muito complicado de usar. (A2)*

*Ele é difícil de utilizar e confuso (A2)*

*Tive dificuldades com a interface complexa da plataforma. (A5)*

*Por conta do layout do Software e da forma como o mesmo funciona, temos a sensação de ser algo muito profissional, o que faz com que o GeoGebra seja um grande desafio (B17)*

No recorte discursivo do aluno B3, o fato de solicitar explicações no próprio *software* reforça a ideia dele não ser intuitivo, ou seja, seu uso não ocorre de forma imediata. As demais falas dos estudantes são paráfrases do dito por B 3. As expressões sublinhadas nos excertos acima reforçam a ideia de que alguns alunos não acham o software muito amigável, também evidenciando dificuldades no seu uso. Ademais, expressões como “interface complexa” e “algo muito profissional” vão de encontro à definição de intuitivo reproduzida acima. O GeoGebra é um *software* que apresenta uma diversidade de recursos e ferramentas, com isso é necessário que o aluno se familiarize com a maioria delas para que consiga utilizá-lo de maneira aceitável. Contudo, apenas isso não é suficiente, uma vez que o estudante deve também se apropriar da linguagem matemática, sendo que a escolha de uma ferramenta, ou outra, no GeoGebra dependerá daquilo que um exercício matemático, por exemplo, está solicitando.

Lorensatti (2009, p.90) define a linguagem matemática “como um sistema simbólico, com símbolos próprios que se relacionam segundo determinadas regras. Esse conjunto de símbolos e regras deve ser entendido pela comunidade que o utiliza”.

Florenço Junior traz a importância da aprendizagem da linguagem matemática correta para que aconteça o entendimento dos conceitos ensinados nas aulas de Matemática.

o entendimento por parte do aluno de alguns conceitos ensinados pelo professor não é, às vezes, tão claro para os alunos quanto para quem está ensinando, pois se trata de uma linguagem específica, a da Matemática, a qual não é uma língua comum, se comparada à que os alunos utilizam fora do contexto escolar. (FLORENÇO JUNIOR, 2014, p. 29, 30)

A linguagem matemática é dita universal, mas segundo Ferreira e Peres (2004, p.13) “existe uma falta de compreensão dos professores sobre o que realmente vem a ser a Linguagem Matemática”. Em vista disso o aprendizado da linguagem matemática pode não ser um processo simples e fácil para os estudantes.

Neste sentido, em atividades envolvendo o GeoGebra, por exemplo, os estudantes além de se apropriarem dos recursos disponíveis no software, eles também precisam aprender os conteúdos de matemática discutidos em aula e a própria linguagem matemática. Além destas apropriações, faz-se necessário que o estudante articule tanto o conhecimento tecnológico (relacionado ao uso do GeoGebra), quanto o conhecimento do conteúdo específico de matemática (no caso, funções trigonométricas). Esta articulação

faz com que o estudante, por exemplo, ao tentar resolver uma atividade sugerida pela professora tenha que compreender os conteúdos matemáticos envolvidos (fazendo uso da linguagem matemática) e saber como operacionalizar as tarefas fazendo uso do software.

Com isso, algumas dificuldades em relação à usabilidade podem ser oriundas da falta de domínio do estudante com os recursos do GeoGebra, outras podem ser causadas por conta de o aluno não ter construído com propriedade os conhecimentos matemáticos. A operabilidade também pode ficar prejudicada caso o aluno não consiga articular o conhecimento tecnológico (relacionado ao uso do GeoGebra) com o conhecimento do conteúdo específico de matemática (funções trigonométricas). Os recortes discursivos abaixo mostram algumas dificuldades relacionadas à usabilidade devido ao fato dos estudantes não terem se apropriado dos recursos do GeoGebra:

*Facilidade no seno, cosseno e tangente, porém dificuldade de construir no GeoGebra. (B1)*

*Acho difícil saber os comandos para a formação dos gráficos. (A7)*

*Eu senti algumas dificuldades para começar a trabalhar com o GeoGebra, não sabia que ferramentas usar... (B9)*

*Me senti bastante desafiado em utilizar o site da forma correta, pois diversas vezes eu usei comandos errados e tal...(A16)*

Como já mencionado sobre as dimensões operabilidade e prevenção de erros, que tratam sobre a facilidade de usar e entender o software e se ele dificulta que o usuário cometa erros, ou se caso acontecer seja fácil de se recuperar do mesmo, as falas dos estudantes acima vão ao encontro dessas dimensões. Elas revelam a incompreensão nos comandos do software e os erros cometidos. A fala do aluno B1 é especialmente interessante, pois ele assume que domina o conhecimento do conteúdo específico matemático e que sua dificuldade é exclusivamente no uso do GeoGebra. O estudante B9 destaca ainda que foi difícil de começar a usar o software, mostrando assim a falta de operabilidade do software. O estudante A16 comenta que cometeu muitos erros ao usar o software e por isso tornou um desafio utilizá-lo, mostrando a dificuldade em prevenir a ocorrência de erros e também de solucioná-los. A prevenção de erro torna-se complicado de acontecer no software GeoGebra visto que o estudante deve realizar as construções nas atividades da sequência didática sendo assim, qualquer ponto (literalmente falando) colocado em um lugar diferente o erro já está sendo cometido.

Outro aspecto que pode comprometer a usabilidade do GeoGebra diz respeito à dificuldade que os estudantes possam ter em relação ao conteúdo específico de matemática. Essa situação se revela nos trechos dos excertos sublinhados abaixo:

*Me senti bastante desafiada, por usar uma plataforma completamente nova para mim, em uma matéria que eu não entendo muito bem, para um conteúdo inédito e que parecia bastante complicado para mim. (B9)*

*Eu já sou péssima em matemática e esse software me deixou mais confusa quando fui usar (B15)*

*[...] Acho que é um conteúdo muito difícil e eu precisaria de mais tempo para compreendê-lo melhor [em relação as funções trigonométricas], pois tenho dificuldade em matemática. (A6)*

Os estudantes citados acima destacam suas dificuldades com a matemática. É possível, então, observar que para esses alunos usarem um software que exige conhecimentos específicos em matemática torna-se complexo. A estudante B9 destaca que foi mais difícil, pois era a primeira vez que estava tendo contato com o software e com o conteúdo de matemática. É importante destacar que a proposta de uso do GeoGebra apresentada neste trabalho é diferente daquelas analisadas no mapeamento presente no capítulo 3. Os trabalhos inventariados no mapeamento descrevem sequências didáticas com o uso do GeoGebra como revisão de atividades e apoio para a resolução de exercícios. Desta forma, nestes trabalhos os estudantes já haviam estudado o conteúdo específico da matemática e faziam uso do software apenas depois de terem se apropriado desses conceitos. Além disso, na maioria deles o uso do software foi feito de maneira colaborativa (em duplas). Em contrapartida, neste trabalho utilizou-se o GeoGebra simultaneamente à apresentação dos novos conteúdos matemáticos e realizado de maneira individual, visto que a aplicação das atividades ocorreu em meio à pandemia de COVID-19 e a modalidade de ensino era a emergencial remota. O software foi usado ao longo de toda a sequência didática, desde a abordagem inicial do conteúdo aos estudantes até a construção das funções trigonométricas com os controles deslizantes.

Além das dificuldades impostas pelo não domínio da linguagem matemática ou dos comandos do GeoGebra, outro fator que pode obstaculizar o uso do software remete à articulação que os estudantes precisam realizar entre o conhecimento de conteúdo específico da matemática e o conhecimento tecnológico. Esse aspecto fica evidenciado na fala do estudante B7:

*Achei muito desafiador usar esse Software, pois nele existem ferramentas que possuem papéis únicos na hora do uso, por isso, o GeoGebra faz com que você busque a ferramenta certa para aquilo que você está fazendo. (B7)*

Neste sentido, os trechos sublinhados no excerto acima indicam que o uso correto do GeoGebra exige que os alunos compreendam a linguagem matemática e saibam encontrar no software os comandos que executem corretamente o que era solicitado nas atividades.

Considerando que para o correto uso do GeoGebra é necessário que os alunos se apropriem tanto da linguagem matemática quanto dos comandos do software, sabendo articulá-los, destaca-se a relevância da elaboração da sequência didática. Nela, as primeiras atividades tinham um caráter propedêutico visando a fazer mais com que os estudantes se apropriassem dos recursos do GeoGebra do que construíssem novos conhecimentos matemáticos propriamente ditos. Um exemplo disso foi a atividade de construção do ciclo trigonométrico na qual é possível entender o porquê dos valores usados no seno, cosseno e tangente dos ângulos. No Ensino Fundamental, é demonstrado utilizando triângulos retângulos os valores do seno, cosseno e tangente dos ângulos notáveis ( $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$ ).

Entretanto, no Ensino Médio é preciso aprofundar esse estudo e, então, é utilizada a circunferência para visualizar, a partir do ciclo trigonométrico, os valores do seno, cosseno e tangente dos ângulos de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ . Sendo assim, na primeira atividade os estudantes já sabiam os principais conceitos relacionados ao conteúdo trabalhado. Com o avanço dos encontros, o grau de complexidade dos exercícios foi aumentando, assim como novos conceitos foram sendo introduzidos, uma vez que se partia do pressuposto que os alunos já estavam familiarizados com a interface e os recursos do *software*. Os excertos abaixo corroboram o fato de inicialmente o software não ser intuitivo, manifestando dificuldades no seu uso. Contudo, com o avanço das aulas, os estudantes foram compreendendo os recursos do GeoGebra, fazendo com que a carga cognitiva das atividades estivesse mais concentrada nas questões matemáticas do que no uso do software propriamente dito.

*Um software difícil de usar no início, porém muito correto ajudando no entendimento do conteúdo (A13)*

*Acho que principalmente na primeira aula com o GeoGebra eu me senti bastante desafiada para conseguir montar o ciclo trigonométrico, pois parecia muito difícil de fazer. Depois eu comecei a me familiarizar com o Software e foi ficando mais fácil de realizar as atividades propostas em aula. (A15)*

*minha maior dificuldade foi em pegar como funciona o Geogebra, depois que eu aprendi como usa, tudo foi mais fácil. (A4)*

*No início tive dificuldade de visualizar diferentes funções, mas depois achei fácil de compreender e visualizar as funções. (A7)*

Os alunos destacam que após se apropriarem dos recursos do software, ele passa a contribuir para a compreensão dos conceitos e que as tarefas são mais fáceis de serem realizadas. Importante salientar no excerto da estudante A15 que, mesmo com as dificuldades iniciais encontradas, ela não desistiu. A afirmação reforça a ideia de Paulo e Shintani (2017) sobre as atividades que envolvam investigação matemática como, por

exemplo, estudar funções trigonométricas em um ambiente estranho e o uso de softwares em matemática que desafiam os estudantes e motiva-os a não desistirem.

Os excertos abaixo permitem que se infira que a usabilidade do software melhora com o avanço das aulas:

*“Com o tempo ele fica cada vez melhor e mais fácil de usar” (A11)*

*“Hoje, já não acho tão difícil de mexer.” (B9)*

*“Nunca fui tão bom com softwares que não desenvolvo praticidade para mexer e me considereei bem desafiado no meu ponto de vista.”. (A14)*

Foi possível observar que na medida em que os estudantes iam habituando-se com o *software* e a linguagem matemática contida nele, o mesmo tornava-se mais fácil e eles se sentiam menos desafiados. O estudante B7 tem essa mesma impressão:

*Minhas críticas só existiram no começo (onde todos tiveram críticas), pois foi a parte de aprender, mas a crítica é pequena e inútil para essa pesquisa! Porque eu gostei muito de usar essa ferramenta. (B7)*

O excerto do estudante B7 é um exemplo da gradual evolução na usabilidade do GeoGebra à medida que os estudantes se apropriam dos conhecimentos dos conteúdos específicos e tecnológicos. Essas dificuldades iniciais também surgiram no trabalho de Bernd (2016) ao utilizar o GeoGebra para trabalhar Geometria Analítica e comentar que os estudantes já o tinham utilizado no estudo de Funções Trigonométricas. O autor acredita que as dificuldades enfrentadas por eles são normais pelo fato que a utilização de software ainda não é tão comum e, assim, os estudantes não internalizam como proceder na utilização dele.

Em contrapartida, outros estudantes consideraram os primeiros encontros mais fáceis do que os subseqüentes, como nos recortes discursivos transcritos abaixo:

*Na primeira aula de 0 a 10, uns 7, depois dessa aula uns 4. . (A4)*

*Até fazer o círculo foi tudo bem. Mas depois foi muito difícil e desgastante, pois tinha que ficar vendo vídeo pra fazer, não entendia com a professora falando e acabei me confundindo todo (A14)*

*Acho que se eu tivesse aprendido como usar o GeoGebra certinho acho que iria ter uma contribuição bem maior. (A21)*

O estudante A4 atribuiu notas aos encontros, ao passo que o estudante A14 afirma que trabalhar com o GeoGebra em um conteúdo que ele já dominava (ciclo trigonométrico) foi acessível, entretanto, os demais encontros não foram tão prazerosos. Identifica-se na fala do estudante que ele se engajou na atividade, assistindo aos vídeos disponibilizados pela professora em momentos assíncronos. Contudo, possivelmente ele não tenha se apropriado das ferramentas do GeoGebra nos primeiros encontros e isso possa ter trazido dificuldades para a realização das demais atividades. A fala do estudante

A21 reforça isso, uma vez que ele reconhece que o fato de não ter se apropriado da “linguagem tecnológica” (do software em si) influencia na construção dos conhecimentos matemáticos.

Alguns estudantes trazem a facilidade de utilizar o software e a interatividade dele, como nos excertos abaixo:

*é fácil de ser utilizado e bem interativo. (A4)*

*O software é muito fácil e prático de se utilizar, não achei complicado entender como começar um novo exercício ou salvar minhas atividades etc. (A8)*

*a programação do GeoGebra facilita bastante o uso do software. (A20)*

*Achei prático a uso do Software e bem divertido. (B7)*

Apesar da maioria dos estudantes comentarem sobre suas dificuldades a respeito do uso do software e da falta de operabilidade do mesmo, esses estudantes trazem em suas falas a facilidade de usar o GeoGebra, seja no conteúdo ou na linguagem que o software utiliza. O estudante A20, por exemplo, destaca em sua fala a programação, ao passo que o estudante A8 manifesta que não sentiu dificuldade para iniciar e finalizar as atividades. Os estudantes A4 e B7 trazem que o software tem uma boa operabilidade ao comentarem que é fácil e prático de usá-lo, destoando da maioria dos estudantes já mencionados anteriormente.

As pessoas têm sido classificadas em gerações, dependendo do ano no qual nasceram. Há gerações como a Baby Boomers (nascidos entre 1940 e 1960), Geração X (nascidos entre 1960 e 1980), Geração Y ou *Millenials* (nascidos entre 1980 e 1995) e Geração Z (nascidos entre 1995 e 2010) (CASAROTTO, 2020). Segundo Porfírio (2021, s/p., grifo do autor), “A **geração Z** foi a primeira que **nasceu num ambiente completamente digital**.” Os estudantes participantes desta pesquisa são da denominada Geração Z e também são chamados de “nativos digitais” pois, conforme Prensky (2001), são pessoas cujo nascimento ocorreu no período que houve uma imersão nas tecnologias digitais envolvendo computadores, videogames e internet.

Segundo pesquisa do World Economic Forum<sup>5</sup>

Imerso no mundo online desde o nascimento, a Geração Z ultrapassa a Geração Y em atividades diárias nas redes sociais com 2 horas e 55 minutos gastos por dia. A Geração Z da América do Norte, América Latina e Europa lideram no número de contas sociais que estão usando ativamente. Muitos também estão se afastando de plataformas como o Facebook para sites que possuem multimídia, como YouTube e Instagram. (VIENS, 2019, s/p tradução nossa).

<sup>5</sup> <https://www.weforum.org/agenda/2019/10/social-media-use-by-generation/>



De acordo com esses autores, os estudantes que participaram desta pesquisa estão acostumados com acesso às redes sociais, aplicativos e a respostas rápidas. No *software* GeoGebra é preciso, além de conhecimento da linguagem matemática, realizar as construções por si só para que ele auxilie ou resolva as atividades. O GeoGebra ainda conta com uma espécie de “rede social” na qual é possível compartilhar e salvar suas construções para que outras pessoas acessem e utilizem. A partir disso é entendível algumas falas descontentes dos estudantes como:

*Críticas só a dificuldade de utilizar e o estresse que proporciona. (A3)*

*Eu não gostei desse software pelo fato de ser muito complicado de mexer e dá muito trabalho. (A2)*

*foi muito difícil e desgastante, pois tinha que ficar vendo vídeo pra fazer, não entendia com a professora falando e acabei me confundindo todo (A14)*

*Acho que tive dificuldade porque não estou acostumada com o software. (B15)*

Observando os excertos trazidos acima é possível identificar a participação em um processo de construção lento e processual gerador de um sentimento de estresse e desgaste, como verbalizam A3 e A14. Prensky (2001) afirma que uma das características dessa geração é o imediatismo e o pouco tempo de envolvimento com uma mesma tarefa. O imediatismo dessa geração muitas vezes interfere no processo de aprendizagem, uma vez que eles podem classificar como “estressante”, “dar muito trabalho” e “desgastante” atividades que demandem muito tempo para serem realizadas, ou ainda aquelas que exijam a busca por outros recursos, como por exemplo, assistir aos vídeos explicativos disponibilizados pela professora.

A fala do estudante B15 apresenta um descontentamento com o uso do software. Isso pode se justificar pelo fato de que essa geração está mais acostumada com o uso de smartphones e aplicativos prontos do que softwares. Em geral, os aplicativos para dispositivos móveis têm menos recursos e interface diferente de softwares como o GeoGebra, estando mais em sintonia com as características dos nativos digitais.

Interessante também apontar algumas falas que consideram o GeoGebra como uma nova tecnologia, como B13 e B10:

*A minha maior dificuldade foi fazer o círculo trigonométrico, eu não sei usar essas novas tecnologias e me atrapalho toda (B13)*

*não estou acostumada com essa tecnologia (B10)*

Os excertos acima reforçam que os estudantes da geração Z estão acostumados com outros tipos de tecnologias como as redes sociais, jogos online, aplicativos e dispositivos móveis, uma vez que o GeoGebra não é uma tecnologia nova, pois teve sua

criação em 2001. No início da aplicação da sequência didática foi possível observar uma grande dificuldade dos estudantes, desde o momento de realizar o cadastro na plataforma até o instante de salvar uma atividade já realizada e publicar para que qualquer pessoa tivesse acesso. Esses aspectos sugerem que os estudantes da geração Z nasceram na era digital, mas não são familiarizados com a linguagem tecnológica presente em diferentes *softwares*, como por exemplo o GeoGebra, que além da linguagem tecnológica é preciso de uma linguagem matemática bem desenvolvida. Outras dificuldades surgiram durante as aulas no ensino emergencial remoto, como formatação em editores de texto, conversão de documentos para um arquivo do tipo .pdf, uso de um arquivo de texto compartilhado e planilhas eletrônicas. Essas tarefas são comuns na carreira acadêmica e profissional do professor, mas distantes da realidade dos adolescentes, mostrando, assim, a importância da inserção dessas tecnologias no dia a dia dos estudantes.

Alguns estudantes relataram alguns problemas com o software, como por exemplo:

*tive que recomeçar trabalhos por não terem salvado, mas acredito que tenha sido porque eu não tinha familiaridade com o software, nunca tinha usado, e por isso encontrei tantos problemas. (B9)*

*O uso foi produtivo, até uma falha sem explicação aparente no aplicativo apagou todo o progresso, já que eu não tinha salvado. (B16).*

*O Aplicativo é muito bom, porém as vezes trava (A4)*

Como já descrito acima, para Herpich (2019) um dos fatores que estão relacionados à usabilidade é a prevenção de erros. Para o autor, contribuem para uma boa usabilidade softwares que permitam ao usuário se recuperar rapidamente no caso de um erro ocorrer e aqueles que tornam difícil que se cometa erros durante a sua utilização. Os estudantes acima apontam problemas com o salvamento das atividades e algumas pausas inesperadas de funcionamento do software. Acerca dos pontos negativos do GeoGebra elencados pelos alunos, conjectura-se que o fato da versão do GeoGebra utilizada ter sido a online, esse não salvamento das atividades e a pausa do funcionamento possa ter ocorrido por alguma instabilidade na rede e pelo fato de ser preciso estar conectado na sua conta do GeoGebra, ir até a ferramenta específica para salvar as atividades desenvolvidas. Essas operações são similares às realizadas nos processadores de texto e que já havia sido constatado uma certa dificuldade no uso pelos estudantes. Talvez essa não familiaridade com esses recursos possa justificar as manifestações dos alunos.

Outro problema trazido pelos estudantes foi com o uso de smartphones ou tablets, como revela A14:

*especialmente pra quem faz no iPad... muito difícil, precisa ser melhorado esse app (A14)*

Esse estudante e outros relataram durante a aplicação da sequência que tinham muitas dificuldades de realizar as atividades na versão do GeoGebra para tablet e que no sistema IOS alguns recursos solicitados para executar não apareciam para eles. Para realizar funções simples eles comentaram que não havia problemas, mas para as construções sem o uso de um mouse se tornava mais complicado. Esse problema do uso dos smartphones também foi relatado por Domingues, Sturion e Carvalho (2019) que comentam que inicialmente o planejamento das aulas era com o uso GeoGebra na versão para dispositivos móveis, mas que os estudantes estavam com dificuldades em manipular e realizar as atividades no tablets e smartphones. Com isso os autores tiveram que adequar a situação e encaminharam os estudantes para o laboratório de informática. O fato da proposta apresentada nesta pesquisa ter sido realizada em um contexto pandêmico e de ensino emergencial remoto, essa readequação não era exequível.

Os estudantes B3 e B11 sugerem que o software disponibilizasse pequenas explicações em cada ferramenta:

*acho muito legal usar, só podia ter mais explicações de como usar o app no próprio app (B3)*

*acho que poderia haver a possibilidade de ter pequenas explicações em cada uma de suas funções para que pessoas com pouca experiência conseguissem entender de forma mais rápida. (B11)*

Interessante destacar que esses estudantes trazem que o software poderia disponibilizar uma espécie de manual em cada um de seus ícones de trabalho, o que seria talvez uma opção de melhoria na sua operabilidade, para que ele se torne fácil de usar e entender (HERPICH, 2019). Porém cada ícone do software GeoGebra tem um desenho e um nome que tenta tornar o seu uso mais intuitivo. Além disso, ao selecionar um botão aparece na parte inferior da tela do software uma explicação curta sobre como utilizá-lo. Contudo, os ícones remetem a elementos que são específicos da linguagem matemática, bem como as explicações de cada ferramenta na GeoGebra é sucinta. Esses aspectos indicam que caso o estudante não tenha se apropriado da linguagem matemática necessária, a utilização do software pode ficar comprometida. Esses aspectos vão ao encontro do que Meneghelli e Possamai (2019) verificaram em suas pesquisas. Durante a exposição de uma proposta de atividades com resolução de problemas e o uso do GeoGebra, os autores constataram que as principais dificuldades manifestadas pelos alunos durante a aplicação foram na linguagem matemática e na linguagem do software.

### 6.2.2. Engajamento e Motivação

Essa categoria final é denominada de *engajamento e motivação*. Para Herpich e Tarouco, o engajamento:

[...] de usuários em sistemas computacionais pode ser definido como uma perspectiva da usabilidade, sendo então possível assumir que se trata de uma subárea que compreende os aspectos relacionados a fidelidade na fluência das interações e da motivação dos usuários com o sistema de maneira geral. (HERPICH; TAROUCO, 2016 p. 3)

Para Boruchovitch (2008, p.31) a motivação humana é “determinada por crenças individuais que precisam ser conhecidas, já que elas exercem influência direta no comportamento humano”. Para Rezende (2013, s/p) “Refere-se à capacidade de software em, por si só, motivar os usuários a explorar temas e conceitos, por meio de elementos como recursos.”. O engajamento e motivação são avaliadas em oito dimensões no instrumento MAREEA (HERPICH et. al, 2019). As dimensões daquele são: *estética, novidade, aceitabilidade, envolvimento*, ao passo que as dimensões avaliadas nesse são: *atenção focada, relevância, confiança e satisfação*.

Ao iniciar a aplicação da sequência de atividades, os estudantes precisavam se familiarizar com o *software*. Como já dito na categoria final nomeada de *Usabilidade*, cada estudante em seu computador ou tablet construiu, como primeira atividade, o ciclo trigonométrico que também pode ser chamado de relógio trigonométrico. O objetivo dessa construção foi proporcionar uma primeira aproximação dos estudantes com o software e que os auxiliasse nas resoluções de exercícios e no entendimento dos conceitos que iriam ser trabalhados nos encontros subsequentes.

Segundo Santos, Oliveira e Oliveira (2013, p. 1) “O material concreto desenvolve o raciocínio do aluno estimulando o pensamento lógico matemático, na construção de esquemas conceituais dando contornos e significados.”. Por esse motivo, após a confecção do primeiro dispositivo foram construídos mais alguns, tanto para ajudá-los nas resoluções de problemas, quanto para que eles visualizassem as funções trigonométricas de modo mais dinâmico. Um exemplo de outro dispositivo foi a atividade de construções das funções com os botões deslizantes, na qual era possível observar as alterações nos gráficos simultaneamente às mudanças dos valores dos coeficientes nas funções.

Com isso, foi necessário muito trabalho para as construções de cada dispositivo e alguns estudantes trazem que o uso repetitivo do software pode se tornar enfadonho:

*mas quando é demais fica cansativo. (A1)*

*Foi uma experiência legal de mexer e bastante cansativa. (B14)*

*Eu não gosto muito dele, pois eu me estresso fazendo (B13).*

O que pode ter ocorrido é que os estudantes se sentiram motivados e engajados com o software, mas como, ao longo da sequência didática eram propostos exercícios repetitivos, que visavam principalmente fazer com que os estudantes se ambientassem com o software e a linguagem nele contida. Porém o excesso de atividades com esse propósito pode mostrar-se cansativo e desmotivador, como as falas dos estudantes acima revelam. Cabe sempre ao professor refletir e planejar para que isso não ocorra.

Alguns estudantes vão de encontro com os estudantes citados anteriormente, pois afirmam que foi legal e divertido de utilizar o *software*:

*é legal fazer os gráficos, ver, poder mexer (A1)*

*são divertidos e práticos (A18)*

*É bem divertido de se mexer (B8)*

*Me senti muito desafiada e empolgada nas aulas usando o software devido a sua forma divertida e colorida de utilizar o conteúdo. (A17)*

Herpich (2019) assume que uma das características que podem ser associadas ao engajamento é o fato do aluno ficar envolvido com as atividades. No instrumento elaborado pelo autor, quando os alunos adjetivam uma experiência de aprendizagem como *divertida* é um indicativo desse envolvimento. Os excertos reproduzidos acima contemplam esse aspecto, de forma que os estudantes manifestam esse envolvimento com o GeoGebra, destacando o sentimento de prazer ao utilizar o software. O'Brien e Toms (2008, p.940, tradução nossa) destacam que “Usuários engajados são afetivamente envolvidos, motivados e percebem que estão no controle sobre da interação.”. Na mesma esteira, outros sentimentos como a satisfação foram demonstrados por alguns estudantes ao utilizar o software:

*É muito legal ver tudo feito após acabar a atividade e ver como ajuda na hora das atividades. (B7)*

*o estresse que proporciona e o tempo que se leva gera uma satisfação quando tudo é concluído. (A3)*

*o GeoGebra demanda mais tempo e trabalho para algumas atividades, compensa pela facilidade proporcionada posteriormente. (A15)*

É possível identificar que os estudantes, mesmo percebendo que é trabalhoso e estressante, entendem que o uso do software compensa, pois gera um sentimento de contentamento ao realizarem as atividades e perceberem como o seu uso auxilia na aprendizagem. A dimensão aceitabilidade vai ao encontro desses elementos, uma vez que ela é entendida por Herpich (2019) como o reconhecimento, por parte dos alunos, que o

conteúdo do software vale o esforço e empenho dedicados e que a experiência com o software é gratificante. Destaca-se a fala do estudante A15, que aponta uma boa aceitabilidade do software falando que a experiência com ele é gratificante. O aluno tem uma visão global da sequência de atividades elaboradas pela professora, tomando consciência do processo proposto. Ele entende que as primeiras atividades despendiam mais tempo para serem realizadas, contudo elas poderiam ser utilizadas nas atividades subsequentes, facilitando a realização dessas e, conseqüentemente, eram realizadas mais rapidamente.

A satisfação é uma dimensão da motivação na qual avalia-se que, ao finalizar uma atividade utilizando o *software*, o aluno é tomado por um sentimento de realização. Ela também diz respeito ao fato do estudante gostar tanto do software que procura saber mais sobre ele, ou até mesmo utilizá-lo para estudar algum conteúdo. As falas acima também trazem esses elementos, uma vez que os alunos percebem que as primeiras atividades podem ser utilizadas na realização das demais. Além disso, o fato do GeoGebra cativar os estudantes para que eles busquem mais materiais sobre os conteúdos trabalhados está presente na fala do estudante B8:

*[...] tem uma gama de recursos avançados que pode te trazer a curiosidade e ir atrás de mais atividades. (B8).*

O estudante mostra-se motivado a procurar novas atividades e com isso aprender mais.

Outra característica da motivação destacada por Herpich (2019) é a atenção focada, ou seja, o estudante fica tão envolvido nas atividades do software que não percebe o tempo passar, bem como despreza o que está acontecendo a sua volta. No mesmo sentido, O'Brien e Toms (2008, p.947, tradução nossa) afirmam que o “Engajamento é sustentado quando os usuários são capazes de manter sua atenção e interesse no aplicativo, e é caracterizado por emoções positivas.”. A maneira pela qual o GeoGebra organiza e aborda as informações auxilia a manter a atenção, como pode-se identificar nas manifestações dos participantes de pesquisa transcritas abaixo:

*Elogios só a concentração a mais que proporciona. (A3.2.2)*

*Não sei, pois, encontro dificuldades na concentração total para aprender e fazer e acho que nisso a plataforma ajuda bastante, apesar dos vários pontos negativos que eu encontro também.”, (A3.8)*

*Me senti desafiada, mas como mantive foco durante as montagens. (B4.4)*

Estes estudantes apontam que mesmo com todas as dificuldades sentidas por eles no uso do GeoGebra, o software auxilia na concentração para realizar as atividades. No

entanto, os estudantes não detalham o porquê de o software manter sua atenção, se é pelo seu *layout*, pelo envolvimento ou outra razão.

Segundo Suehiro e Boruchovitch (2019, p.1) “A motivação é considerada como uma mola propulsora para o envolvimento e a permanência do ser humano na realização de tarefas de diferentes naturezas”. Foi possível verificar que alguns estudantes se mostraram desmotivados com o uso do software:

*por não ter gostado do app, não tive muita vontade de explorar mais, ou me desafiar mais. (A6)*

*não é que ele não tenha contribuído em nada em minha aprendizagem, mas não tenho muito costume em usar ferramentas online, e talvez por isso tive dificuldades, me desmotivou bastante por não ter gostado de usar. (A6)*

*eu não consigo aprender direito por esse app então eu tenho que estudar fora igual. (A1)*

Ramos (2012, p.16) destaca que:

[...] o interesse é um dos geradores da motivação e também do envolvimento, visto ser indispensável à aprendizagem melhorando a qualidade do trabalho, bem como o empenho escolar dos alunos. Pelo contrário, o desinteresse provoca a fadiga, sendo esta desencadeadora da falta de interesse e conseqüente desmotivação.

As falas do aluno A6 vão ao encontro do preconizado por Ramos (2012). O fato de o aluno não ter gostado de utilizar o GeoGebra acarretou em desmotivação e desinteresse com as atividades o que, conseqüentemente, pode causar dificuldades na construção dos conhecimentos referentes às funções trigonométricas. Observa-se também que esse estudante não se motivou, pois já sentia um descontentamento e uma indisposição com o software e o uso de tecnologias desde o início. O aluno A1 também manifesta dificuldade em estudar utilizando o GeoGebra, contudo esse aspecto não o fez desistir do conteúdo, uma vez que ele manifesta procurar outros meios para compreender os conceitos discutidos em aula.

Outro fator que pode causar desmotivação é o fato de que os estudantes estavam aprendendo um conteúdo novo concomitantemente à aprendizagem do software. No mapeamento apresentado no capítulo 3, identificou-se que o GeoGebra é normalmente utilizado com o intuito de revisar e contextualizar o conteúdo que está sendo desenvolvido, ou seja, o estudante não precisa dividir a carga cognitiva entre aprender um novo conteúdo e aprender a manusear o software. Segundo Tarouco e Cunha (2006, p.5) “A carga cognitiva refere-se às demandas colocadas na memória de trabalho do aprendiz durante a instrução”. Quando um estudante já domina um conteúdo, ele dispense menos recursos cognitivos para aprender certo conceito do que um estudante que está aprendendo pela primeira vez o conteúdo (ALVES et. al., 2017). Assim, é possível que a

sobreposição de novos conteúdos com a apresentação de um software com uma grande diversidade de recursos possa desmotivar, ou exigir demais dos alunos. Alguns estudantes citaram a dificuldade em associar o conteúdo trabalhado com o software, bem como aprender os dois simultaneamente. Esses aspectos estão presentes nas falas dos estudantes A8, A12, B6 e A5:

*Não é culpa de quem está explicando (no caso a professora) e sim da própria complexidade da matéria. (A8)*

*Não consegui relacionar muito o conteúdo com a plataforma, não sabia muito bem o que estava sendo pedido (A12)*

*Bastante, pois nunca tinha usado e é uma matéria que eu não tenho facilidade. (B6)*

*Fui desafiado a aprender utilizando a plataforma. (A5)*

Nos trechos trazidos acima é possível identificar que a aprendizagem concomitante do conteúdo e do software pode causar uma sobrecarga cognitiva nos estudantes. O uso de softwares pode ser apontado como uma maneira de motivar os estudantes para uma aprendizagem mais eficiente, porém alguns softwares podem dispersar o estudante e ter uma influência negativa na aprendizagem, tendo um aumento da carga cognitiva, um aumento de recursos cognitivos dispensado para fazer a atividade (SANTOS; TAROUÇO, 2007). Dessa forma, o uso do software para aprender um novo conteúdo sem que os estudantes já tivessem familiaridade com ele pode contribuir na desmotivação dos alunos.

Por outro lado, é possível observar a motivação dos estudantes em outras falas já apresentadas e nas dos estudantes B8 e B7 reproduzidas abaixo:

*te permite personalizar bastante o gráfico e tem uma gama de recursos avançados que pode te trazer a curiosidade e ir atrás de mais atividades. (B8)*

*No caso da atividade Funções Trigonométricas, eu curti de fazer atividades com esse conteúdo, os comandos que utilizamos e as ferramentas que usamos para dar forma e cor para a atividade, foi tudo tão bem feito. (B7)*

Em ambos os excertos pode-se perceber que possuem dimensões relacionadas ao engajamento e à motivação. Um conteúdo educacional que desperta a curiosidade do estudante e um software de interesse são aspectos que, segundo Herpich (2019), contribuem com que os alunos fiquem engajados. O mesmo autor também preconiza que a satisfação gerada ao completar as atividades e o desejo de querer saber mais sobre o assunto são dimensões que indicam que os alunos ficam motivados com atividades propostas. Dessa forma, é possível perceber no excerto do estudante B8 essas duas dimensões, pois fica evidenciado que ele gostou do software pelos motivos de poder



personalizar suas atividades a ponto de despertar a curiosidade para saber mais. Já, B7 demonstra a satisfação em poder fazer a personalização em suas atividades. Os estudantes B17 e B9 também apontam a motivação com o uso do software, trazendo outros motivos quando questionados se caso o software não tivesse sido utilizado nas aulas, se seus níveis de compreensão do conteúdo teriam sido os mesmos:

*Sem o uso do Software GeoGebra o meu nível de compreensão seria menor, pois eu estaria menos motivada e interessada no assunto. Seriam muitos gráficos a serem desenvolvidos manualmente, o que traria um cansaço excessivo que causaria desinteresse nos estudantes (B17)*

*Acredito que não, porque eu teria me cansado e, provavelmente me irritado com a matéria por não entender. (B9)*

*Acho que sem o software meu nível de compreensão seria mais baixo do que quando utilizado, pois, a interação do app despertou uma maior concentração nas aulas. (A17)*

Os estudantes trazem em suas falas que o uso do software favoreceu suas aprendizagens por mantê-los motivados. A estudante B17 ainda explica que sem o uso seria muito desinteressante estudar funções trigonométricas e o estudante B9 que teria ficado irritado com o conteúdo. Já, o A17 afirma que o software auxiliou na concentração, fazendo com que ele compreendesse melhor a matéria. Em geral, pode-se observar que a atividade trouxe um maior engajamento e motivação dos estudantes, concordando com as considerações de Pereira e Guerra (2016) sobre o uso de sequências didáticas utilizando o GeoGebra, na qual afirmam que elas contribuem “efetivamente na motivação e na redução das dificuldades dos alunos em relação à Trigonometria.” (PEREIRA E GUERRA, 2016, p.70). Os resultados também estão em concordância com Medeiros et al. (2017), que afirmam que os estudantes de seu projeto de pesquisa estiveram 91% do tempo com a atenção voltada para a realização das sequências didáticas.

É possível perceber também que, apesar de cada estudante estar em sua casa devido ao ensino emergencial remoto, houve uma troca de experiência entre eles, como relata o estudante A8 quando questionado sobre o quanto se sentiu desafiado com as atividades:

*De 0 a 10 diria que foi um 7, pois com ajuda de amigos entendi melhor como o software funcionava e depois foi fácil prosseguir a partir daí.(A8)*

A aplicação da sequência didática, como já dito, ocorreu em meio a uma pandemia, de maneira que a modalidade de ensino era a emergencial remoto. Após algumas explorações no software GeoGebra e das atividades com funções trigonométricas, os estudantes já estavam adaptados com o uso do software e as sugestões de como usá-lo era socializado entre os grupos. Inicialmente, a sequência de atividades

foi planejada para uma aplicação em aulas presenciais, mas, devido à pandemia que estava ocorrendo, as atividades foram adaptadas para o ensino emergencial remoto.

Uma das mudanças foi no suporte dados aos estudantes. Enquanto em uma sala de aula presencial pode-se auxiliar, a qualquer momento, individualmente os estudantes, já na modalidade remota utilizando o *Google Meet*, esta possibilidade fica comprometida. Alguns estudantes solicitavam muitos auxílios durante as construções no GeoGebra, a maioria deles usavam um aplicativo de comunicação por meio de voz (Discord) para poderem conversar e auxiliar uns aos outros e também quando surgia alguma dúvida maior ou erro no software, os estudantes compartilhavam suas telas e estas dúvidas eram discutidas em grupo, professora e estudantes. Era muito complicado auxiliá-los remotamente mesmo que eles compartilhassem as telas, uma vez que nem todos os alunos conseguem se expor desta maneira, fazendo com que eles buscassem ajuda externamente, em tutoriais do Youtube. Esse foi outro motivo para a produção dos vídeos com as construções, pois a maioria dos vídeos já existentes são focados para quem já sabe manusear o software.

Às vezes, mesmo que os estudantes compartilhassem a tela, a professora não conseguia sanar as dúvidas. Alguns comandos no GeoGebra que eram necessários fazer para “corrigir” as construções dos estudantes, não eram compreendidos por eles apenas com explicações verbais. Fazia-se, então necessário que a professora compartilhasse a sua tela, ficando um processo muito demorado para resolver algumas pequenas dúvidas. Além disso, toda dúvida individual era respondida para o grupo todo, uma vez que o compartilhamento de tela ocorre de forma coletiva. Diferentemente de aulas presenciais, nas quais a professora poderia se direcionar até o computador do aluno e atendê-lo individualmente enquanto os demais seguiam trabalhando, no contexto emergencial remoto isto é dificultado.

Paulo e Shintani (2017) mostram em seu trabalho que atividades com o GeoGebra acabam contribuindo para que emerjam ações colaborativas entre os estudantes. Com o excerto do estudante A8.4 é possível perceber que, mesmo as aulas não sendo presenciais, essa troca entre os estudantes foi mantida. Este trabalho colaborativo também é identificado no trabalho de Meneghelli e Possamai (2019) que concluem que o uso de recursos tecnológicos permite desenvolver nos estudantes autonomia e trabalho colaborativo.

### 6.2.3. Aprendizagem

Esta categoria final é denominada de aprendizagem, que para Piaget (1964, p.176, tradução nossa) “Em geral, a aprendizagem é provocada por situações - provocada por um experimentador psicológico; ou por um professor, com referência a algum ponto didático; ou por uma situação externa”. Portanto, para aprender é necessário ter uma experiência com alguma situação e essa situação deve fazer sentido para si. O questionário MAREEA avalia a aprendizagem em cinco dimensões, a saber: *efetividade, desafio, feedback, segurança e complexibilidade* (HERPICH, 2019).

Sobre a efetividade, Herpich (2019) a entende como a possibilidade do software contribuir para um melhor entendimento do conteúdo. Ela também está relacionada à aplicabilidade do aprendizado com o software em outras atividades. Nessa categoria surgiram muitas falas dos estudantes que indicam as contribuições do uso do GeoGebra para a compreensão dos conceitos:

*Acho que a utilização do GeoGebra nos auxilia a entender melhor a matéria de uma forma mais divertida (A9)*

*Acho que o GeoGebra foi um grande facilitador no período de aprendizado do conteúdo citado, não possuo críticas. (B5)*

*Achei muito bom, auxilia imensamente com a compreensão da matéria (B11)*

*Apenas elogios. Acredito que facilitou o aprendizado e tornou a matéria mais interessante. (B17)*

Assim como nesta pesquisa, outros trabalhos já haviam identificado o GeoGebra como agente facilitador da aprendizagem (PEREIRA; GUERRA, 2016; ABAR; SILVA, 2018). Para Frizzarini e Carginin (2019), o fato de o GeoGebra possibilitar que os estudantes reconheçam objetos de distintas maneiras (algébrica e geométrica) é um dos motivos pelos quais ocorre um melhor entendimento dos conteúdos que estão sendo trabalhados.

Além disso, pode-se especular que o GeoGebra também contribui com o aprendizado quando os estudantes, uma vez que constroem as atividades no software, passam a possuir um material concreto para auxiliar em suas aprendizagens, como aponta o estudante A16:

*Tive facilidade que após pronto o processo, resolver exercícios ficou mais fácil. (A16)*

O recorte discursivo acima vai ao encontro da dimensão de efetividade associada à aprendizagem (HERPICH, 2019), uma vez que o aluno reconhece que aquilo elaborado no software pode ser utilizado em outras atividades. Como exemplo de uma atividade que

podia ser utilizada em outras situações é o ciclo trigonométrico que foi construído na primeira atividade e servia como consulta para a resolução de outras.

Rodrigues e Gazire (2012, p. 188) destacam a importância do material manipulativo: “Estes materiais podem tornar as aulas de matemática mais dinâmicas e compreensíveis, uma vez que permitem a aproximação da teoria matemática da constatação na prática, por meio da ação manipulativa” corroborando também com Braga e Souza (2019). Os excertos abaixo indicam o reconhecimento dos alunos em relação aos materiais manipulativos e suas contribuições para a aprendizagem:

*Acho que foi muito mais fácil de aprender porque assim a gente pode ver o que está acontecendo e como tá acontecendo. (B3)*

*Eu pude visualizar os gráficos e mexer neles para entender o que os exercícios pediram. (B4)*

*Facilitou imensamente, porque além de eu poder mexer na hora na fórmula e vendo suas consequências e ajudou a entender cada ponto da função. (B8)*

Nas falas acima é possível identificar que os estudantes acreditam que a facilidade de entender o conteúdo é devido à interatividade do software. Por exemplo, na atividade na qual foram realizadas as construções das funções com controles deslizantes, ao alterar os valores dos coeficientes da função, é possível observar imediatamente as modificações no gráfico. Para Herpich (2019), uma das maneiras do software contribuir para a aprendizagem é quando ele oportuniza experimentações por meio de feedback visual e por áudio. No caso do GeoGebra, o feedback é apenas visual. O fato dele ser um software de geometria dinâmica permite que os objetos construídos sejam manipulados e as alterações sejam visualizadas em tempo real, tornando-se concreto o que se está aprendendo, facilitando assim, a aprendizagem. As falas reproduzidas acima destacam a interatividade e o feedback visual em tempo real como potencialidades do GeoGebra.

Neste mesmo sentido, muitos alunos destacaram a contribuição do GeoGebra para a visualização do conteúdo como um dos fatores que facilitam a construção dos conceitos:

*Acho o GeoGebra bom de visualizar o conteúdo, o que torna mais fácil o aprendizado. (A3)*

*Consegui aprender bem a matéria, pois com o GeoGebra podemos visualizar e entender melhor os gráficos. (A9)*

Os estudantes aqui destacam que com o uso do software é mais fácil aprender as funções trigonométricas, corroborando o preconizado por Frizzarini e Cargnin (2019), que evidenciam que o uso de representações pouco utilizadas em sala de aula, como o GeoGebra, favorece o entendimento do conteúdo que está sendo trabalhado e com

Herpich (2019) que sugere que as simulações do software são proveitosas para o aprendizado.

Outros estudantes entendem que o feedback visual proporcionado pelo GeoGebra favorece que eles construam relações entre os conceitos, contextualizando e significando o conteúdo:

*Acho que o uso do GeoGebra contribuiu com uma melhor visualização do conteúdo na prática, me fez entender o porquê de chegarmos a determinados valores de seno e cosseno, por exemplo. (A15)*

*Eu acho que seria um pouco mais demorada a visualização e seria mais difícil fazer a relação dos gráficos com o círculo e as funções. (B4)*

*Foi mais fácil identificar e perceber as funções com o app (A1)*

Os estudantes enfatizam em suas falas que o software colabora para a compreensão do que se está estudando, estando em concordância com as conclusões obtidas por Meneghelli e Possamai (2019).

Sobre o feedback visual proporcionado pelo software, alguns participantes da pesquisa entendem que a contribuição do GeoGebra está em deixar o conteúdo menos abstrato:

*O software ajuda na parte visual e prática da matéria (A19)*

*Contribui muito, sem a utilização desse, eu não teria conseguido visualizar tão bem. (A7)*

*[...] o software ajuda muito na questão da visualização do funcionamento das funções (B10)*

*Trigonometria não é onde tenho a maior facilidade, mas achei esta forma nova muito proveitosa e curiosa. É diferente do que estamos acostumados e tem uma ótima visualização do que precisamos observar. (B9)*

Os estudantes citam a palavra *visualização* para explicitar que o entendimento por meio do GeoGebra foi facilitado. O fato do GeoGebra reduzir o grau de abstração é corroborado por Furini, Teixeira e Trentin (2020, p. 77) que afirmam que: “Trabalhar com o concreto é uma estratégia que o professor pode utilizar para auxiliar no estabelecimento da conexão com o contexto de seus alunos, tornando o processo de ensinar e aprender mais significativo.” Assim, como já preconizado por Santos e Homa (2018), é possível perceber que o software GeoGebra possibilita a exploração e a visualização dos objetos matemáticos ao permitir uma melhor interpretação e compreensão do que se está sendo estudado.

O Estudante A15, além de verbalizar a contribuição do GeoGebra para a visualização do conteúdo, destaca a importância da primeira atividade realizada (ciclo trigonométrico) estar disponível no seu portfólio:

*Eu consegui compreender bem o conteúdo com a ajuda do Software, pois ele ajudou a visualizar a matéria de uma maneira mais prática e também mais descontraída. A principal facilidade que me ajudou a solucionar as atividades e gravar o conteúdo foi com o ciclo trigonométrico, já que estava disponível quando eu precisava saber de alguma informação. (A15)*

O estudante também cita que a maneira com a qual as aulas foram direcionadas usando o GeoGebra, adjetivando-as como descontraídas e dinâmicas. Essa fala reafirma o que Braga e Souza (2019) apontam em seu trabalho, que o uso do GeoGebra possibilita que os estudantes observem as transformações gráficas ao facilitar a compreensão e dinamizar as aulas, favorecendo uma aprendizagem com significado.

Salienta-se ainda que a primeira atividade, além do caráter propedêutico e que visava à familiarização com o software, serviu como suporte para as atividades subsequentes. Ainda sobre a importância do material concreto, os estudantes produziram seus próprios dispositivos e personalizaram da forma que eles julgavam melhor. Acredita-se que a participação de maneira ativa na construção dos materiais, bem como a possibilidade de customização por parte dos alunos podem ser aspectos que façam com que os alunos se envolvam com suas aprendizagens, sendo protagonistas delas. Para Papert (1994), diferente da ideia do instrucionismo, no qual o melhor caminho para uma aprendizagem é o aprimoramento de técnicas de transmissões; no construcionismo o caminho da aprendizagem é o da construção. Corroborando essa ideia, Maltempo (2000, p.11-12) aborda que “O aprendizado deve ser um processo ativo, onde os aprendizes ‘colocam a mão na massa’ (hands-on) no desenvolvimento de projetos, em vez de ficarem sentados atentos à fala do professor.” (BASSO; NOTARE, 2015) também abordam esse assunto Neste sentido, as atividades propostas na sequência didática se aproximam de uma abordagem construcionista, colocando o estudante como ser ativo no processo de aprendizagem. A manipulação é importante para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, de forma que alguns deles expõem essa percepção:

*mesmo que a professora apresentasse a tela no telão a gente não conseguiria ter a mesma visualização que a gente tem fazendo com o nosso próprio aparelho (B3)*

*a utilização do software contribuiu para aprendizagem, pois, possibilita a criação dos exercícios e se torna mais fácil a compreensão quando você vê alguém fazendo, entende e replica, do que somente ver (B5)*

*Eu entendi bem a matéria, porém o GeoGebra me ajudou muito mais a entender, pois ser mais interativo que um quadro, e era você que estava montando as coisas, na matéria em si eu não tive grandes dificuldades (A4)*

A importância dos alunos se envolverem ativamente nas atividades também é destacado por Barros e Stivam (2012). As autoras entendem que esse processo ativo

permite que os alunos transfiram “suas habilidades cotidianas para a sua interação com esse ambiente e a partir dessa interação ocorrerá a construção do conhecimento matemático” (BARROS; STIVAM, 2012, p. 193)

Durante todo o desenvolvimento da sequência de atividades os estudantes precisavam produzir suas construções para que eles fossem protagonistas das suas aprendizagens, se engajando ativamente nas tarefas. Nos excertos trazidos acima é possível identificar que os estudantes também entendem que essa participação ativa em aula contribui na sua aprendizagem, reafirmando o que Medeiros et al. (2017) concluíram em seu trabalho realizado com oito estudantes a construção do ciclo trigonométrico no GeoGebra, a saber, que esse software propicia a participação ativa do estudante na construção de conhecimento.

Alguns estudantes retomam a ideia da visualização do que se está estudando, trazendo o aspecto de se ter uma visão global dos conteúdos trabalhados:

*Contribuiu devido a sua visualização que nos mostra o conteúdo na forma dos gráficos, o que é muito útil. [...]aplicativo nos mostra os gráficos de uma forma interessante, que ajuda na compreensão. (A10)*

*Contribuiu, pois eu consigo visualizar do início ao fim o conteúdo, com muito mais facilidade e eficácia. (A11)*

*Houve a facilidade na aprendizagem porque os cálculos se tornarem visíveis através dos gráficos e circunferências do app. (A17).*

O estudante A10 ressalta que a maneira com que o software permite a visualização auxilia na sua compreensão. Os estudantes A11 e A17 destacam a visibilidade de parte algébrica e da parte geométrica, ou seja, a possibilidade de observar tudo que estão aprendendo em uma mesma tela permite que eles façam relações entre as representações algébrica e geométrica das funções estudadas. Esses alunos também valoram a facilidade e rapidez, reforçando a efetividade do software em suas aprendizagens (HERPICH, 2019). Neste mesmo sentido, alguns estudantes, ao serem questionados como o software contribuiu para suas aprendizagens, trouxeram a praticidade propiciada por ele:

*O software nos auxilia a construir um gráfico em muito menos tempo do que construir um manualmente, além de poder salvar seus arquivos e editar a qualquer momento. (A9)*

*Ajudou para não precisar a fazer a mão (B2)*

*É um conteúdo complicado, mas o GeoGebra ajuda a não perder tempo fazendo os gráficos à mão. (B2)*

*com a tecnologia online é mais objetiva e rápida para realizar essas atividades, como essas que estamos realizando (Funções Trigonômicas). (B7)*

*é muito melhor fazer os gráficos por ele do que a mão, porque nele tem todas as informações e é bem mais prático e rápido de ser feito. (B13)*

Talvez para os alunos a elaboração manual dos gráficos seria mais trabalhosa e com maior facilidade de perder a linha de raciocínio do que utilizando o software. O GeoGebra pode, então, ter ajudado a mantê-los focados e assim auxiliando em suas aprendizagens. Essas características podem terem sido evidenciadas por eles, exatamente pelo fato de serem estudantes da geração Z, que tem como características o imediatismo e possuem dificuldade de se manterem concentrados em uma atividade por um grande período de tempo (QUINTANILHA, 2017). Os estudantes parecem acreditar ser enfadonho a construção dos gráficos das funções de maneira manual, contudo, é importante salientar que realizar o esboço do gráfico à mão desenvolve habilidades diferentes do que quando se faz essa construção em um software. Conforme a competência específica quatro de matemática e suas tecnologias para Ensino Médio da BNCC (BRASIL, 2018, p. 531), é importante “Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas.” Assim, confeccionar os gráficos manualmente e no software podem ser vistos como processos complementares ao desenvolvimento dessa competência, devendo, ambos, serem oportunizados para os alunos ao longo de suas trajetórias escolares.

Em divergência a esses estudantes que apontaram que o GeoGebra facilitou as suas aprendizagens, alguns estudantes acreditam que o uso do software as dificultou:

*dificultou já por ser complicado de utilizar. Acho que teria sido mais fácil e melhor o nível de compreensão sem usá-lo. (B12)*

*Acho que se não tivesse sido utilizado o software eu teria aprendido mais facilmente pois achei muito confuso (B15)*

Os estudantes B12 e B15 destacam a dificuldade de usar o software como um obstáculo à aprendizagem do conteúdo, uma vez que para aprendê-lo é necessário dominar os recursos do GeoGebra. Nesse sentido, verifica-se que a aprendizagem dos conteúdos matemáticos pode ser dificultada caso os alunos não se apropriem dos comandos e das ferramentas do GeoGebra.

Outros estudantes mencionaram a dificuldade de seguirem e entenderem o passo a passo disponibilizado para auxiliá-los nas construções, como manifestado por A8, A21 e A12:

*acho os exercícios um pouco complicados, é um passo a passo enorme e complexo e às vezes eu me perco. (A8)*

*Bom, alguns exercícios eu fazia como o tutorial pedia só que chegava na metade já começava a dar errado, não sei porquê, pois fazia tudo do jeito que a instrução da sora mandava. (A21)*



*mesmo tendo um passo a passo, e mesmo com o passo a passo das atividades não consegui realizá-las totalmente (A12)*

Nota-se que, além de não ser trivial utilizar o software por alguns estudantes, também houve dificuldade de utilizar o passo a passo que foi disponibilizado para auxiliar nas construções das atividades. Aqui pode-se perceber uma das fragilidades do modelo de ensino emergencial remoto. Caso essa aplicação tivesse ocorrido em uma aula presencial seria mais fácil auxiliar os estudantes no processo de desenvolvimento das atividades. A fala de A21 ilustra esse fato, pois sozinha ela não consegue identificar o erro cometido, uma vez que acredita ter seguido o tutorial de forma correta. No caso de uma atividade presencial, a professora poderia imediatamente analisar os procedimentos realizados pela aluna, mostrando qual erro foi cometido. Apesar de nos encontros síncronos os alunos terem a possibilidade de compartilharem a tela, essa oportunidade não era muitas vezes suficiente para o auxiliar os estudantes em suas dificuldades.

Questiona-se aqui, se o passo a passo citado nas falas anteriores estava muito sucinto para um aprendiz do software ou se para entendê-lo seria preciso compreender a linguagem matemática utilizada no software. Tem-se aqui um problema, pois se é um passo a passo espera-se que ao ler o estudante compreenda e consiga realizar as atividades indiferente de ser algo novo na sua vivência, ou não. Sendo assim, o professor precisa colocar-se no lugar do estudante ao produzir o material de apoio disponibilizado, tendo a capacidade de “transformar o conhecimento de conteúdo que possui em formas que são pedagogicamente poderosas e, mesmo assim, adaptáveis às variações em habilidade e histórico apresentadas pelos alunos” (SHULMAN, 2014, p.217). O fato do passo a passo ser genérico e disponibilizado como apoio para a realização de atividades assíncronas, pode muitas vezes não atender as individualidades dos alunos.

Importante ressaltar que segundo Van de Walle (2009, p.50) “Os estudantes têm de perceber que os erros são uma oportunidade para crescimento quando são descobertos e explicados.”. Foi possível notar a dificuldade dos estudantes em aceitarem seus erros e dificuldades, pois raramente eles abriam o microfone e compartilhavam suas telas para a resolução das dúvidas. Um dos motivos foi verbalizado pelo estudante A21:

*acho que se eu tivesse pedido ajuda eu até conseguiria só que fiquei com vergonha. (A21)*

Esse estudante demonstra a sua dificuldade em se expor e pedir ajuda. Dessa forma, características pessoais mais sutis dos alunos podem também dificultar a construção dos conceitos matemáticos trabalhados. As falas abaixo dizem respeito ao que os alunos

pensavam se realizassem as atividades sozinhos e mostram que apesar dos alunos não compartilharem suas telas, a ajuda da professora foi importante nos encontros síncronos:

*no início foi bem difícil, mas fazendo junto com a professora, consegui entender melhor e fazer com mais facilidade. (A7)*

*Durante as aulas sempre temos ajuda para montar os gráficos, então não me senti totalmente desafiada. (A9)*

*Se eu tivesse feito sozinho teria encontrado mais desafios, porém a ajuda da professora foi muito útil. (A10)*

Em alguns momentos o auxílio aos alunos ocorria por meio do chat disponível no Google Meet, em outros a professora acessava o perfil dos estudantes na plataforma do GeoGebra no qual era possível visualizar as construções passo a passo deles e indicar possíveis equívocos.

Alguns estudantes destacam a dificuldade do ensino emergencial remoto, verbalizando que foi extremamente difícil fazer suas construções sem que houvesse um acompanhamento da professora, como nos excertos abaixo:

*Extremamente complicado e por vezes frustrantes de usar sem supervisão. (B16)*

*Pouco, pois quando a professora faz junto fica bem fácil de acompanhar, mas é mais difícil quanto a gente tem que fazer sozinha (B3)*

*Achei um pouco desafiador principalmente na primeira atividade, onde tentei avançar sem a ajuda da professora. (A19)*

Nestas falas é possível perceber a falta de segurança que alguns estudantes possuem em realizar suas atividades sozinhos e mais uma vez destaca-se aqui a importância de transformar os estudantes em protagonistas das suas aprendizagens. Essa insegurança também foi percebida por Meneghelli e Possamai (2019), que destacam que os estudantes pediam que o professor ou a pesquisadora fosse sempre averiguar se suas construções estavam corretas. Em vista disso, é possível destacar a importância do professor no processo de aprendizagem do estudante. Segundo Freire (2019, p.47) “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. O professor não é um transmissor de conteúdo, ele está mais próximo de um “mediador do conhecimento, um problematizador. O aluno precisa construir e reconstruir o conhecimento a partir do que faz.” (GADOTTI, 2007, p.13).

Durante a aplicação da sequência de atividades, as construções no GeoGebra eram sempre realizadas nas aulas síncronas para que eles pudessem resolver suas dúvidas, ou seja, o passo a passo era realizado em conjunto com os estudantes. Alguns estudantes tentavam seguir o processo de construção sozinhos quando ele era interrompido para resolver alguma dúvida que havia surgido. Alguns conseguiram terminar suas

construções individualmente com sucesso, outros tiveram mais dificuldades. Com isso os estudantes destacaram a importância da mediação da professora para o sucesso nas atividades realizadas, como os estudantes A10, A11, B1 e A18:

*Com o GeoGebra, e o auxílio da professora, consegui compreender bem o conteúdo. Além de que fiquei feliz por conseguir usá-lo, pois antigamente já havia tentado usar e não consegui (A10)*

*Acho ele um software ótimo para quem possui o auxílio do professor ou mais experiência sobre as matérias que ele nos traz. (A11)*

*Acredito que seja difícil aprender a mexer sozinho, então nas aulas deixa mais fácil. (B1)*

*Tive muita facilidade em tudo pelo fato de prestar atenção na professora, porém é muito difícil de manusear sozinho e se perder da professora também é difícil de se recapitular. (A11)*

*fácil de se usar, mas sempre uso assistindo as instruções da professora (A18)*

Os estudantes evidenciam que sem o auxílio da professora a experiência com o GeoGebra não seria tão proveitosa, já que vários destacam que sem as instruções eles não conseguiam utilizar o software, apontando mais uma vez a dificuldade do uso do GeoGebra e também a insegurança deles em fazer os processos sozinhos. Eles ainda ressaltam o auxílio dos vídeos no YouTube que a professora disponibilizou para que aqueles que não conseguissem acompanhar ou ainda sentirem dificuldades durante as aulas pudessem acessar em outro momento, como os excertos abaixo:

*Tive dificuldade porque não sabia mexer e sem os vídeos do Youtube, não teria ideia de como fazer. (B2)*

*Gosto muito de mexer no Soft e aprender a usá-lo, a Professora ajuda e explica nas aulas e ainda mais, manda vídeos explicativos maravilhosos para nos ajudar mais ainda. (B7)*

Como no início da aplicação da sequência de atividades foi possível observar a dificuldade dos estudantes em acompanharem as aulas, foram produzidos vídeos com o mesmo passo a passo já disponibilizado para os estudantes, porém realizando-o no GeoGebra. Acredita-se que como as aulas eram remotas os estudantes poderiam ter diversos problemas para acompanhar, como internet lenta, dificuldade no uso do software e outros. Também é importante destacar que cada estudante tem o seu próprio tempo para realizar as atividades e compreender os conceitos. Bastos, Magalhães e Oliveira (2020, p. 251) apontam que “A aprendizagem é um processo de construção de relações em que o aluno, como ser ativo na interação com o ambiente, também é responsável pela direção e pelo significado do aprendido”. A disponibilização dos vídeos visava a diminuir essas dificuldades.

Ao serem questionados sobre o quanto se sentiram desafiados nas aulas utilizando o Software GeoGebra, os alunos citam que:

*me senti desafiadíssimo acho que se eu tivesse pedido ajuda eu até conseguiria só que fiquei com vergonha. (A21)*

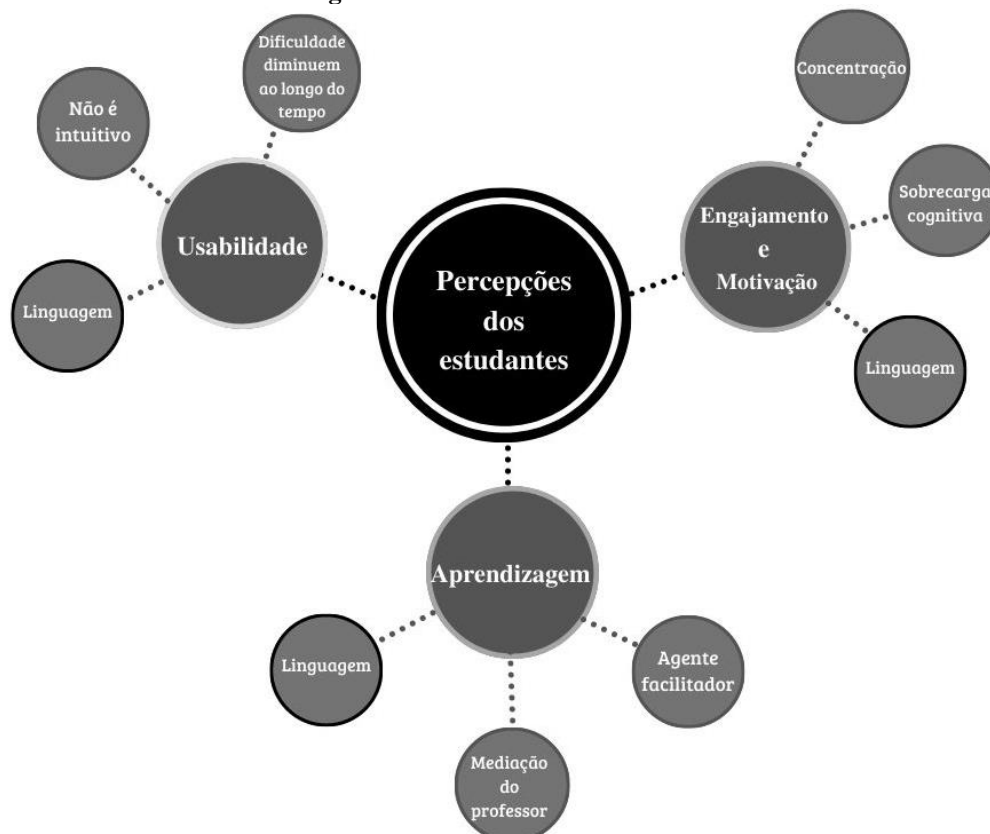
*Achei um pouco desafiador principalmente na primeira atividade, onde tentei avançar sem a ajuda da professora. (A19)*

Uma das dimensões da aprendizagem é o desafio, que é entendido por Herpich (2019): se o software desafiou o estudante a aprender algo novo e se no software é possível escolher tarefas que instiguem os alunos a aprenderem algo novo. Nas falas dos estudantes é identificável essa dimensão, pois eles apontam o quanto se sentiram desafiados com o software. A21 traz que esse sentimento permaneceu já que não conseguiu sanar suas dúvidas, como já foi exposto anteriormente. A19 comenta que o desafio maior foi na atividade do ciclo trigonométrico (primeira atividade). A partir das observações das aulas, destaca-se que esse estudante conseguiu realizar todas as construções solicitadas posteriormente. Aspecto que vai ao encontro do constatado por Paulo e Shintani (2017), ou seja, mesmo os estudantes estando em um ambiente totalmente novo para eles, o desafio os motiva para compreenderem a matemática.

#### **6.2.4. Síntese das Categorias**

A Figura 11 apresenta as categorias finais com os principais elementos de cada uma delas.

**Figura 11:** Síntese da ATD



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Na categoria usabilidade os estudantes destacam pontos como o *software* GeoGebra não ser intuitivo, ou seja, o uso dele não flui de imediato. Entretanto, eles apontam que ao longo do tempo as dificuldades com o seu uso vão sendo superadas. Este processo gradativo está interligado com o fato de os estudantes se apropriarem das linguagens matemática e tecnológica contidas no *software*. Este é um importante ponto que emergiu desta categoria, ficando evidente que o estudante precisa desenvolver concomitantemente o conhecimento do conteúdo específico da matemática e o conhecimento tecnológico para que o uso do GeoGebra ocorra de maneira satisfatória.

No que diz respeito ao engajamento e à motivação, os estudantes apontam sentimentos como satisfação, diversão e realização ao utilizarem o GeoGebra. Também relatam que se sentem envolvidos no uso do *software*, ajudando os estudantes a manterem o foco durante a realização das atividades. Ao mesmo tempo em que alguns estudantes mostram-se engajados e motivados, alguns apontaram desmotivação. Um dos fatores para que isto possa ter ocorrido é a sobrecarga cognitiva que acontece pelo fato de ser necessário dispendir muitos recursos cognitivos para aprender o conteúdo matemático que está sendo trabalhado simultaneamente à aprendizagem do uso do *software*. Neste sentido, a aprendizagem concomitante dos conhecimentos de conteúdo e tecnológico

podem contribuir para que os estudantes se desmotivem e/ou não se envolvam com as atividades propostas.

Na categoria aprendizagem o *software* mostrou-se como um agente facilitador na aprendizagem devido a sua interatividade, ao feedback visual que ele proporciona, uma vez que é possível observar simultaneamente um objeto do conhecimento nos modos algébrico e geométrico. Também são aspectos relevantes o fato dele desafiar o estudante a aprender coisas novas, como a linguagem matemática e a linguagem tecnológica e por proporcionar um material concreto para a aprendizagem. A utilização do *software* mostrou a importância da mediação do professor nas aulas, instigando o processo ativo do estudante em sua aprendizagem. O professor contribui para tornar as aulas mais dinâmicas, para auxiliar aqueles estudantes que possuem insegurança no uso de tecnologias e para ajudar aqueles que tiveram dificuldades com o próprio uso do *software*. É importante destacar que neste trabalho o uso do *software* aconteceu por meio de aulas síncronas devido à pandemia de COVID-19. Sendo assim, algumas dificuldades e até inseguranças demonstradas pelos estudantes poderiam ser menores caso as aulas fossem presenciais.

Por fim, destaca-se que caso o estudante não se aproprie do conhecimento tecnológico referente ao uso do software, a sua aprendizagem referente aos conteúdos de matemática pode ficar prejudicada.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo apresentam-se as considerações relevantes da investigação realizada nesta pesquisa que buscou *compreender as percepções dos estudantes sobre o uso do software GeoGebra para o estudo das funções trigonométricas*, por meio da aplicação de uma sequência didática. Para atender ao objetivo geral, foram elaborados três objetivos específicos, sendo eles: *Avaliar a experiência dos estudantes com o software GeoGebra; Identificar as percepções dos estudantes sobre o uso do software GeoGebra nas aulas de matemática no Ensino Médio; Reconhecer as percepções dos estudantes no que tange o uso das tecnologias digitais nas aulas de matemática no Ensino Médio.*

As análises apresentadas nesta pesquisa resultam das respostas dos estudantes coletadas por meio de um questionário elaborado pela autora analisadas pelo método ATD e pelo Ranking Médio das respostas do instrumento adaptado MAREEA. Importante destacar que a aplicação da sequência de atividades ocorreu durante a pandemia de COVID-19 e, por essa razão, foi desenvolvida em aulas síncronas.

A partir dos estudos realizados durante a pesquisa, foi possível observar que o uso do *software GeoGebra*, em sala de aula, normalmente acontece com o intuito de revisar e contextualizar o conteúdo que está sendo desenvolvido. Esta pesquisa utilizou o *software* para introduzir um novo objeto do conhecimento, funções trigonométricas, sendo assim este um dos possíveis motivos de algumas dificuldades encontradas nesta pesquisa.

Por meio do instrumento de avaliação adaptado foi possível avaliar a experiência dos estudantes com o GeoGebra. Concluiu-se que as dimensões avaliadas dos fatores de qualidades usabilidade, engajamento, motivação e aprendizagem ativa obtiveram, em geral, um RM acima de 3,0 na escala Likert. Estes resultados apontam que, em geral, os estudantes receberam bem o uso do software nas aulas de matemática.

A partir da análise do questionário elaborado pela autora é possível identificar e reconhecer as percepções dos estudantes de como o uso das tecnologias digitais se dá nas aulas de matemática no Ensino Médio. Os estudantes apontam a dificuldade em utilizar o *software* por ele não ser intuitivo, diferente talvez dos aplicativos que eles estão acostumados a usar por serem de uma geração já nascida na era tecnológica, a geração Z. Foi possível identificar que os estudantes precisavam aprender tanto a linguagem tecnológica do *software*, quanto a linguagem matemática contida no *software* e o novo objeto do conhecimento (funções trigonométricas), ocasionando assim uma sobrecarga

cognitiva. Isto fica evidenciado quando os estudantes destacam que com o tempo o *software* fica mais fácil de usar. Assim, para os próximos trabalhos que venham a utilizar o *software* para introduzir um novo conteúdo sugere-se trabalhar mais atividades propedêuticas para que eles se familiarizem com as linguagens contidas no *software* para posteriormente apresentar novos conteúdos.

Alguns estudantes demonstraram sentir estresse ao utilizar o GeoGebra, mas muitos apontam que após a finalização das atividades que envolvem o uso do *software* eles sentem alegria e satisfação, mostrando assim que eles se sentiam motivados com o uso. Essa motivação favorece os estudantes a manterem-se focados nas atividades e muitos estudantes apontaram este como um fator positivo. Destacam também que o *software* desperta curiosidade e que nele é possível personalizar suas atividades, concluindo assim que estes estudantes mostraram-se motivados e engajados com as atividades envolvendo o GeoGebra.

Um ponto destacado pelos estudantes foi que o *software* ajuda na compreensão do que está sendo trabalhado. Este auxílio pode se dar pelo fato do software ter um forte apelo visual, ser interativo, ser possível utilizar o que já foi construído em outras atividades e por mostrar o objeto tanto na forma algébrica como na geométrica, ou seja, proporciona um feedback visual interessante. Outro motivo de o *software* ser um agente facilitador é que com o seu uso o estudante torna-se ativo na sua aprendizagem.

No Ensino Emergencial Remoto apontou-se algumas dificuldades, como o auxílio na resolução de dúvidas dos estudantes. Como as aulas eram síncronas, era possível que o estudante compartilhasse sua tela para que a professora pudesse auxiliá-lo, porém, para isso era necessário ele se expor para a turma. Nas falas dos estudantes foi possível identificar uma grande insegurança deles em estarem certo ou errado e a mediação da professora foi essencial. Um exemplo disto foi a produção de vídeos para o Youtube, para que os estudantes pudessem fazer suas construções com mais calma, já que poderiam olhar o vídeo diversas vezes.

É possível afirmar que os estudantes precisam desenvolver, em concomitância, o conhecimento tecnológico e o conhecimento do conteúdo, pois as dificuldades na linguagem tecnológica e na linguagem matemática podem influenciar o processo de aprendizagem dos estudantes. Caso os estudantes não se apropriem destas linguagens, pode haver uma desmotivação e falta de engajamento, comprometendo a aprendizagem dos mesmos. Por isso, evidencia-se a importância da inserção de tecnologias digitais na sala de aula que propiciem o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes.



Importante destacar que o objetivo desta pesquisa foi alcançado, porém estas considerações provêm de um estudo de caso realizado com estudantes da segunda série do Ensino Médio de uma escola privada de Porto Alegre. Portanto, não se tem a intenção de ser entendida como verdades absolutas, mas sim, como um estudo que apresenta as percepções dos estudantes referentes ao uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática.

Para trabalhos futuros sugere-se investigar como o conhecimento tecnológico e o conhecimento do conteúdo podem se articular e contribuir no processo de aprendizagem dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

- ABAR, C. A. A. P.; SILVA, H. N. Proposta de estudos de função mediada pelo GEOGEBRA. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 1, p.75-94. Jan./fev., Canoas, 2018.
- ALMEIDA, M. E. B. Tecnologias na Educação: dos caminhos trilhados aos atuais desafios. **Bolema**. Ano 21, n°29. São Paulo, 2008.
- ALVES, M. V. C.; MODESTO, J. G.; LIMA-ROSSETTI, D.; LANINI, J.; BUENO, O. F. A. As dimensões da Carga Cognitiva e o Esforço Mental. **Revista Brasileira de Psicologia**, 04(01), Salvador, Bahia, 2017.
- BASSO, M.; NOTARE, M. R. Pensar-com Tecnologias Digitais de Matemática Dinâmica. **Renote**. Porto Alegre. v.13, n.2, 2015. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/61432>. Acesso em: 15 dez 2020.
- BARROS, A. P. R. M. de; STIVAM, E. P. O *software* GeoGebra na concepção de micromundo. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**. v.9, n.3, p. 184-194, 2012.
- BASTOS, C. A. R.; MAGALHÃES, G.; OLIVEIRA, K. Uma experiência de ensino de programação criativa na grade curricular. In: RAABE, A. ZORZO, A. F. BLIKSTEIN, P. (org) **Computação na educação básica: fundamentos e experiências**. Porto Alegre: Penso, 2020. p.251-255
- BERND, A. B. Registros de Representações Semióticas e a utilização de ambiente de geometria dinâmica na aprendizagem de conceitos de Geometria Analítica. **Novas Tecnologias na Educação (Renote)**. V.14, n 2, dezembro, 2016.
- BIEMBENGUT, M. S. **Mapeamento na pesquisa educacional**. São Paulo: Ciência Moderna, 2008.
- BORBA, M. de C.; SILVA, R. S. R. da; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: Sala de aula e internet em movimento**. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.
- BRAGA, R, M.; SOUZA, A, M. Boneco Trapezista: Trigonometria via Modelagem Matemática com o auxílio do GeoGebra. **Revista Cocar**. v. 13, n. 27, p. 637-659, set/dez, 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educar é a base**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category\\_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 15 maio 2019
- BRASIL. Portaria Nº 343, de 17 de março de 2020. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19. D.O.U 18/03/2020. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>. Acesso em: 03 mar. 2021.

BORUCHOVITCH, E. A motivação para aprender de estudantes em curso de formação de professores. **Educação**, v. 31, n. 1, p. 30-38, Porto Alegre, jan/abril. 2008

CASAROTTO, C. Dossiê das gerações: o que são as gerações Millennials, GenZ, Alpha e como sua marca pode alcançá-las. **Rockcontent**. 14 jul, 2020. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/dossie-das-geracoes/>. Acesso em: 03 mar. 2021

CARVALHO, L de F.; AMBIEL, R. A. M. **Construção de instrumentos de avaliação**: operacionalizando construtos para pesquisa. In.: Metodologias de Pesquisas em Ciências. BAPTISTA, M.N; CAMPOS, D. C. 2. ed. - [Reimpr.]. -Rio de Janeiro: LTC, 2018. E-Book. Acesso restrito para assinantes. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788521630470>. Acesso em 19 nov. 2019

CETIC. Pesquisa sobre o uso da Internet por crianças e adolescentes no Brasil – TIC Kids Online São Paulo, 2020. Disponível em: [https://cetic.br/media/analises/tic\\_kids\\_online\\_brasil\\_2019\\_coletiva\\_imprensa.pdf](https://cetic.br/media/analises/tic_kids_online_brasil_2019_coletiva_imprensa.pdf) Acesso em: 03 mar. 2020.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DOMINGUES, M. A. F. G., STURION, L. CARVALHO, A. A. A. Investigando Função Composta com o *software* GeoGebra. **REnCiMa**, v.10, n.3, p. 132-147, 2019.

ENTENDA o que é ‘lockdown’. G1, 06 maio, 2020. Bem Estar. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2020/05/06/entenda-o-que-e-lockdown.ghtml>. Acesso em: 03 mar 2021.

FERREIRA, F. A.; PERES, G. J. Matemática e Linguagem. In: Encontro Nacional de Educação Matemática. VIII, 2004, Recife. **Anais** Eletrônicos, SBEM, p. 1 – 14. Disponível em: <http://www.sbemrasil.org.br/files/viii/pdf/09/CC03790741680.pdf> Acesso em: 19 jan 2021.

FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLORENÇO JUNIOR. R.L. A linguagem matemática na sala de aula: perspectivas e dificuldade. **E-xacta**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 29-34. (2014). Editora UniBH. Disponível em: [ww.unibh.br/revistas/exacta/](http://ww.unibh.br/revistas/exacta/) Acesso em: 19 jan 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 59 ed. Rio de Janeiro/ São Paulo: Paz e Terra, 2019

FRIZZARINI, S. T.; CARGNIN, C. Uma sequência didática e suas representações: estudo das operações com arcos no ensino médio. **Educação Matemática Pesquisa (EMP)**, v. 21, n. 5, p.315-325, São Paulo, 2019.

FURINI, C. da S.; TEIXEIRA, A. C.; TRENTIN, M. O ensino de programação de computadores na educação infantil. In: RAABE, A. ZORZO, A. F. BLIKSTEIN, P. (org) **Computação na educação básica: fundamentos e experiências**. Porto Alegre: Penso, 2020. p.67-78.

GADOTTI, M. **A escola e o professor: Paulo Freire e a paixão de ensinar**. 1. ed, São Paulo: Publisher Brasil, 2007.

GAROFALO, D. **7 ações para superar as barreiras da tecnologia na sala de aula**. Nova Escola, São Paulo, abril. 2019. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/16974/7-acoes-para-superar-as-barreiras-da-tecnologia-na-sala-de-aula>. Acesso em: 13 maio de 2019.

GEOGEBRA. **O que é GeoGebra?**. Linz, International GeoGebra Institute, 2019. Disponível em: <https://www.geogebra.org/about>. Acesso em: 05 dez. 2019

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. [recurso eletrônico] 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GRAVINA, M.; BASSO, M. V. de A. **Mídias Digitais na Educação Matemática**. In: GRAVINA, Maria Alice (org.); BÚRIGO, Elisabete Zardo (org.); BASSO, M. V. de Azevedo (org.); Garcia, Vara Clotilde Vanzeto (org.). **Matemática, Mídias Digitais e Didática - tripé para formação de professores de Matemática**. Porto Alegre: Evangraf, 2012. p. 4-26. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/espmat/livros/livro\\_matematica\\_midias\\_didatica\\_completo.pdf](http://www.ufrgs.br/espmat/livros/livro_matematica_midias_didatica_completo.pdf). Acesso em: 13 maio 2019.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. C. A Aprendizagem da Matemática Em Ambientes Informatizados. **Informática na Educação: teoria & prática**. v.2 n°1. maio, 1999. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/20962/000243348.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

HERPICH *et. al.* Modelo de avaliação de abordagens educacionais em realidade aumentada móvel. **Revista Renote Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre, v.17, n.1, p.355 – 364, julho, 2019.

HERPICH, F. **Recursos educacionais em Realidade Aumentada para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial em física**. 2019, 207f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

HERPICH, F. TAROUCO, L. M. Engajamento de usuários em mundos virtuais: uma análise teórica-prática. **Renote – Revista Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre, v.14, n. 1 2016. p. I – XI.

HOHENWARTER, M. **Geogebra Quickstart**: Guia Rápida de Referência sobre Geogebra. Portugal, 2007. Disponível em: <https://docplayer.com.br/16183636-Geogebra-quickstart-guia-rapida-de-referencia-sobre-geogebra-www-geogebra-at-autor-markus-hohenwarter-markus-hohenwarter-sbg-ac.html>. Acesso em: 28 nov de 2020.

INTUITIVO. In: MICHAELIS. 2021. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=intuitivo+>. Acesso em: 18 jan 2021.

KELLER, J. M. “Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design.” **Journal of Instructional Development**, vol. 10, no. 3, 1987, p. 2–10. Disponível em: [www.jstor.org/stable/30221294](http://www.jstor.org/stable/30221294). Acesso em: 19 jan 2021.

LORENSATTI, E. J. C. Linguagem Matemática e Língua Portuguesa: Diálogo Necessário Na Resolução De Problemas Matemáticos. **Conjectura: Filosofia e Educação**. v. 14, n. 2, maio/ago. 2009. Disponível em: <http://ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/view/17/16> Acesso em: 18 jan 2021.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. [recurso eletrônico]. 2 ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MALTEMPI, M. V. **Construção de Páginas Web**: Depuração e Especificação de um Ambiente de Aprendizagem. 2000. 186f. Tese (Engenharia Elétrica e de Computação) - Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

MEDEIROS, J. S. R.; FONSECA FILHO, H. D. da.; MATOS, R. S. Uso de celular no ensino de ciências exatas: um estudo de caso. **Science and Knowledge in Focus**. Vol. 1, n. 2. 2018. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/scienceinfocus/article/view/4060>. Acesso em: 06 dez 2019.

MEDEIROS, M. F.; VALLETTA, D.; RIBEIRO, E. M. P.; DABOIT, K. L. S.; MAGAGNIN, E. B. A Atenção Voluntária na Construção de Conceitos Trigonométricos em Ambientes de Geometria Dinâmica. **Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE**. V. 25, n. 1, p. 77-93, 2017.

MENDONÇA, I. T. M.; GRUBER, C. Interação síncrona na Educação a Distância a partir do olhar dos estudantes: uma análise comparativa entre Webconferência e Videoconferência. **Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 159-174, maio/ago, 2019.

MENEGHELLI, J.; POSSAMAI, J. P. Resolução de Problemas e o *software* GeoGebra: um caminho para a compreensão das funções seno e cosseno. **Educação Matemática Pesquisa (EMP)**, v. 21, n. 2, p.491-512, São Paulo, 2019.

MORAN, J. M. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. **Revista Diálogo Educacional**. Curitiba, v. 4, n. 12, p.13-21. maio/ago, 2004.

MORAES, R.; GALIAZZI, M do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MORENO-ARMELLA, L.; HEGEDUS, S. J.; KAPUT., J.J. From static to dynamic mathematics: historical and representational perspectives. **Educational Studies in Mathematics**. v.68, p 99–111, 2008.

O'BRIEN, H. L.; OMS, E. G. (2008) What is user engagement? A conceptual framework for defining user engagement with technology. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 59, n.6, p.938 - 955. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/asi.20801>. Acesso em: 20 jan 2021.

OLIVEIRA, L. H. **Exemplo de cálculo de ranking médio para Likert**. Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração. Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional. PPGA CNEC/FACECA: Varginha, 2005

QUINTANILHA, L. F. Inovação pedagógica universitária mediada pelo Facebook e YouTube: uma experiência de ensino-aprendizagem direcionado à geração-Z. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 65, p.249-263, jul./set/, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/er/n65/0104-4060-er-65-00249.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2021.

PAPERT, S. **Logo: Computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense S.A., 1985.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: Repensando a Escola na era da Informática**. Rio de Janeiro: Artes Médicas, 1994.

PIAGET, J. Development and Learning. **Journal of Research in Science Teaching**. vol.2, p. 176-186. 1964.

PAULO, R.; SHINTANI, R. Um episódio na experiência de ensinar matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 4, p. 273-284, 21 dez. 2017.

PEREIRA, E.; GUERRA, E. A Utilização de Applets no Geogebra Para a Aprendizagem da Trigonometria no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 7, n. 3, p. 53-72, 2 set. 2016.

PERETTI, L.; TONIN DA COSTA, G.M. Sequência didática na Matemática. **Revista de Educação do Ideal**. Vol. 8 – Nº 17. Jan/Jun, 2013. Disponível em: [https://www.caxias.ideau.com.br/wp-content/files\\_mf/8879e1ae8b4fdf5e694b9e6c23ec4d5d31\\_1.pdf](https://www.caxias.ideau.com.br/wp-content/files_mf/8879e1ae8b4fdf5e694b9e6c23ec4d5d31_1.pdf). Acesso em: 28 nov de 2020.

PORFÍRIO, F. "Geração Z"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/sociologia/geracao-z.htm>. Acesso em 19 de janeiro de 2021.

PREECE, J. Sociability and usability in online communities: Determining and measuring success. **Behavior and Information Technology Journal**, 20(5), pp. 347–356. 2001.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants part 1. **On the horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

PRINCE, M. (2004). “Does active learning work? A review of the research”. **Journal of Engineering Education**, 93(3), pp. 223–232.

RAMOS, M. Z. P. **Envolvimento dos alunos na escola um estudo no ensino secundário. Orientadora: Carolina Carvalho**. 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Instituto de Educação - Universidade de Lisboa. Disponível em: [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/6273/1/ulfpie040035\\_tm.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/6273/1/ulfpie040035_tm.pdf). Acesso em: 20 jan 2021

REZENDE, C. S. **Modelo de avaliação de qualidade de *software* educacional para o ensino de ciências**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Itajubá, 2013.

RODRIGUES, F. C.; GAZIRE, E. S. Reflexões sobre uso de material didático manipulável no ensino de matemática: da ação experimental à reflexão. **Revemat: R. Eletr. de Edu. Matem.** Florianópolis, v. 07, n. 2, p. 187-196, 2012

SANTOS, J. S.; HOMA, A. I. R. Trigonometria para o ensino fundamental e médio com a utilização das tecnologias digitais. **Rematec**. Ano, 13, n 28, p. 114-126, mai/ago, 2018.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, C. R.; OLIVEIRA, G. S. de. (2013). Material concreto: uma estratégia pedagógica para trabalhar conceitos matemáticos nas séries iniciais do ensino fundamental. **Itinerarius Reflectionis**, v. 9, n.1. Ago, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/rir.v1i14.24344>. Acesso em: 25 fev 2021.

SANTOS, L. M. A.; TAROUÇO, L. M. R. A importância do estudo da teoria da carga cognitiva em uma educação tecnológica. **Revista Renote Novas Tecnologias na Educação**. v. 5, n. 1, 2007.

SELVA, A. C. V.; BORBA, R. E. de S. **O uso da calculadora nos anos iniciais do ensino fundamental**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

SHULMAN, L. S. **Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma**. Tradução de Leda Beck. Cadernos Cenpec, São Paulo, v.04, n.02, p. 196-229. dez. 2014.

**SOFTWARE**. In: DICIONÁRIO DO AURÉLIO. 2018. Disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com/tecnologia>. Acesso em: 13 maio 2019.

SOUTO, K. M. S. Geometria e programação: uma estratégia de aprendizagem. In: RAABE, A. ZORZO, A. F. BLIKSTEIN, P. (org) **Computação na educação básica: fundamentos e experiências**. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 219-226.

SUEHIRO, A. C. B.; BORUCHOVITCH, E. Motivação para leitura e lição de casa no Ensino Fundamental I. **Psicologia: Teoria e Pesquisa** (UNB. IMPRESSO), v. 1, p. 1-11, 2019.

TAJRA, S. F. **Informática na educação**: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade. 2.ed. São Paulo: Érica, 2000.

TAROUCO, L. M. R.; CUNHA, S. L. S. Aplicação de teorias cognitivas ao projeto de objetos de aprendizagem. **Novas Tecnologias na Educação (Renote)**. V.4, n°2, dezembro, 2006.

VALENTE, J. A. **Informática na educação no Brasil**: análise e contextualização histórica. In: José A. Valente (org.). O computador na sociedade do conhecimento, 1-28. Brasília: Ministério da Educação. 1999. Disponível em: <http://files.educacao-inclusiva21.webnode.com/200000009-d433fd62a3/cap1%20LIVRO%20INFORMATIC%20n%20EDUCA%C3%87%C3%83O%20ARMANDO%20VALENTE.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2019.

VAN DE WALLE, John A. **Matemática no ensino Fundamental**: Formação de Professores e Aplicação em Sala de Aula. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. Tradução: Paulo Henrique Colonese.

VIENS, A. This graph tells us who's using social media the most. Word Economic Forum, 2019.

YIN, R.K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos [recurso eletrônico]. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.



## APÊNDICE A – Questionário

Olá, sou estudante de mestrado em Ciências e Educação Matemática da PUCRS. Este formulário é parte da minha pesquisa de dissertação na qual pretendo compreender as percepções de estudantes sobre a aprendizagem de funções trigonométricas usando o *software* GeoGebra. A participação é anônima e todas as informações serão publicadas apenas em textos relacionados à dissertação

1. Cite 3 pontos positivos e 3 pontos negativos que você percebeu ao usar o *Software* GeoGebra:
2. Quais são seus elogios e/ou críticas do uso do *Software* GeoGebra nas aulas de Funções Trigonométricas?
3. Avalie a sua compreensão do conteúdo “Funções Trigonométricas” após utilizar o *Software* GeoGebra. Liste as facilidades e dificuldades que você encontrou e explique por que você acredita que teve essas facilidades ou dificuldades.
4. Avalie o quanto você se sentiu desafiado nas aulas utilizando o *Software* GeoGebra? Explique sua resposta.
5. Você acredita que o uso do *Software* GeoGebra tenha te motivado a aprender sobre Funções Trigonométricas? Explique sua resposta.
6. Como você percebe o uso de tecnologias digitais para promover a aprendizagem da trigonometria?
7. Compare a tua compreensão do conteúdo de análise combinatória no qual não utilizamos nenhum *software* durante as aulas e a compreensão de funções trigonométricas que utilizamos o *software* GeoGebra. Analise e descreva quais as vantagens e desvantagens do uso GeoGebra para a compreensão do conteúdo?
8. Como que o uso do *software* contribuiu ou dificultou a compreensão do conteúdo de funções trigonométricas? Você acha que caso o *software* não tivesse sido utilizado nas aulas, seu nível de compreensão do conteúdo teria sido o mesmo? Por quê?

**APENDICE B – Instrumento de Avaliação Adaptado MAREEA**

Olá, sou estudante de mestrado em Ciências e Educação Matemática da PUCRS. Este formulário é parte da minha pesquisa de dissertação na qual pretendo compreender as percepções de estudantes sobre a aprendizagem de funções trigonométricas usando o *software* GeoGebra. A participação é anônima e todas as informações serão publicadas apenas em textos relacionados à dissertação.

1. Idade:

- 15 anos
- 16 anos
- 17 anos
- 18 anos
- 19 anos
- outros

2. Sexo biológico

- Masculino
- Feminino

Assinale a opção que melhor represente a sua avaliação em relação ao *software* GeoGebra.

3. Eu precisei aprender pouca coisa antes de usar este *software*.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

4. Aprender a usar este *software* foi fácil.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo

Concordo

Concordo totalmente

5. Este *software* é fácil de usar.

Discordo totalmente

Discordo

Nem discordo, nem concordo

Concordo

Concordo totalmente

6. A forma de usar este *software* é fácil de entender.

Discordo totalmente

Discordo

Nem discordo, nem concordo

Concordo

Concordo totalmente

7. O design (cor, estilo de fonte e tamanho) usado neste *software* é claro e legível.

Discordo totalmente

Discordo

Nem discordo, nem concordo

Concordo

Concordo totalmente

8. Este *software* torna difícil que eu cometa erros.

Discordo totalmente

Discordo

Nem discordo, nem concordo

Concordo

Concordo totalmente

9. Em caso de erro no *software*, eu consigo me recuperar rápido dele.

Discordo totalmente

Discordo

- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

10. A interface deste *software* é atraente.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

11. Eu gosto da informação gráfica apresentada neste *software*.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

12. O conteúdo educacional que a plataforma do *software* disponibiliza vale a pena.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

13. Minha experiência com este *software* foi gratificante.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

14. Eu me senti envolvido nas tarefas deste *software*.

- Discordo totalmente

- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

15. A experiência de aprendizagem com este *software* foi divertida.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

16. O conteúdo educacional que a plataforma do *software* disponibiliza despertou minha curiosidade.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

17. Eu me interessei por este *software*.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

18. Eu estava tão envolvido na tarefa com este *software* que perdi a noção do tempo.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

19. Eu ignorei as coisas ao meu redor quando eu estava usando este *software*.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

20. A forma como a informação é organizada neste *software* ajudou a manter a minha atenção.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

21. Está claro para mim como o conteúdo educacional que a plataforma do *software* disponibiliza está relacionado às coisas que conheço.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

22. Completar com sucesso as atividades com este *software* foi importante para mim.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

23. Estou confiante de que aprendi o que deveria depois de usar este *software*.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo

- Concordo
- Concordo totalmente

24. Estou confiante de que entendi o conteúdo educacional mais complexo usando este *software*.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

25. Completar as atividades utilizando este *software* gerou um sentimento satisfatório de realização.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

26. Gostei tanto do conteúdo que a plataforma do *software* disponibiliza que gostaria de saber mais sobre esse assunto.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

27. Eu realmente gostei de estudar com esse *software*.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

28. Este *software* me permitiu compreender melhor o conteúdo educacional.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

29. Eu poderei aplicar o que aprendi com este *software* em outras atividades.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

30. As ferramentas deste *software* são úteis para o meu aprendizado.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

31. Este *software* me desafiou a aprender coisas novas.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

32. Neste *software*, escolho tarefas que posso aprender.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente



33. As simulações neste *software* foram apropriadas para uma experiência de aprendizado.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

34. Eu gosto de usar este *software* no meu treinamento prático.

- Discordo totalmente
- Discordo
- Nem discordo, nem concordo
- Concordo
- Concordo totalmente

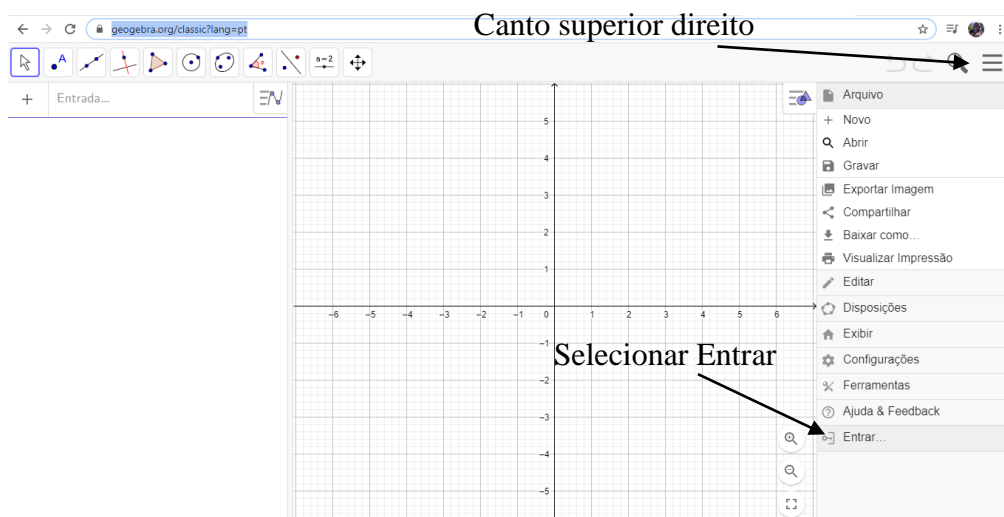
35. Relate aspectos que você gostou no *software* educacional, funcionalidades que poderiam ser melhoradas no *software* e eventuais dificuldades relacionadas ao *software* ou à plataforma

Obrigada por me ajudar nessa pesquisa.

## APENDICE C – Sequência Didática

### Atividade 00: Passo a passo Perfil GeoGebra

- 1 – Entrar no site <<https://www.geogebra.org/classic?lang=pt>>
- 2 – No lado superior direito ir em opções e selecionar entrar



- 3 – Criar uma conta no GeoGebra

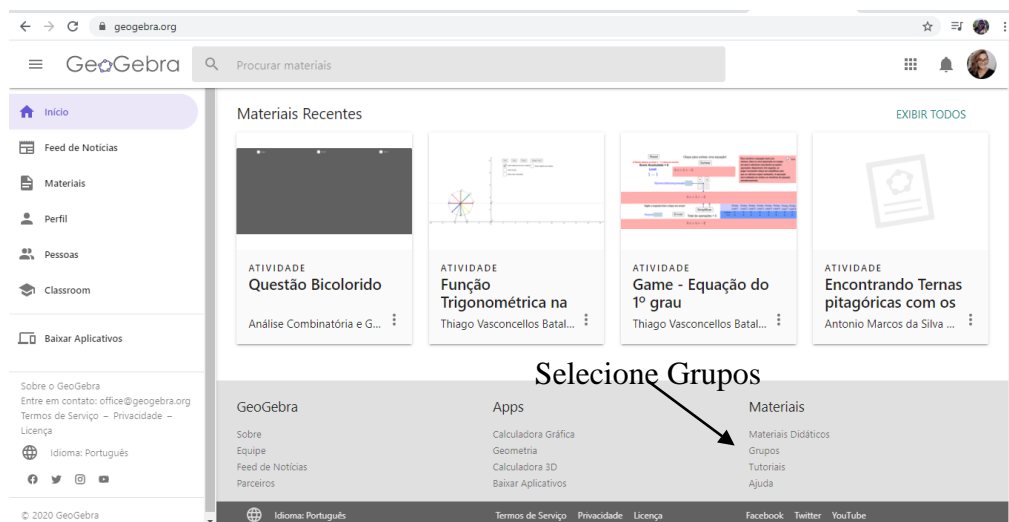


- 4 – Preencher o cadastro.
- 5 – Selecionar a opção <I acknowledge that I am over 14 years old, I have read the Termos de Serviço and the Privacy Policy and consent to their contentes>.
- 6 – Confirmar o e-mail.

7 – Entre no site <<https://www.geogebra.org/>>.

8 – Provavelmente seu perfil já estará logado, se não, faça o login.

9 – No canto inferior direito terá a opção Materiais e logo abaixo Grupos, selecione Grupos.



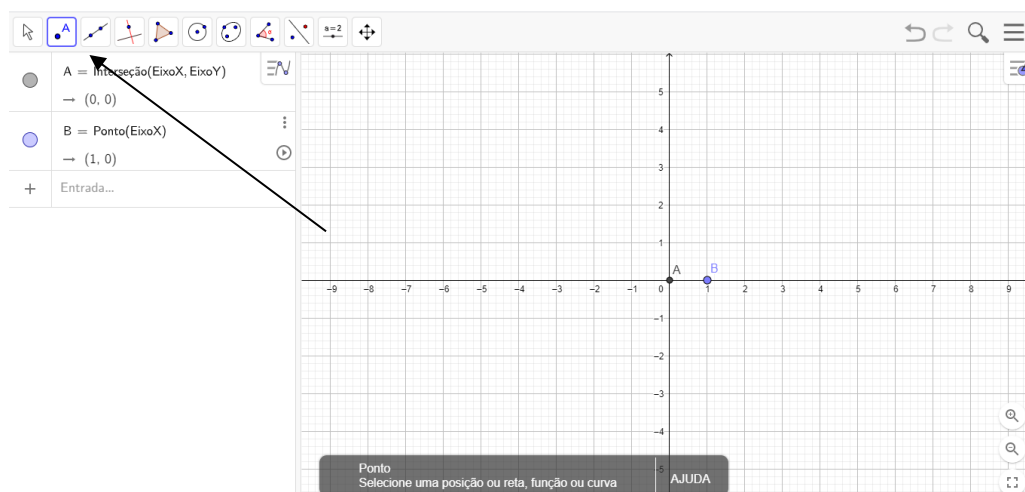
10 – Entre no Grupo de Código <colocar o código que a professora irá disponibilizar>

11 – E agora estamos prontos para iniciar nossos estudos com o auxílio do GeoGebra.

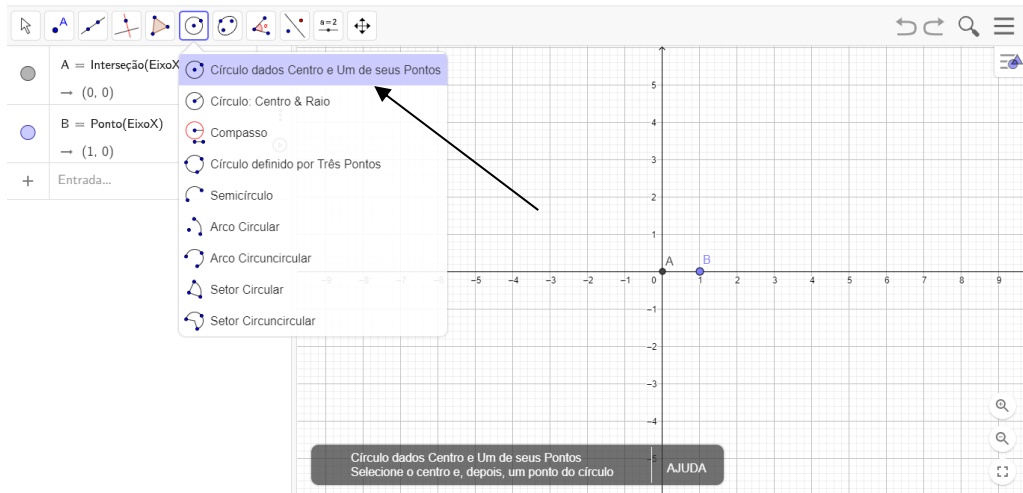
### **Atividade 01: Construção do Circulo Trigonométrico**

1 – Entrar no GeoGebra Classic <<https://www.geogebra.org/classic?lang=pt>> que já deve estar logado no seu perfil.

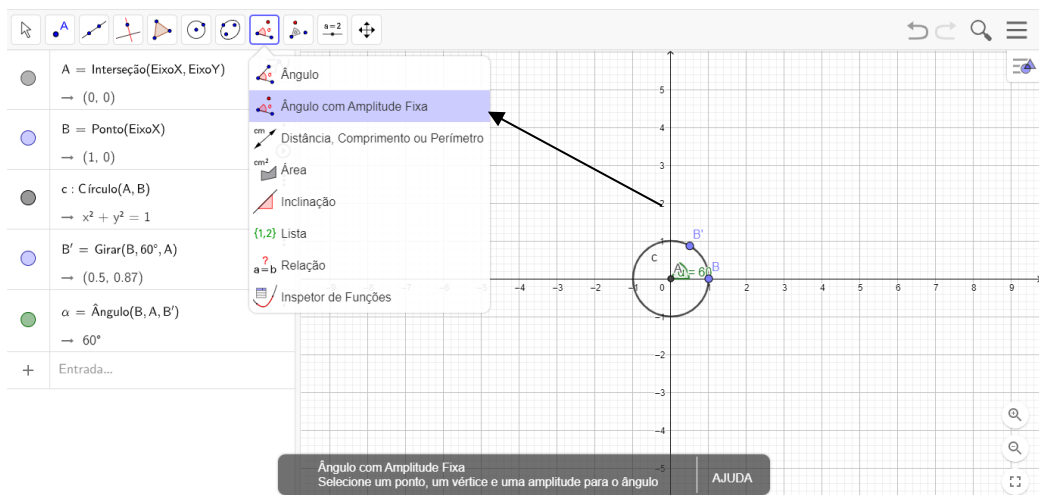
2 – Criar o ponto A (0, 0) e B(1, 0)



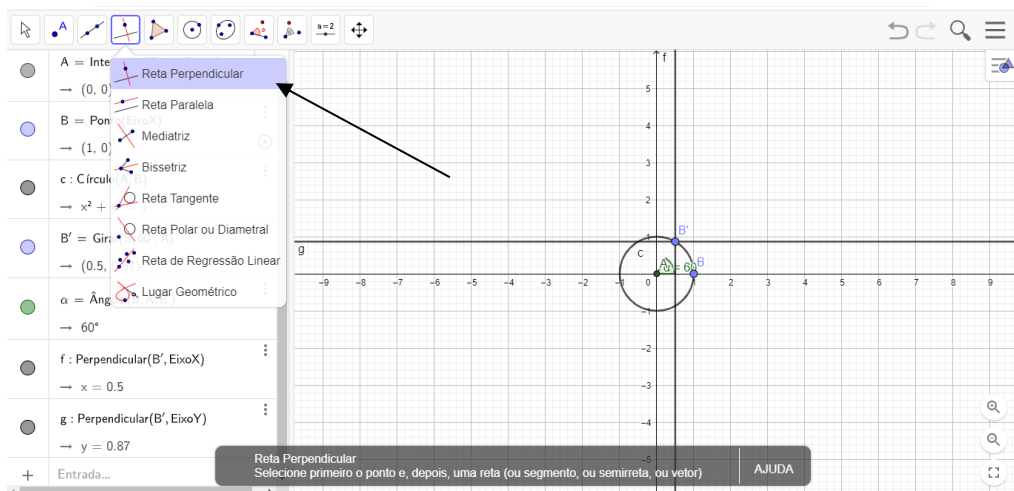
3 – Construa um círculo c passando por B e com o Centro na origem (A).



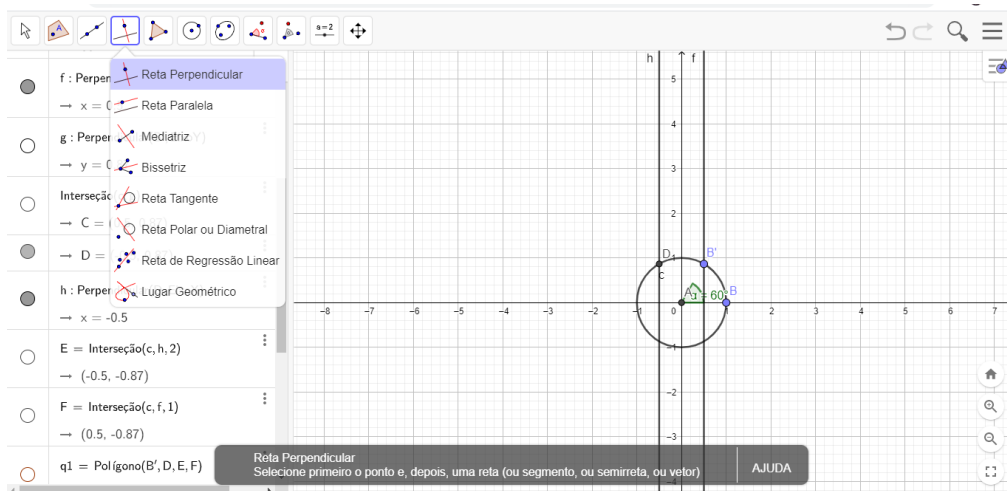
4 - Com a ferramenta Ângulo com Amplitude Fixa crie o ponto  $B'$ , selecione o ponto  $B$  e o  $A$  com ângulo  $60^\circ$ ;



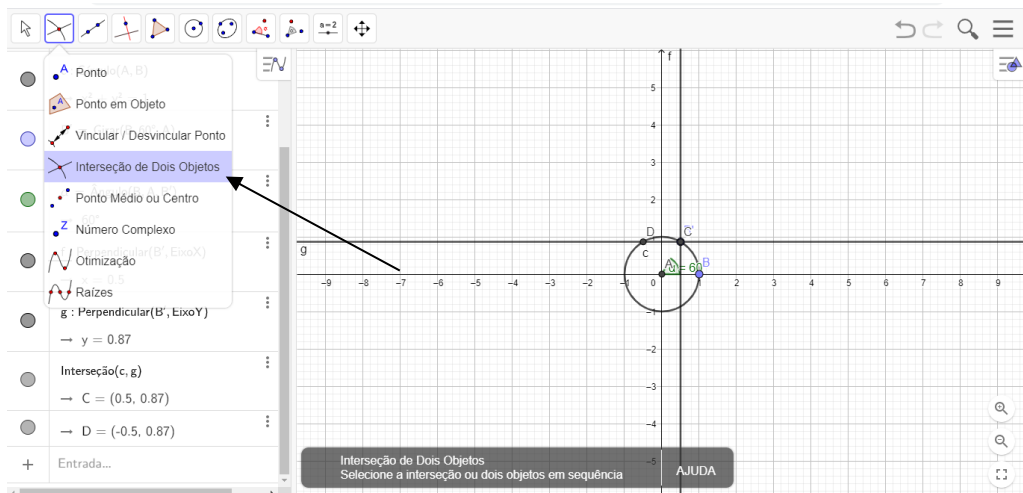
5 - Crie a reta  $f$ , passando por  $B'$  e perpendicular ao eixo  $x$ . Da mesma forma, construa a reta  $g$ , passando por  $B'$  e perpendicular ao eixo  $y$ ;



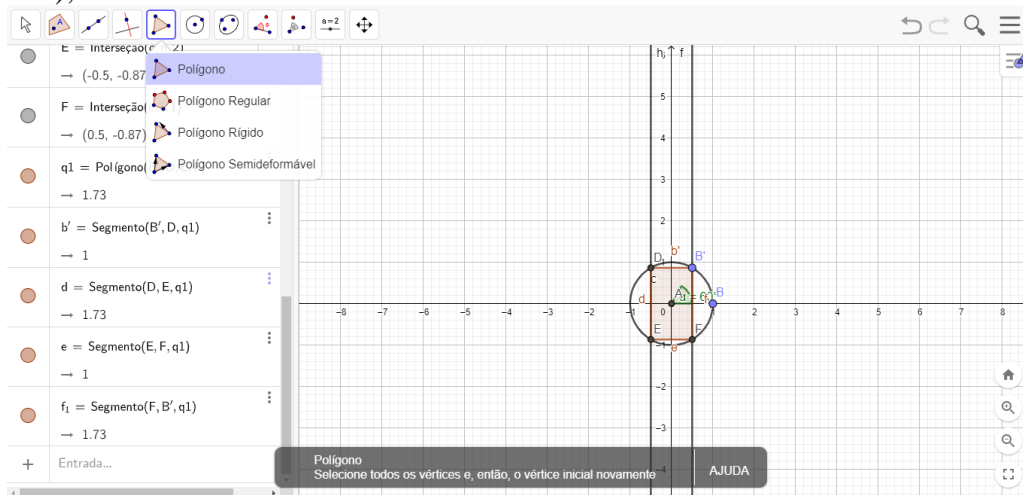
6 - Construa a reta  $h$ , que passa pelo ponto  $D$  e é perpendicular ao eixo  $x$ .

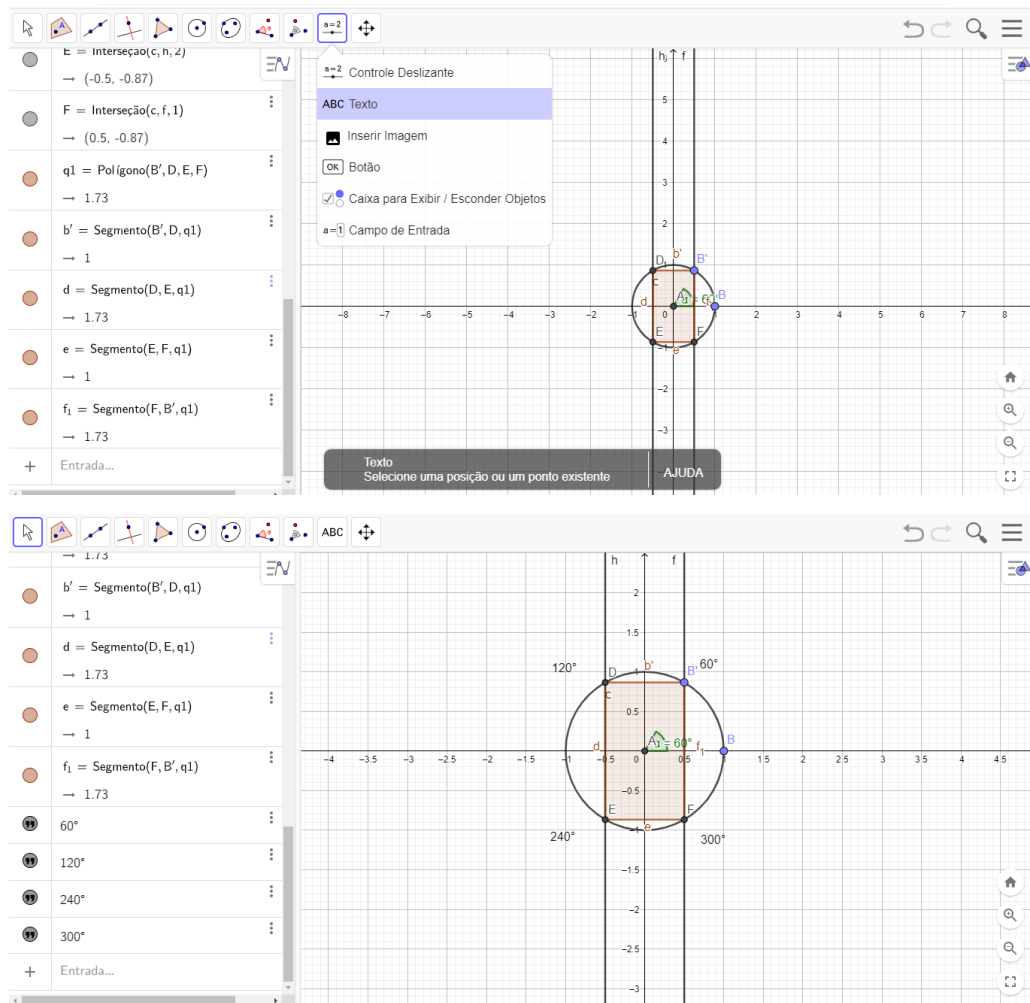


7 - Determine os pontos **E** e **F**, intersecções do círculo **c** com a reta **h**, bem como os pontos **G** e **H**, intersecções do círculo **c** com a reta **f**;

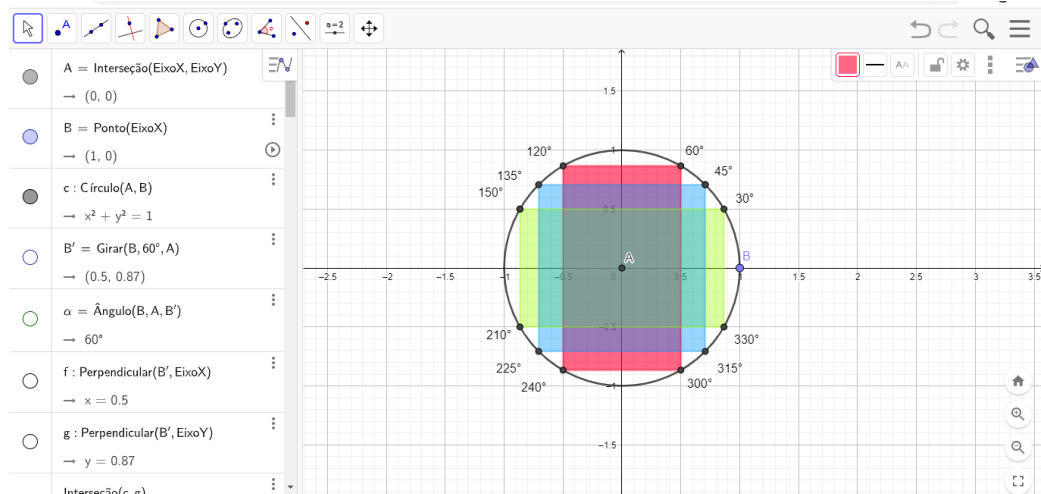


8 - Construa o quadrilátero (**polígono 1**) que possui vértices em **C**, **D**, **E** e **F** (Através da ferramenta “inserir texto” você pode escrever  $60^\circ$  próximo ao ponto **B'** e  $120^\circ$  próximo ao ponto **D**);



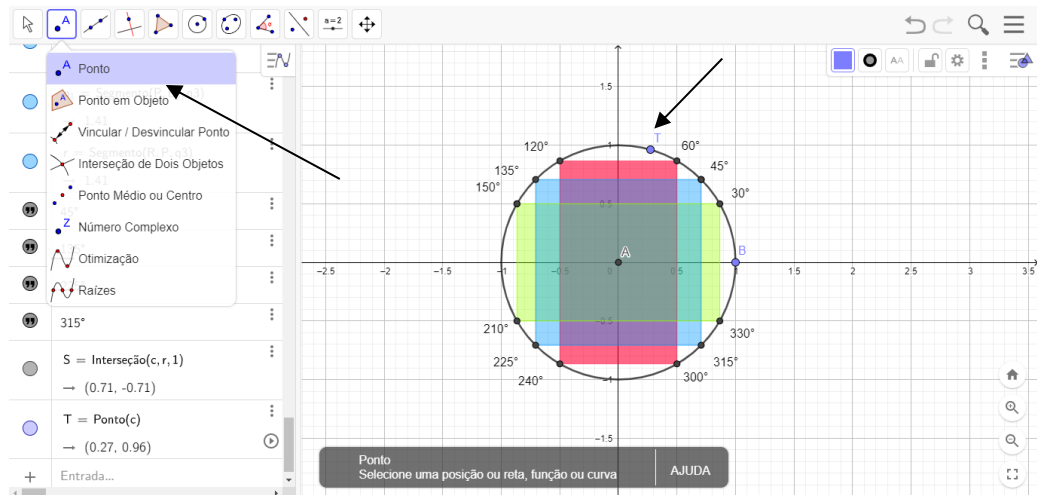


9 – Refaça do passo 4 até o passo 8 usando os ângulos  $30^\circ$  e  $45^\circ$ .

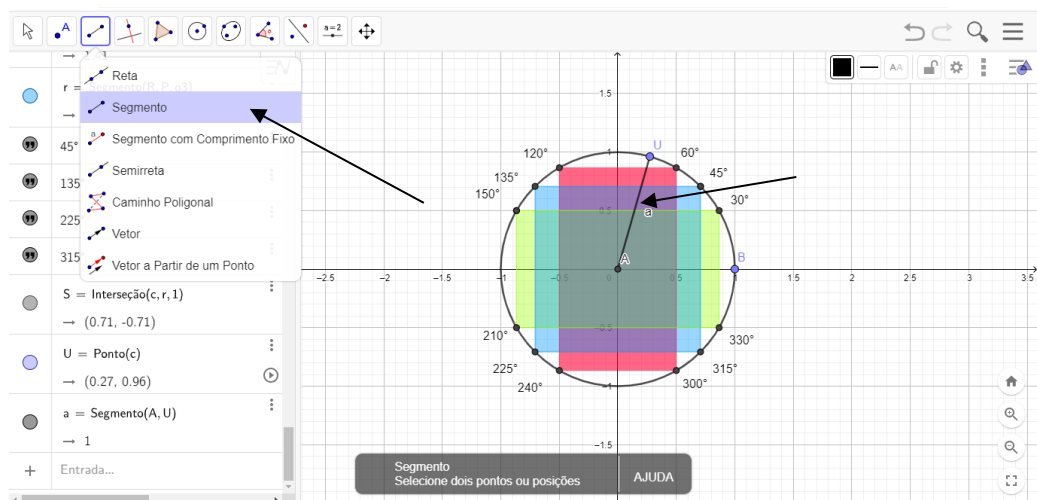


10 - Crie um ponto qualquer U sobre o círculo c;

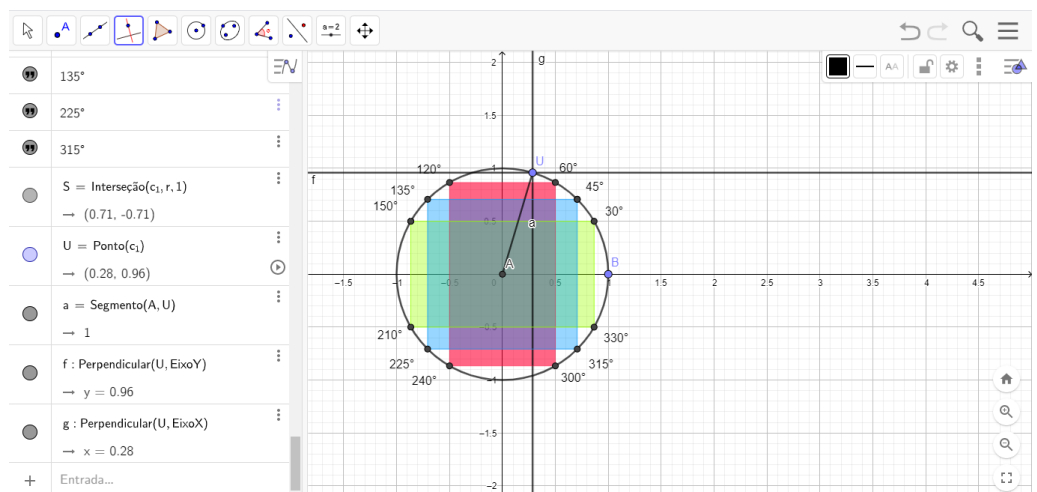
Renomeie o ponto



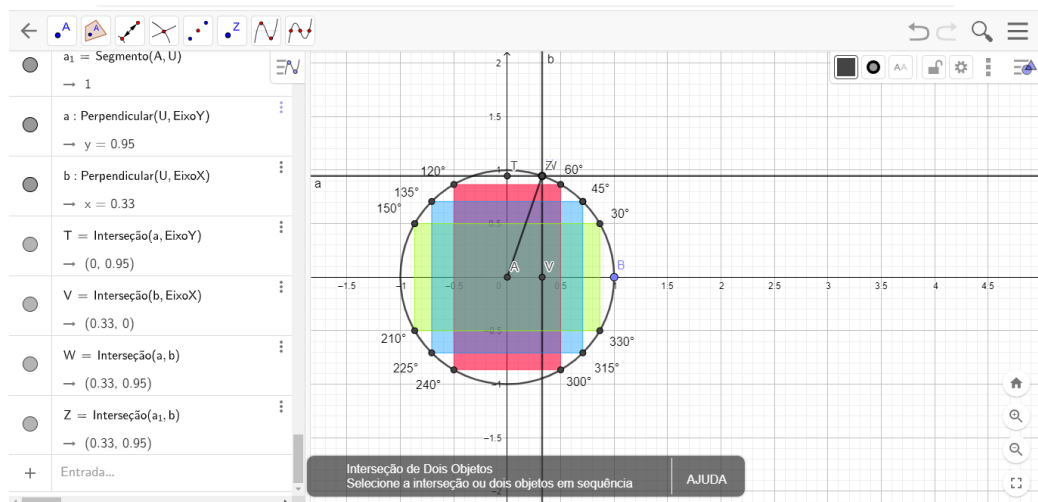
11 - Construa o segmento, que vai do ponto **U** ao ponto **A**;



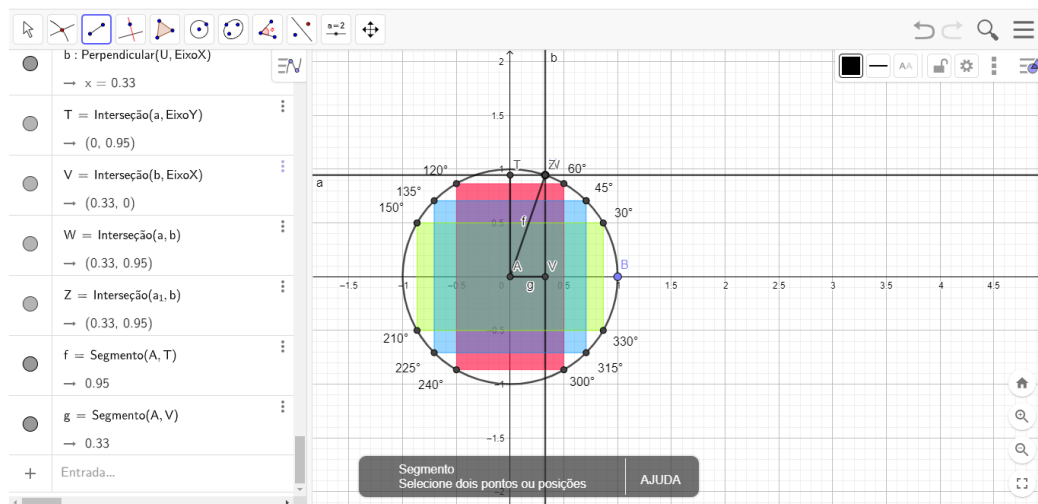
12 – Construa uma reta **a** que passa pelo ponto **U** e seja perpendicular ao o eixo **x**.  
Também construa uma reta **b** que passa pelo ponto **U** e seja perpendicular ao o eixo **y**.



13 – Construa o ponto de intersecção das retas a e b com os eixos x e y.

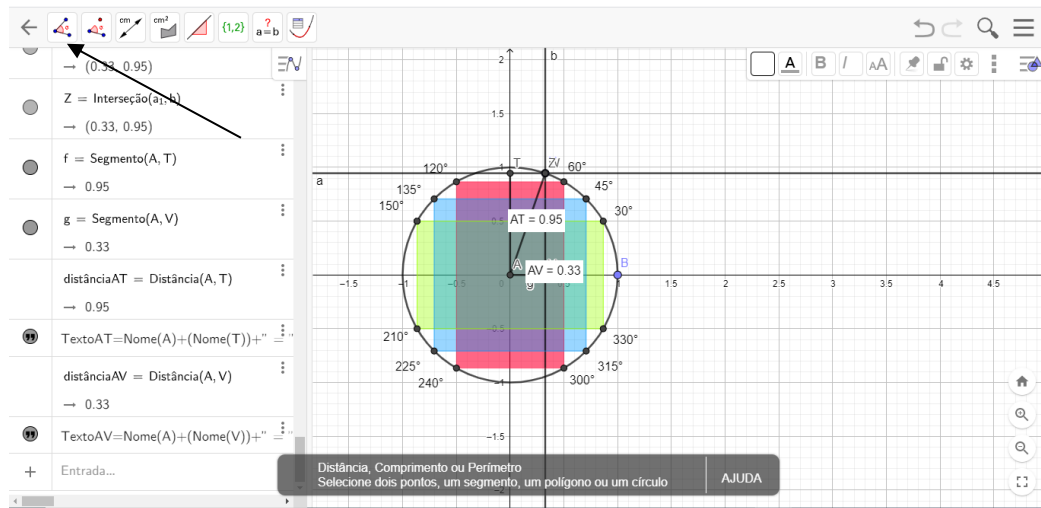


14 – Construa os segmentos de retas que vão de A até o ponto de intersecção construídos no passo anterior.

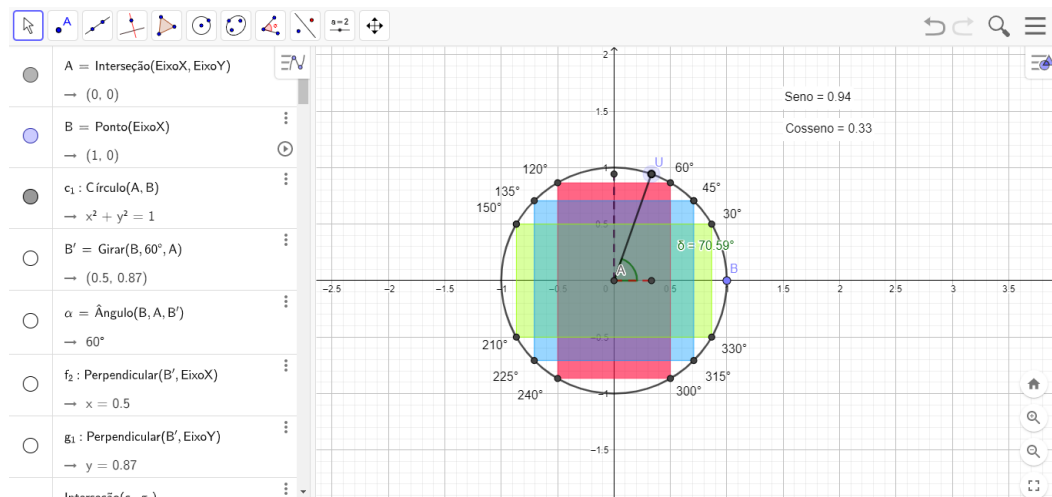


15 – Coloque a distância desses segmentos construídos.

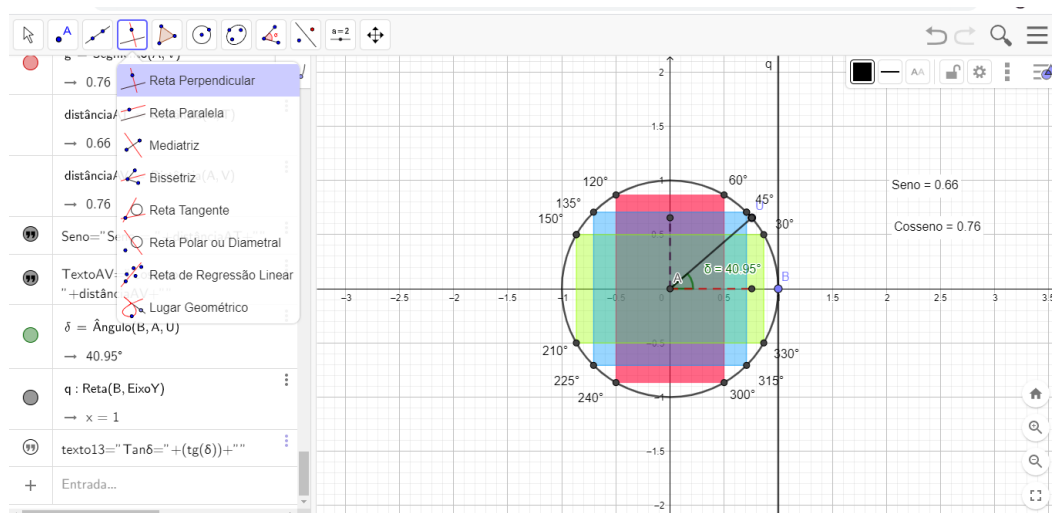




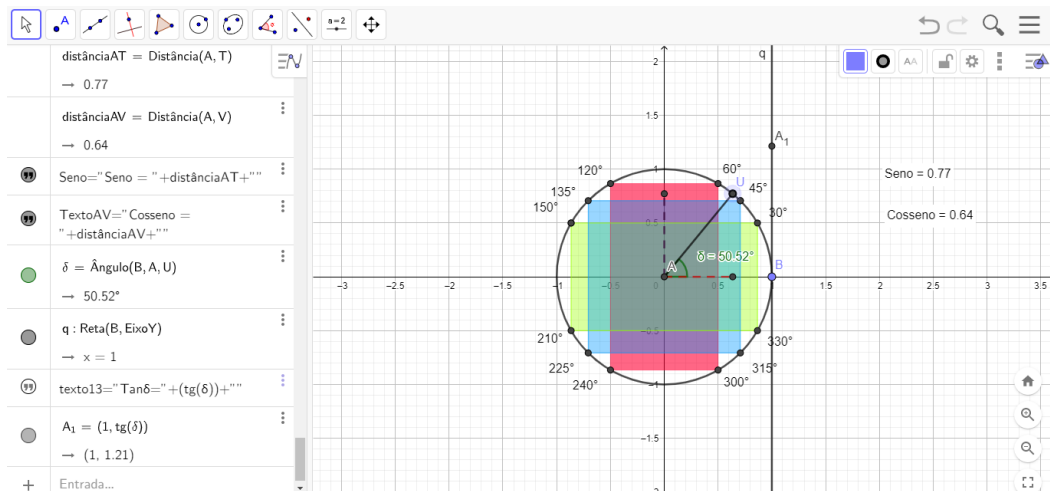
16 – Para melhor visualização, marque o ângulo  $\delta = \widehat{BAU}$



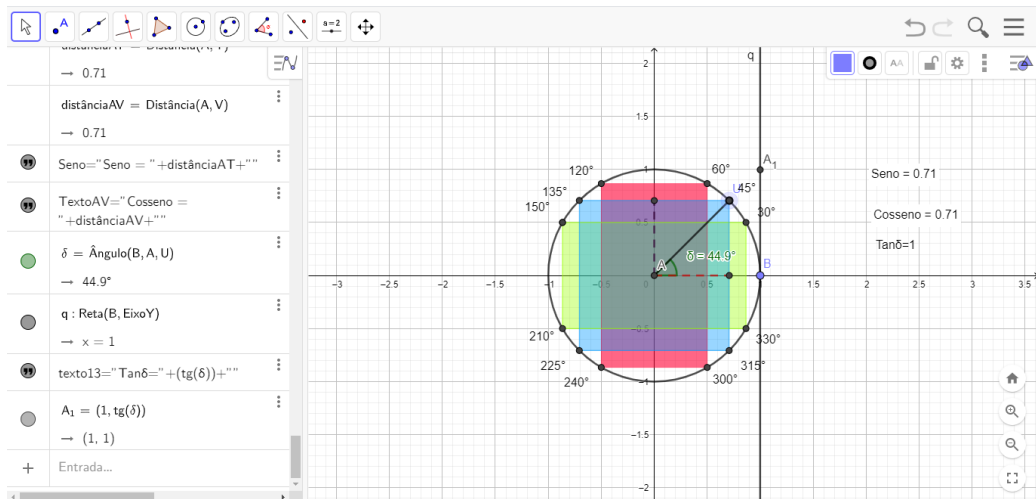
17 – Para fazer a tangente, trace uma reta perpendicular a circunferência e que passe pelo ponto B.



18 – Projeto o ponto U nessa reta perpendicular. Coloque na Entrada (1,  $\tan(\text{ângulo})$ )



19 – Para aparecer os valores como o do seno e cosseno coloque “tan =”+tan(coloque a letra que o ângulo tiver representando)



20 – Prontinho agora é só modificar as cores, os lugares dos textos e ir descobrindo o seno, cosseno e a tangente de qualquer ângulo.

21 – Lembre de tirar um print do seu ciclo trigonométrico e colocar no seu portfólio.

### Atividade 03: Resoluções de questões de vestibular

1. UFAL - O seno de um arco de medida  $2340^\circ$  é igual a:

a) -1

b)  $-\frac{1}{2}$

- c) 0
- d)  $\frac{1}{2}$

2. Stoodi - Qual o valor da expressão  $y = \text{sen } \pi + \text{sen } 2\pi + \text{sen } 3\pi + \dots + \text{sen } 15\pi$ ?

- a) -2
- b) -1
- c) 0
- d) 1
- e) 2

3. Stoodi - Sobre o ângulo de  $\frac{14\pi}{3}$  é correto afirmar que:

- a) Está no 1° quadrante
- b) Está no 2° quadrante
- c) Está no 3° quadrante
- d) Está no 4° quadrante
- e) Está sob eixo vertical

4. Stoodi – Os valores de  $\text{sen}150^\circ$ ,  $\text{sen}315^\circ$ ,  $\text{cos}60^\circ$  e  $\text{cos}240^\circ$  são, respectivamente?

5. IFSP – Considere uma circunferência de centro O e raio 6cm, Sendo A e B pontos distintos dessa circunferência, sabe-se que o comprimento de um arco AB é  $5\pi$ cm. A medida do ângulo central  $\widehat{A\hat{O}B}$  correspondente ao arco AB considerado é:

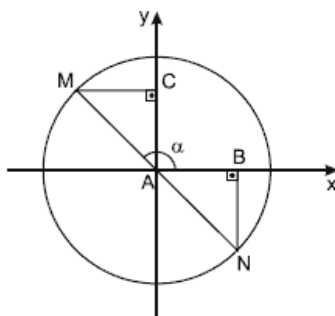
- a)  $120^\circ$
- b)  $150^\circ$
- c)  $180^\circ$
- d)  $210^\circ$
- e)  $240^\circ$

6. IFAL – Considerando-se o arco trigonométrico  $\alpha = \frac{23\pi}{3} \text{ rad}$ , assinale a alternativa falsa.

- a)  $\alpha = 1380^\circ$
- b)  $\alpha$  dá três voltas e para no 4° quadrante.
- c)  $\text{Sen } \alpha = -\text{sen } 60^\circ$

- d)  $\cos \alpha = \cos 60^\circ$   
 e)  $\alpha$  dá três voltas e para no 1º quadrante.

7. CEFET – A figura abaixo representa uma circunferência trigonométrica em que MN é o diâmetro e o ângulo  $\alpha$  mede  $\frac{5\pi}{6}$  radianos.



A razão entre as medidas dos segmentos AB e AC é:

- a)  $26\sqrt{3}$   
 b)  $\sqrt{3}$   
 c)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$   
 d)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$

8. UFJF – Um ângulo do segundo quadrante tem seno igual a  $\frac{12}{13}$ . O cosseno desse ângulo é igual a:

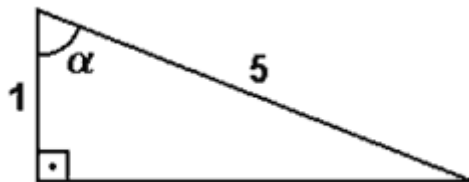
- a)  $\frac{5}{13}$   
 b)  $\frac{1}{13}$   
 c)  $-\frac{5}{13}$   
 d)  $-\frac{1}{13}$   
 e)  $-\frac{12}{13}$

9. IFCE (modificada) – Considere um relógio analógico de doze horas. O ângulo formado entre os ponteiros que indicam a hora e o minuto, quando o relógio marca exatamente 5 horas e 20 minutos, é:

- a)  $330^\circ$   
 b)  $320^\circ$

- c)  $310^\circ$
- d)  $300^\circ$
- e)  $290^\circ$

10. MACK – Observe o triângulo da figura.



Podemos afirmar que  $\frac{\cos \alpha - \operatorname{sen} \alpha}{1 - \tan \alpha}$ , vale:

- a)  $\frac{1}{5}$
- b)  $\frac{1}{25}$
- c)  $\frac{\sqrt{5}}{5}$
- d)  $\frac{2}{5}$
- e)  $\frac{2\sqrt{5}}{5}$

#### **Atividade 04: Aula expositiva e dialogada sobre Funções Trigonômicas**

#### **Atividade 05: Construção com régua das funções seno, cosseno e tangente**

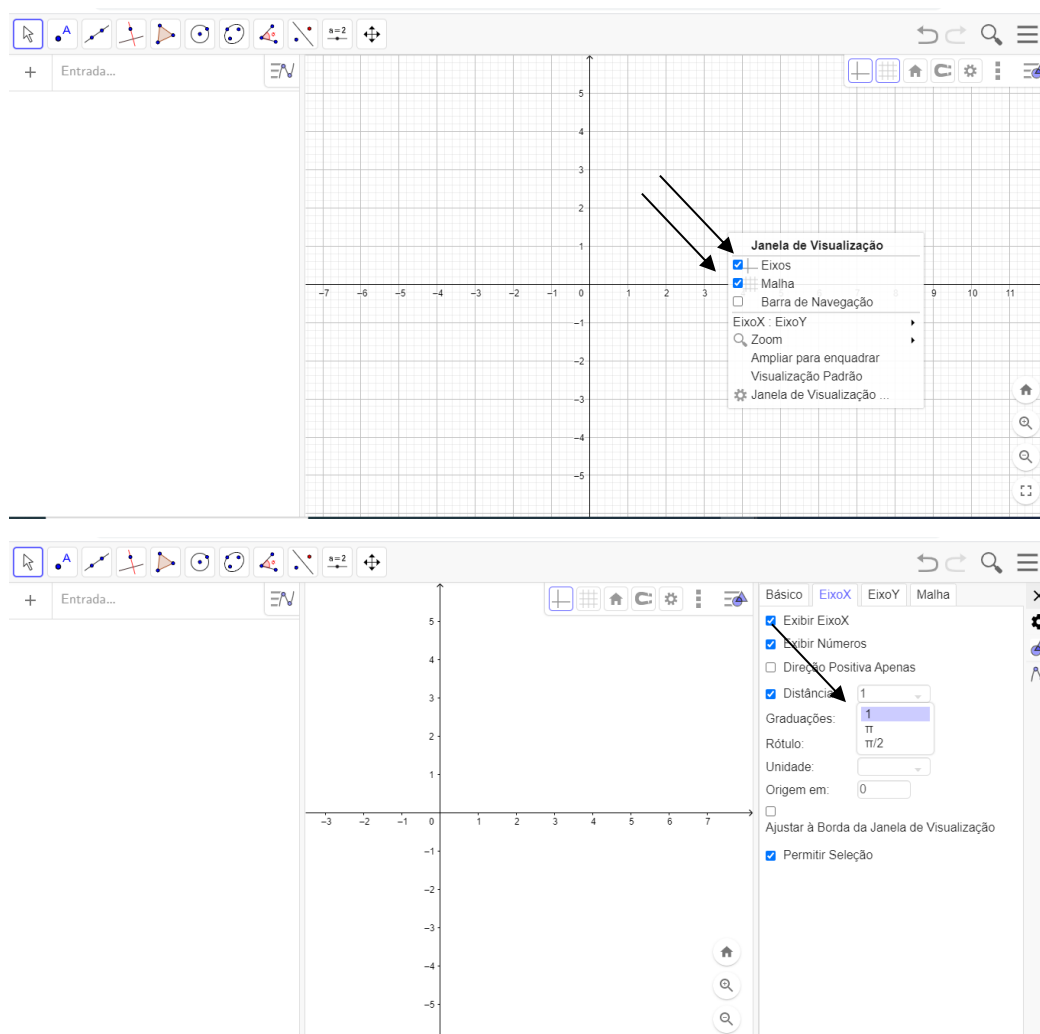
1. Usando o ciclo trigonométrico que construímos no *software* GeoGebra construa a função  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = \operatorname{sen}(x)$  no seu caderno ou em uma folha quadriculada, tire uma foto e coloque abaixo dessa questão.
  
2. Utilizando as mesmas orientações do exercício 1 construa a função  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = \operatorname{cos}(x)$ .
  
3. E agora a função  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}, f(x) = \operatorname{tan}(x)$ .

4. Observando os gráficos que você desenhou determine o domínio, imagem e o período de cada função.

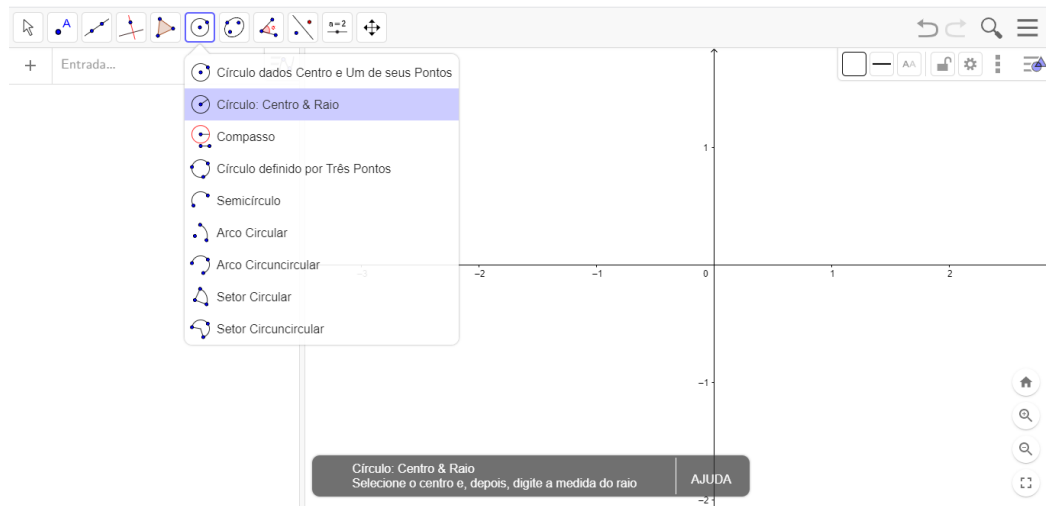
### **Atividade 06: Construção das funções seno, cosseno e tangente no software**

1 - Entrar no GeoGebra Classic <<https://www.geogebra.org/classic?lang=pt>> que já deve estar logado no seu perfil.

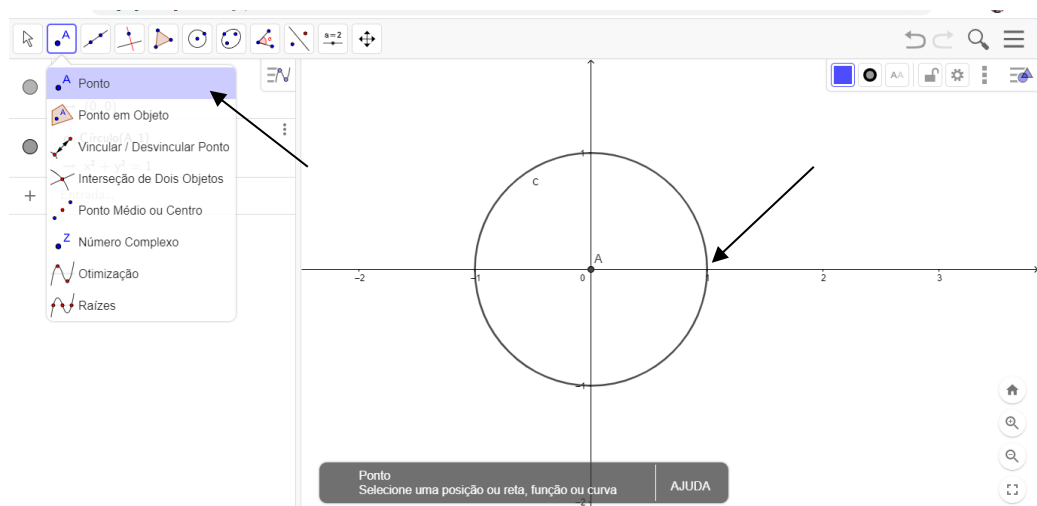
2 – Clique com o botão direito do mouse e desmarque a opção malhas e após clique em Janela de Visualização e vamos alterar a distância do eixo x e y para 1.



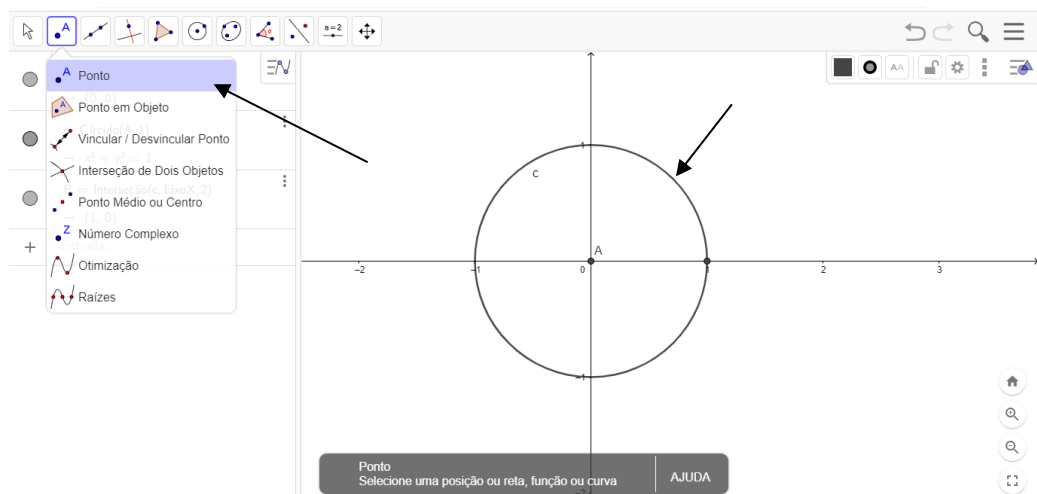
3 – Vamos traçar um círculo de raio um na função Círculo: Centro e Raio.



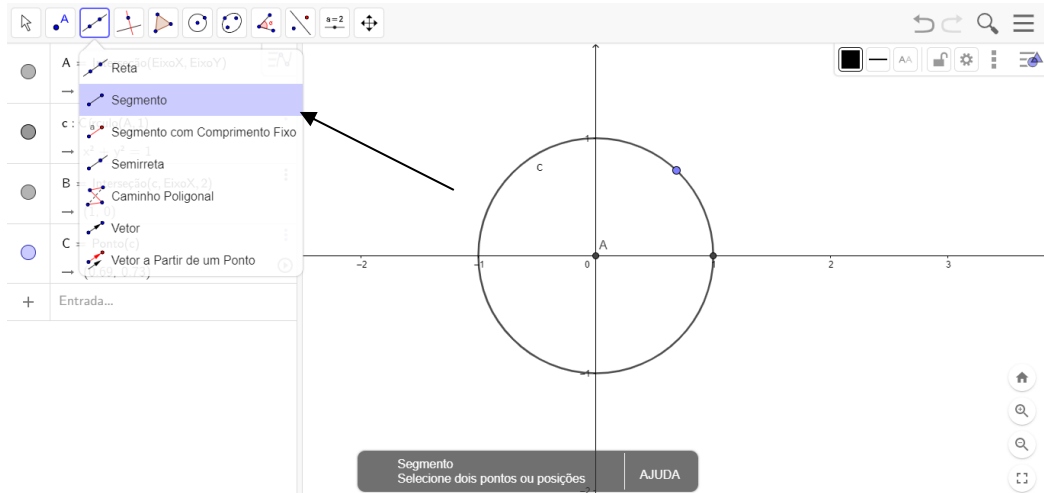
4 – Agora vamos construir o ponto B que é a intersecção da Circunferência e do eixo x. E oculte o rótulo do ponto.



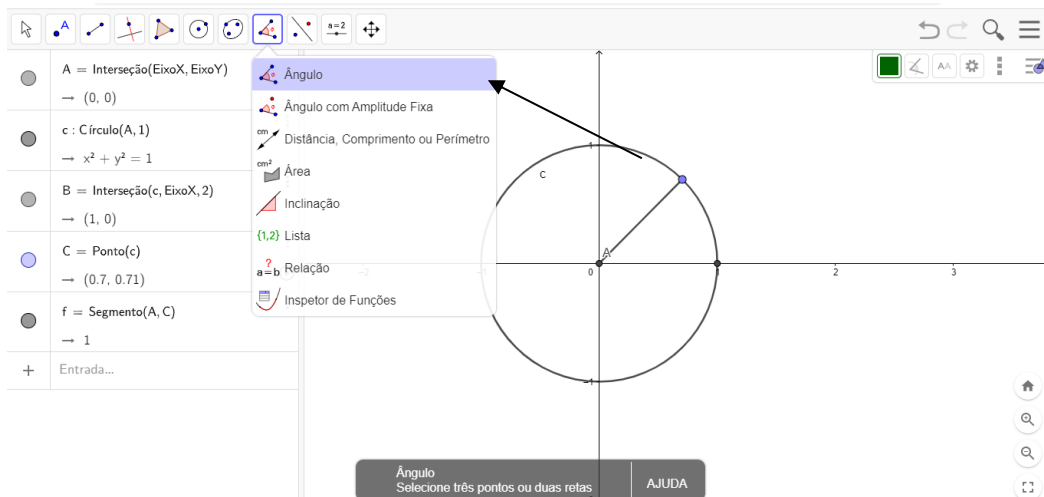
5 – Construir um ponto na circunferência, ponto C e oculte o rótulo também.



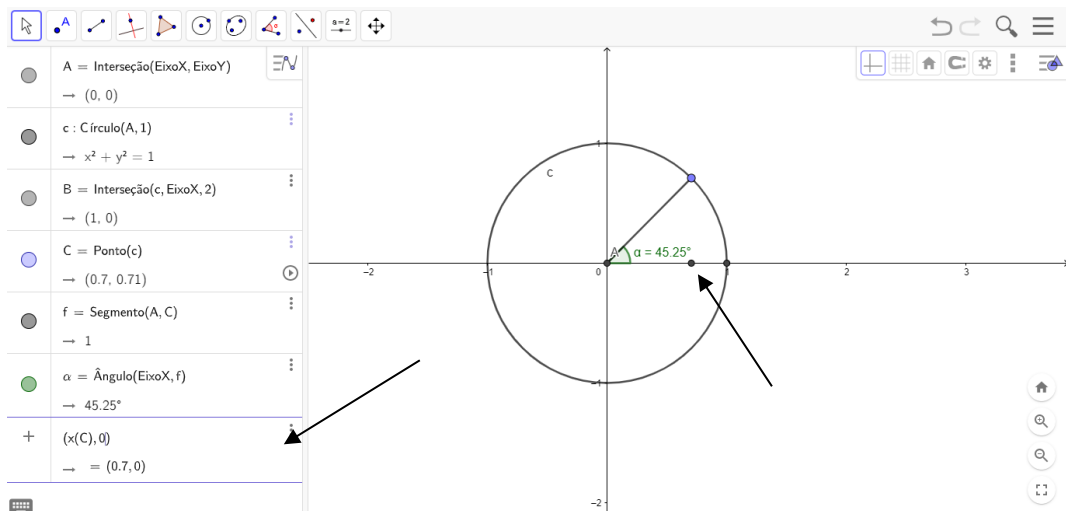
6 – Ligue os pontos A(0, 0) e o C com um segmento de reta e oculte o rótulo.



7 – Marcar o ângulo entre o eixo x e o segmento.

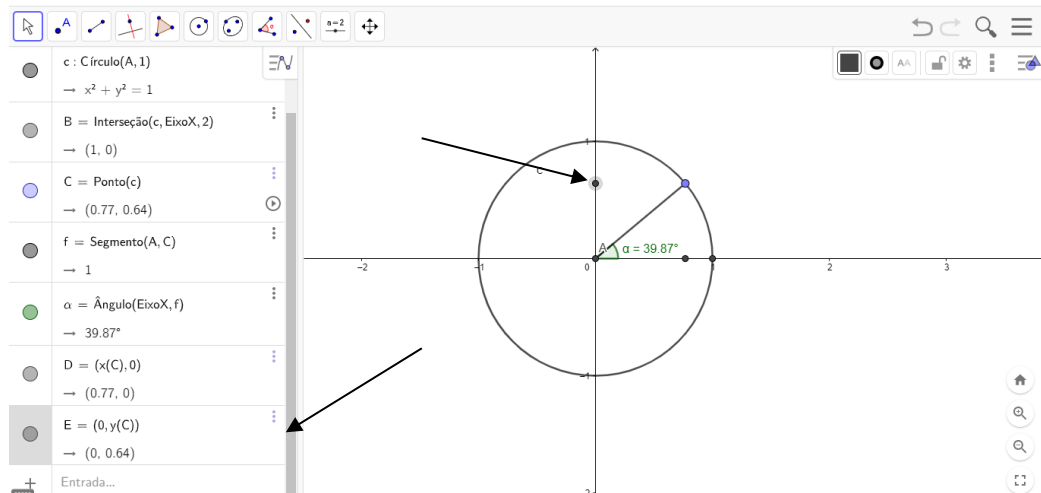


8 – Agora vamos fazer a projeção do ponto C no eixo x. E oculte o rótulo.

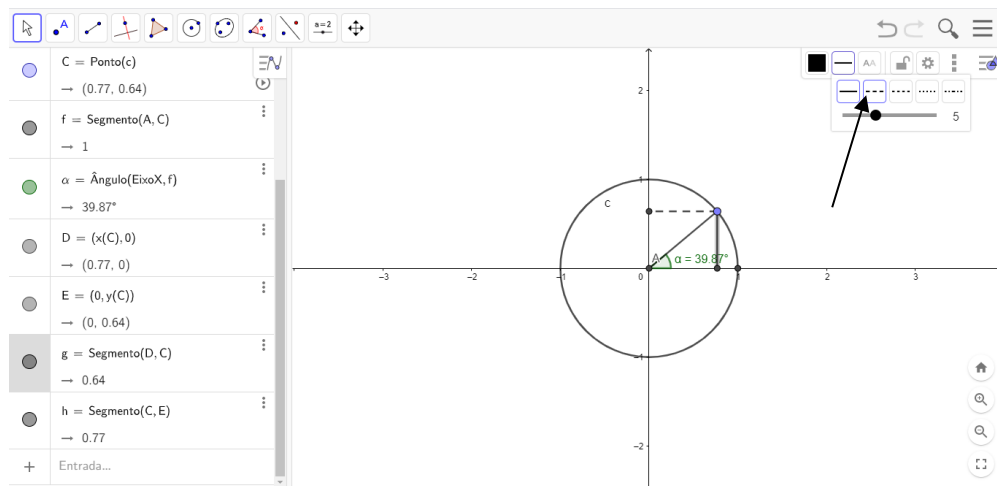




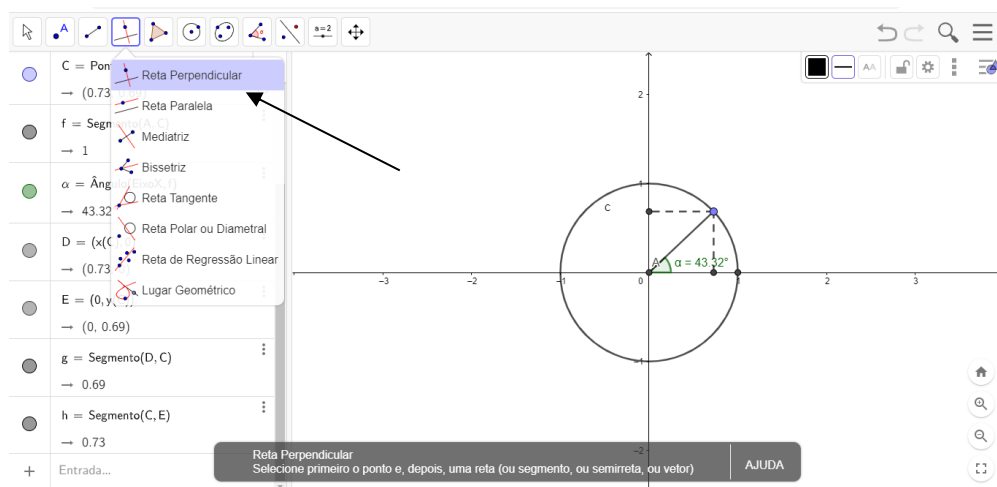
9 – Encontrar a projeção do ponto C no eixo y. E oculte o rótulo.



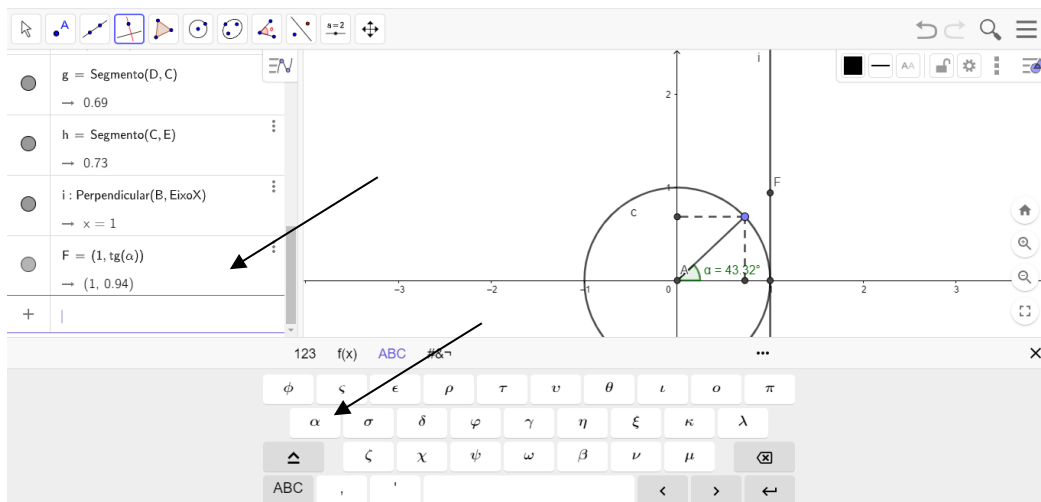
10 – Ligue os pontos CD e DE com segmentos de retas e altere a configuração desses segmentos para uma linha tracejada.



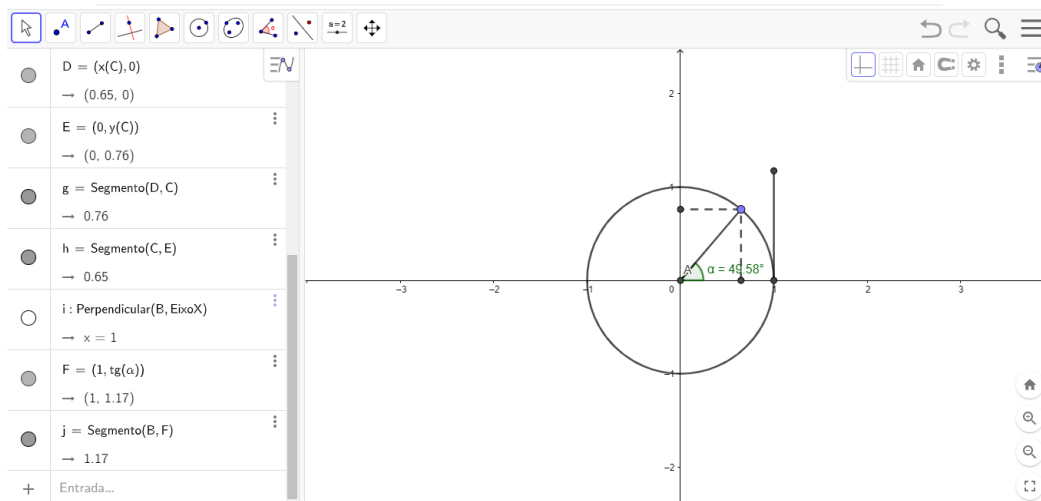
11 – Construa a reta perpendicular a circunferência que passa pelo ponto B.



12 – Vamos fazer a projeção do ponto C na reta perpendicular, oculte o rótulo desse novo ponto.



13 – Oculte a reta tangente e faça um segmento de reta ligando o ponto B ao ponto F, e oculte o rótulo do segmento.



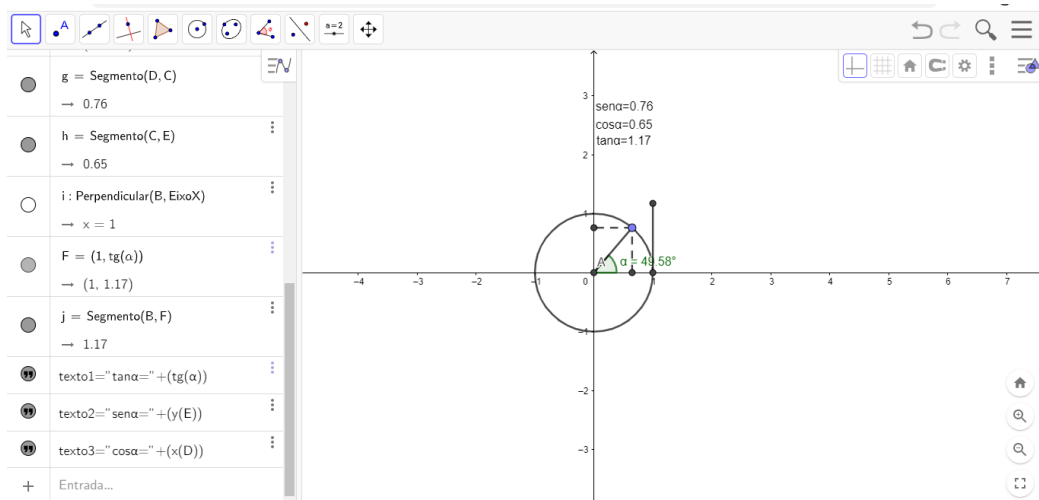
14 – Agora precisamos escrever os valores tangente, seno e cosseno dos ângulos.

Escreva na entrada:

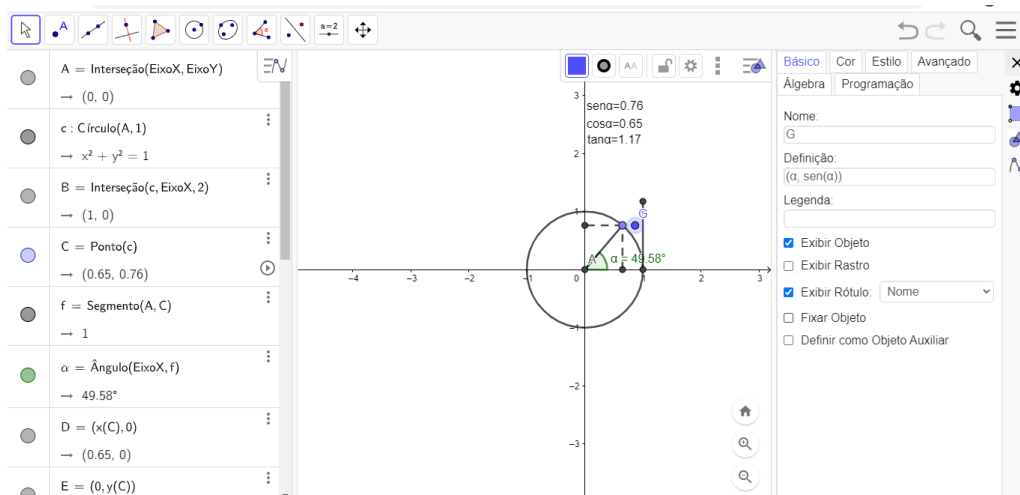
" $\tan\alpha=$ " +  $\tan(\alpha)$

" $\text{sen}\alpha=$ " +  $y(E)$

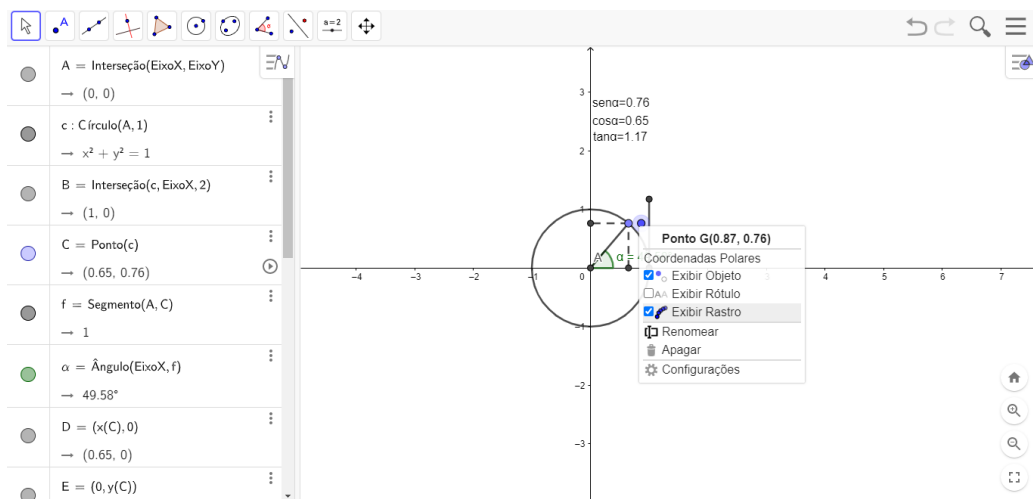
" $\text{cos}\alpha=$ " +  $x(D)$



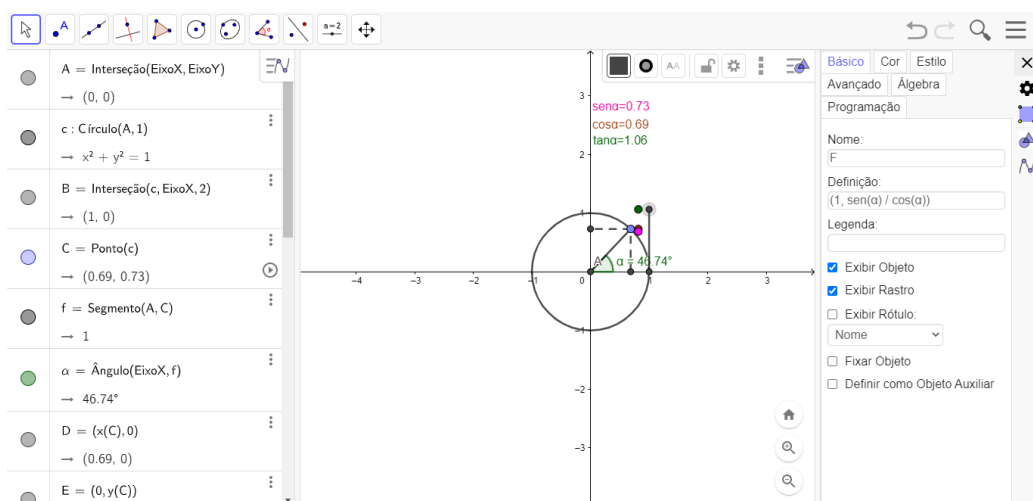
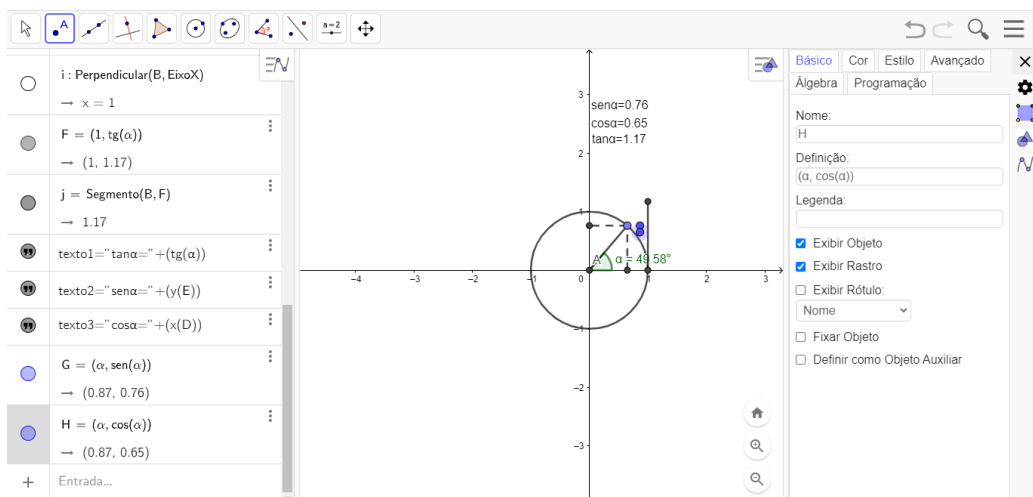
15 – Agora vamos construir as funções, para isso coloque um ponto qualquer no plano, clique com o botão direito e vá em configurações. Troque a definição do ponto como  $(\alpha, \text{sen}(\alpha))$ .



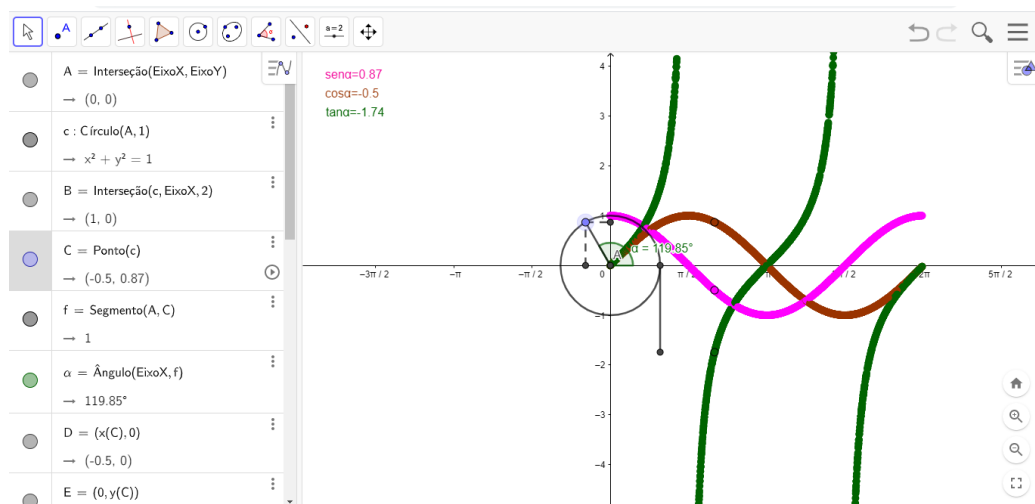
16 – Oculte o rótulo e exiba o rastro do ponto G.



17 – Faça o mesmo para as funções cosseno e tangente.



18 – Agora mova o ponto da circunferência e veja o que acontece.



### Atividade 07: Exercícios investigativos

Usando o *Software* GeoGebra vamos resolver alguns exercícios.

1. Num mesmo arquivo construa os gráficos das funções abaixo, para facilitar a visualização troque as cores de cada função:

- $f(x) = \text{sen}(x)$
- $g(x) = 2 \text{sen}(x)$
- $h(x) = \frac{1}{2} \text{sen}(x)$
- $i(x) = 1 + \text{sen}(x)$
- $j(x) = -1 + \text{sen}(x)$
- $k(x) = -\text{sen}(x)$
- $l(x) = \text{sen}(2x)$
- $m(x) = \text{sen}\left(\frac{x}{2}\right)$

2. Analise o Domínio, a Imagem e o Período de cada gráfico construído nos exercícios anteriores.

Função	Domínio	Imagem	Período
$f(x) = \text{sen}(x)$			
$g(x) = 2 \text{sen}(x)$			
$h(x) = \frac{1}{2} \text{sen}(x)$			
$i(x) = 1 + \text{sen}(x)$			
$j(x) = -1 + \text{sen}(x)$			
$k(x) = -\text{sen}(x)$			
$l(x) = \text{sen}(2x)$			
$m(x) = \text{sen}\left(\frac{x}{2}\right)$			

3. Analisando a tabela e os seus gráficos o que podemos observar?
4. Tire um print dos seus gráficos e copie a sua tabela preenchida do exercício 3 e cole no seu Portifólio.
5. Num outro arquivo construa os gráficos das funções abaixo, para facilitar a visualização troque as cores de cada função:
- $f(x) = \cos(x)$
  - $g(x) = 2 \cos(x)$
  - $h(x) = \frac{1}{2} \cos(x)$
  - $i(x) = 1 + \cos(x)$
  - $j(x) = -1 + \cos(x)$
  - $k(x) = -\cos(x)$
  - $l(x) = \cos(2x)$
  - $m(x) = \cos\left(\frac{x}{2}\right)$

6. Analise o Domínio, a Imagem e o Período de cada gráfico construído nos exercícios anteriores.

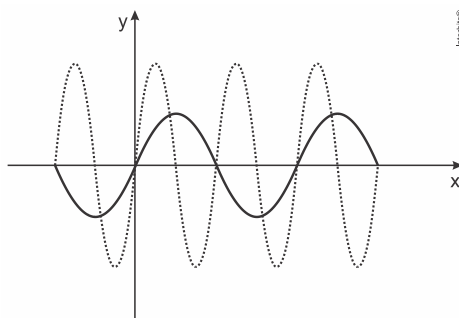
Função	Domínio	Imagem	Período
$f(x) = \cos(x)$			
$g(x) = 2 \cos(x)$			
$h(x) = \frac{1}{2} \cos(x)$			
$i(x) = 1 + \cos(x)$			
$j(x) = -1 + \cos(x)$			
$k(x) = -\cos(x)$			
$l(x) = \cos(2x)$			
$m(x) = \cos\left(\frac{x}{2}\right)$			

7. Analisando a tabela e os seus gráficos o que podemos observar?

### **Atividade 08: Aula expositiva e dialogada**

### **Atividade 09: Resoluções de questões de vestibular**

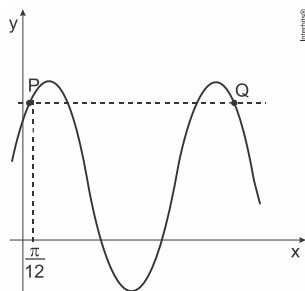
1. (Fuvest 2018)



Admitindo que a linha pontilhada represente o gráfico da função  $f(x) = \text{sen}(x)$  e que a linha contínua represente o gráfico da função  $g(x) = \alpha \text{sen}(\beta x)$ , segue que

- a)  $0 < \alpha < 1$  e  $0 < \beta < 1$ .
- b)  $\alpha > 1$  e  $0 < \beta < 1$ .
- c)  $\alpha = 1$  e  $\beta > 1$ .
- d)  $0 < \alpha < 1$  e  $\beta > 1$ .
- e)  $0 < \alpha < 1$  e  $\beta = 1$ .

2. (Ebmsp 2018) A forma de onda senoidal ocorre, naturalmente, na natureza, como se pode observar nas ondas do mar, na propagação do som e da luz, no movimento de um pêndulo, na variação da pressão sanguínea do coração etc.



Um determinado fenômeno periódico é modelado através da função  $f(x) = 1 + 2 \text{sen}\left(2x + \frac{\pi}{6}\right)$ , parcialmente representada no gráfico. Sendo P e Q pontos desse gráfico, é correto afirmar que o par ordenado que representa Q é

- a)  $\left(\frac{25\pi}{24}, 1 + \sqrt{2}\right)$
- b)  $\left(\frac{13\pi}{12}, 1 + \sqrt{3}\right)$
- c)  $\left(\frac{7\pi}{6}, 3 + \sqrt{2}\right)$
- d)  $\left(\frac{5\pi}{4}, 1 + \sqrt{3}\right)$
- e)  $\left(\frac{17\pi}{12}, 1 + \sqrt{2}\right)$

3. (Enem 2017) Um cientista, em seus estudos para modelar a pressão arterial de uma pessoa, utiliza uma função do tipo  $P(t) = A + B\cos(kt)$  em que  $A, B$  e  $k$  são constantes reais positivas e  $t$  representa a variável tempo, medida em segundo. Considere que um batimento cardíaco representa o intervalo de tempo entre duas sucessivas pressões máximas. Ao analisar um caso específico, o cientista obteve os dados:

Pressão mínima	78
Pressão máxima	120
Número de batimentos cardíacos por minuto	90

A função  $P(t)$  obtida, por este cientista, ao analisar o caso específico foi

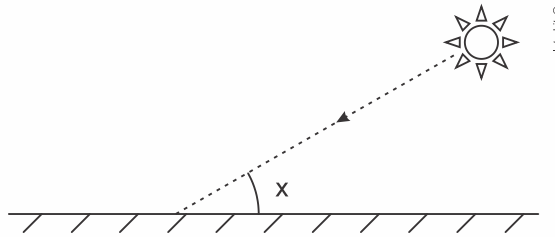
- a)  $P(t) = 99 + 21\cos(3\pi t)$
- b)  $P(t) = 78 + 42\cos(3\pi t)$
- c)  $P(t) = 99 + 21\cos(2\pi t)$
- d)  $P(t) = 99 + 21\cos(t)$
- e)  $P(t) = 78 + 42\cos(t)$

4. (Upe-ssa 3 2017) Se a função trigonométrica  $y = a + b\sin(px)$  tem imagem  $I = [1, 5]$  e período  $\frac{3}{\pi}$ , qual é o valor da soma  $a + b + p$ ? Adote  $\pi = 3$ .

- a) 5
- b) 6
- c) 8
- d) 10
- e) 11

5. (Enem 2017) Raios de luz solar estão atingindo a superfície de um lago formando um ângulo  $x$  com a sua superfície, conforme indica a figura. Em determinadas condições, pode-se supor que a intensidade luminosa desses raios, na superfície do lago, seja dada aproximadamente por  $I(x) = k \cdot \sin(x)$  sendo  $k$  uma constante, e supondo-se que  $x$  está entre  $0^\circ$  e  $90^\circ$ .

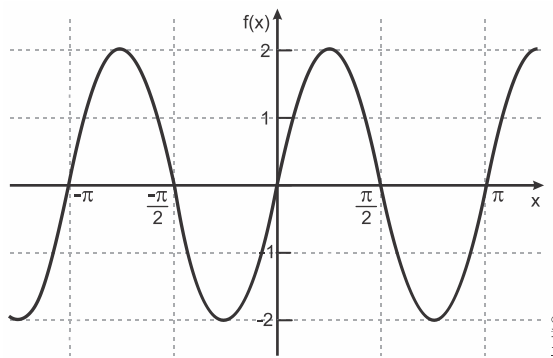




Quando  $x = 30^\circ$ , a intensidade luminosa se reduz a qual percentual de seu valor máximo?

- a) 33%
- b) 50%
- c) 57%
- d) 70%
- e) 86%

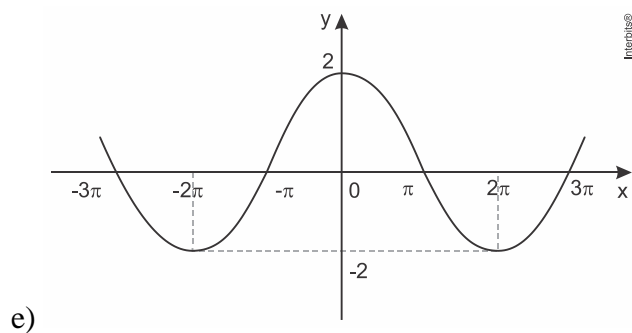
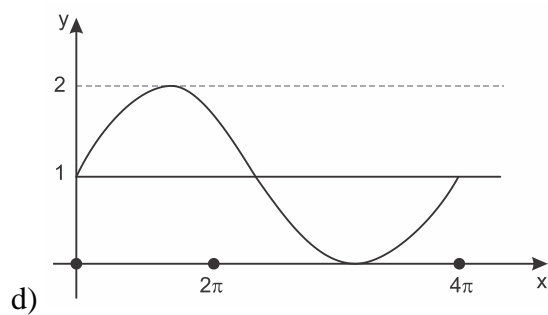
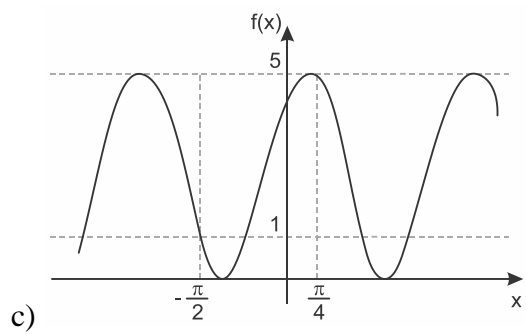
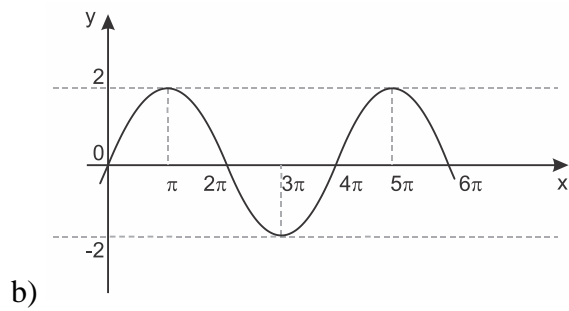
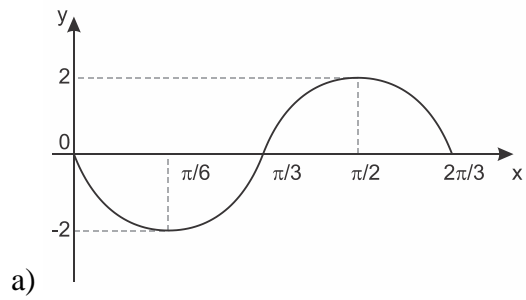
6. (Ucs 2016) O gráfico abaixo representa uma função real de variável real.



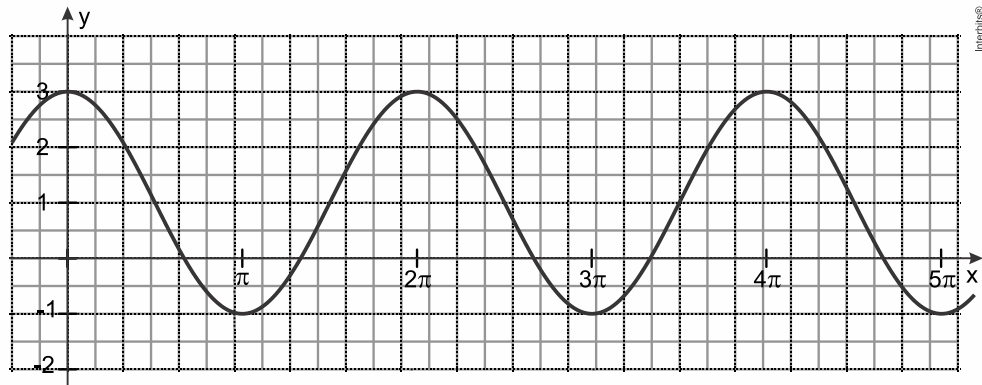
Assinale a alternativa em que consta a função representada pelo gráfico.

- a)  $f(x) = -2 \cos x$
- b)  $f(x) = 2 \cos \frac{x}{2}$
- c)  $f(x) = 2 \sin x$
- d)  $f(x) = 2 \sin 2x$
- e)  $f(x) = \sin \frac{x}{2}$

7. (Upe-ssa 3 2016) Qual dos gráficos a seguir representa a função  $f(x) = -2 \sin 3x$ ?



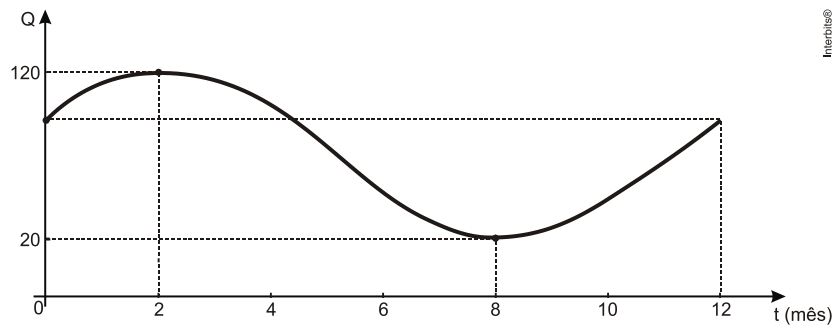
8. (Insper 2015) A figura abaixo representa o gráfico da função  $f(x) = a \cos(x) + b$ .



A soma  $a+b$  e a diferença  $b-a$  são, respectivamente, iguais a

- a) 3 e 1.
- b) 1 e -3.
- c)  $\pi$  e 1.
- d) -1 e  $\pi$ .
- e) 3 e -1.

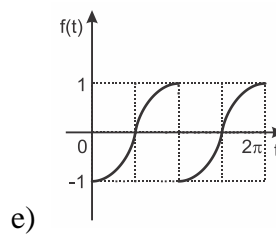
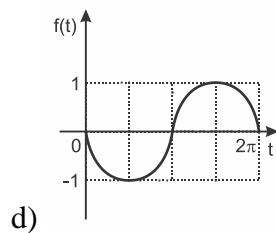
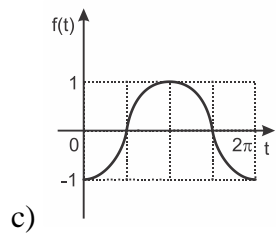
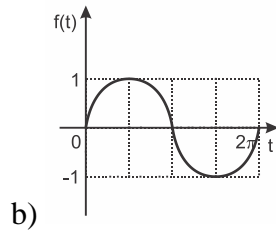
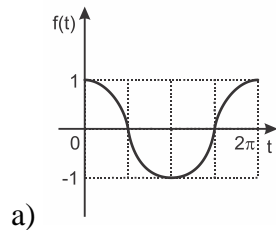
9. (Ufsm 2011)



O gráfico mostra a quantidade de animais que uma certa área de pastagem pode sustentar ao longo de 12 meses. Propõe-se a função  $Q(t) = a \sin(b + ct) + d$  para descrever essa situação. De acordo com os dados,  $Q(0)$  é igual a

- a) 100.
- b) 97.
- c) 95.
- d) 92.
- e) 90.

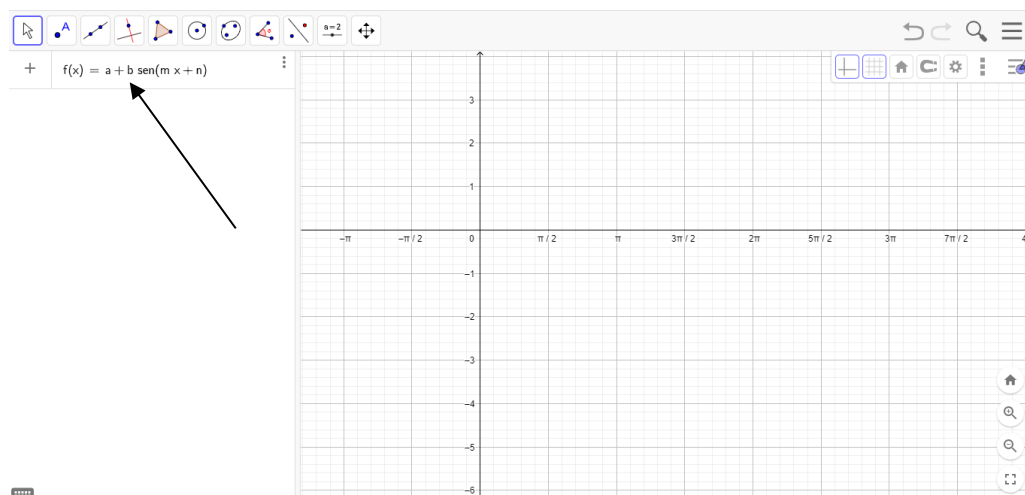
10. (Ufpa 2008) O gráfico da função  $f$  dada por  $f(t) = \cos\left[t + \left(\frac{\pi}{2}\right)\right]$  no intervalo  $[0, 2\pi]$  é



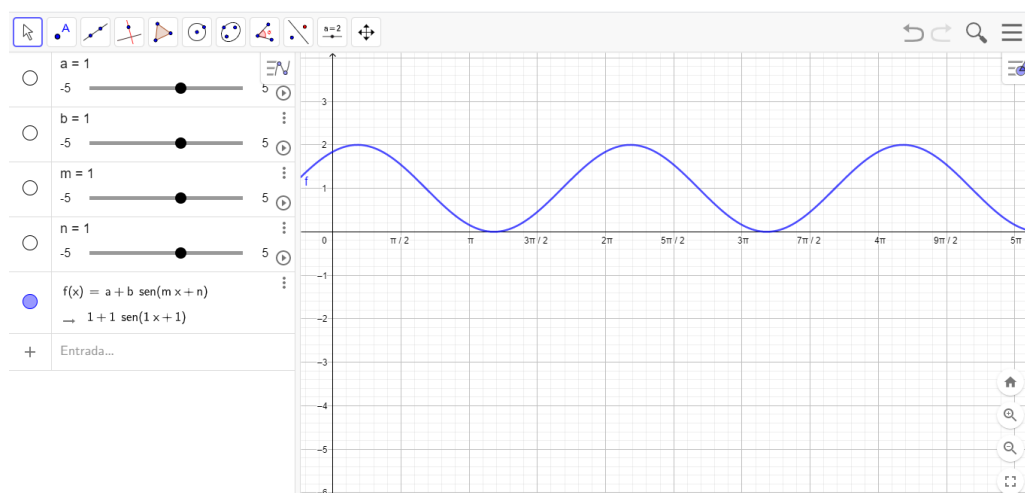
**Atividade 10: Construção faz funções seno, cosseno e tangente om controles deslizante**

1 – Entrar no GeoGebra Classic <<https://www.geogebra.org/classic?lang=pt>> que já deve estar logado no seu perfil.

2 – Digite na Entrada  $f(x)=a+b \text{ sen}(m x+n)$



3 – Clique em qualquer lugar do plano e veja o que acontece.



4 – Mexa nos valores de a, b, m e n e veja quais são as mudanças no gráfico.

5 – Lembra dos exercícios que fizemos contruindo cada função e observando o domínio, imagem e o período de cada uma? Com o controle deslizante do GeoGebra você pode mudar qualquer parte da função e observar.

6 – Faça com a função Cosseno e com a Função Tangente e observe também o o domínio, imagem e o período das funções.

7 – Descreva o que ocorre com as funções quando mexemos nos valores a, b, m e n.

### **Atividade 10: Debate sobre funções trigonométricas**