



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE MATEMÁTICA - LICENCIATURA

ÍTALO CÉSAR GOMES DE MOURA

**FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS: utilizando o *software* GeoGebra com alunos do 3º
ano do Ensino Médio**

CARUARU

2019

ÍTALO CÉSAR GOMES DE MOURA

FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS: utilizando o *software* GeoGebra com alunos do 3º ano do Ensino Médio

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado(a) ao Curso de Graduação em Matemática - Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a graduação em Licenciatura em Matemática.

Área de concentração: Ensino/ Matemática

Orientador: Profº Drº Valdir Bezerra dos Santos Júnior

Caruaru

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

M929f Moura, Ítalo César Gomes de.
Funções trigonométricas: utilizando o software GeoGebra com alunos do 3º ano do ensino médio. / Ítalo César Gomes de Moura. - 2019.
44 f.; il.: 30 cm.

Orientador: Valdir Bezerra dos Santos Júnior.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Matemática, 2019.
Inclui Referências.

1. Funções trigonométricas. 2. GeoGebra (Software). 3. Matemática (Ensino médio).
I. Santos Júnior, Valdir Bezerra dos (Orientador). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-312)

ÍTALO CÉSAR GOMES DE MOURA

FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS: utilizando o *software* GeoGebra com alunos do 3º ano do Ensino Médio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Matemática - Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciatura em Matemática.

Aprovada em: 09/12/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Valdir Bezerra dos Santos Júnior (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Lidiane Pereira de Carvalho (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Luan Danilo Silva dos Santos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho a Deus e à minha família que tanto me apoiou e me incentivou, de alguma forma, à buscar o melhor para a minha vida profissional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me abençoar e me proporcionar esse momento no qual vivo uma experiência de muita luta e aprendizado. Agradeço a meus familiares que sempre acreditaram no meu potencial, em especial a minha esposa, Bárbara Laís e minha mãe Hilda Gomes que sempre têm estado ao meu lado em todos os momentos. Agradeço ao meu pai, Josemilson Moura, pela compreensão da minha ausência em tantos momentos e também por me ajudar em muitas coisas. Aos meus amigos e professores que de alguma maneira contribuíram para minha formação enquanto profissional e também como ser humano.

Ao meu orientador, professor Valdir Bezerra, pelas orientações e contribuições dadas a este trabalho, muito obrigado. Aos alunos da escola que fiz a pesquisa, os quais não mediram esforços em poder participar.

Aos amigos que fiz em virtude do meio acadêmico no qual compartilhei conhecimentos e risadas quando tínhamos oportunidades. Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação.

“Nada conseguiremos na vida sem perseverança. Para aprender piano, há necessidade de horas seguidas de estudo diário. O que é o estudo para o pianista, é a perseverança para qualquer outra atividade.” (PASTORINO, 1960, p. 238).

RESUMO

Tendo em vista o avanço tecnológico digital, os *softwares* apresentam ser uma boa alternativa para ensinar conteúdos de matemática. Assim, a utilização de *softwares* nas aulas de matemática pode ajudar os alunos e os professores, visto que além de poder chamar atenção deles, traz grandes variedades de ferramentas que seriam difíceis de trabalhar no quadro branco. Em linhas gerais, o objetivo deste trabalho foi analisar a utilização do programa GeoGebra com estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública em atividades sobre funções trigonométricas. O caráter qualitativo predomina este trabalho. Buscamos fazer a pesquisa com alunos voluntários do 3º ano do ensino médio de uma escola pública estadual da cidade de Passira no estado de Pernambuco. Percebemos por meio desta pesquisa que a utilização do *software* mostra-se como ferramenta potencializadora da aprendizagem dos estudantes já que eles se envolvem com maior interesse. Assim, apesar de algumas incorreções de ordem matemática, indicamos que os estudantes demonstram aptidão e ainda indicam a utilização do *software* GeoGebra em atividades sobre funções trigonométricas.

Palavras-chave: Funções trigonométricas. GeoGebra. Instrumentação.

ABSTRACT

In view of the digital technological advancement, software presents a good alternative for teaching math content. Thus, using software in math classes can help students and teachers, as well as drawing attention to them, it brings a variety of tools that would be difficult to work on the whiteboard. In general, the objective of this work was to analyze the use of the GeoGebra program with high school students from a public school in activities on trigonometric functions. The qualitative character predominates this work. We sought to do research with volunteer students of the 3rd year of high school of a state public school in the city of Passira in the state of Pernambuco. We realize through this research that the use of software proves to be a potentiating tool for students' learning as they engage with greater interest. Thus, despite some mathematical inaccuracies, we indicate that students demonstrate aptitude and still indicate the use of GeoGebra software in activities on trigonometric functions.

Keywords: Trigonometric functions. GeoGebra. Instrumentation

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ilustração do desenho de uma pirâmide.....	19
Figura 02 - Ilustração do desenho de um cubo	19
Figura 03 - Ilustração do desenho de um plano no espaço tridimensional.....	20
Figura 04 - Ilustração do desenho de duas retas paralelas entre si	20
Figura 05 - Funções trigonométricas seno e cosseno esboçadas no <i>software</i> GeoGebra.....	21
Figura 06 - Esboço de algumas funções trigonométricas	22
Figura 07 - Esboço do gráfico de algumas funções trigonométricas.....	22
Figura 08 - Ilustração de uma tela do <i>software</i> GeoGebra	26
Figura 09 - Esquema do esboço de algumas funções trigonométricas	27
Figura 10 - Atividade para seleção dos alunos	29
Figura 11: Extrato da resposta do aluno A para a questão um	33
Figura 12: Extrato da resposta do aluno G para a questão um	34
Figura 13: Extrato da resposta do aluno E para a questão dois	34
Figura 14: Extrato da resposta do aluno B para a questão três.....	35
Figura 15: Extrato da resposta do aluno A para a questão quatro	36
Figura 16: Extrato da resposta do aluno C para a questão quatro	36
Figura 17: Extrato da resposta do aluno B para a questão quatro	37
Figura 18: Extrato da resposta do aluno F para a questão cinco	37
Figura 19: Extrato da resposta do aluno E para a questão cinco	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	TECNOLOGIA NO ENSINO DA MATEMÁTICA	15
2.1	O <i>SOFTWARE</i> GEOGEBRA	18
3	A ABORDAGEM INSTRUMENTAL DA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE UM PROFESSOR DE MATEMÁTICA	24
4	ELEMENTOS METODOLÓGICOS	28
5	ANÁLISE	32
5.1	Análise do questionamento prévio	32
5.2	Análise do questionamento pós atividade com o GeoGebra	32
<i>5.2.1</i>	<i>Análise da primeira questão</i>	<i>33</i>
<i>5.2.2</i>	<i>Análise da segunda questão</i>	<i>34</i>
<i>5.2.3</i>	<i>Análise da terceira questão</i>	<i>35</i>
<i>5.2.4</i>	<i>Análise da quarta questão</i>	<i>35</i>
<i>5.2.5</i>	<i>Análise da quinta questão</i>	<i>37</i>
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS	41
	APÊNDICE – A QUESTIONÁRIO PARA SELEÇÃO DOS SUJEITOS DE PESQUISA	44

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho temos como objetivo analisar as compreensões dos estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública sobre funções trigonométricas utilizando, para isso, o *software* GeoGebra. Chegamos a este objetivo quando pensamos, ingenuamente, que as funções trigonométricas não tem, na maioria das vezes, um destaque na sua abordagem no Ensino Médio. Além disso, entendemos que:

Estudos sobre o ensino da trigonometria apontam uma grande deficiência dos alunos no tocante aos conceitos básicos, como definições de seno, cosseno [...] Tal deficiência pode ser atribuída à falta de conhecimentos prévios ou por ser ensinado de modo abstrato, sem nenhuma aplicação prática, baseado apenas na transmissão de fórmulas e regras, não apresentado nenhum significado para a maioria dos alunos [...] (MAIA; GOMES PEREIRA, 2015, p. 402)

Importante explicitar que a temática funções trigonométricas envolvem os conceitos de função e trigonometria atrelados. Nesse sentido, é intuitivo falar que os estudantes devem ter um conhecimento prévio desses assuntos para compreender o que vamos propor na pesquisa.

Em pleno século XXI, depois de grandes avanços tecnológicos, ainda é frequente o uso de métodos tradicionais de ensino. A pedagogia tradicional não objetiva fazer com que os estudantes construam o saber junto com os professores, como afirma Gonzatto (2016, p. 131):

A pedagogia tradicional concentrava-se na transmissão de conhecimentos, os quais estavam armazenados nos livros e nas produções históricas. O ensino era centrado no professor, desconsiderando o aprendizado do aluno como um ser individual. Não se dava importância para o aprendizado psicológico das crianças. Era uma escola que se mantinha afastada da vida delas.

Na busca por atingir a maioria de alunos é necessário possibilitar o trabalho com diversas estratégias metodológicas. A utilização de ferramentas que façam os alunos entenderem na prática os assuntos é indispensável.

Conforme Dewey (1959b) citado por Gonzatto (2016), a pedagogia tradicional possui como uma de suas características, negar a existência das faculdades dos seus educandos, e dar grande ênfase para as matérias de estudo, as quais ela acredita que sejam as responsáveis pelo desenvolvimento mental e moral dos alunos.

É preciso que haja dinâmica na construção do conhecimento entre professor e aluno, “O professor precisa participar de forma ativa do processo de construção do conhecimento do aluno, sendo um mediador, motivador e orientador da aprendizagem” (CARNEIRO; PASSOS, 2014). O processo de ensino e aprendizagem da matemática na educação básica é sem dúvida um dos mais complicados de acontecer com facilidade, isso porque a maioria dos alunos parecem criar um paradigma desde cedo de que a disciplina é difícil e que não será utilizada para nada na vida cotidiana, isso foi notório perceber nas vivências dos estágios supervisionados.

Falar de dificuldade em Matemática é simples quando dizem que se trata de uma disciplina complexa e que muitos não se identificam com ela. Mas essas dificuldades podem ocorrer não pelo nível de complexidade ou pelo fato de não gostar, mas por fatores mentais, psicológicos e pedagógicos que envolvem uma série de conceitos [...] (ALMEIDA, 2006, p. 01).

Nesse sentido, tendo em vista o avanço tecnológico, a que grande parcela da população tem acesso, inclusive na área da educação, os *softwares* apresentam ser uma boa alternativa para ensinar alguns conteúdos de matemática. Assim, a utilização de *softwares* nas aulas de matemática pode ajudar os alunos e os professores, visto que além de chamar atenção deles, traz grandes variedades de ferramentas que seriam difíceis de trabalhar no quadro branco, fazendo também que eles tenham uma visão mais ampla do que é apresentado.

Neste mesmo sentido, a nova Base Nacional Comum Curricular¹ – BNCC (2017) enfatiza a importância da tecnologia:

A BNCC propõe que os estudantes utilizem tecnologias, como calculadoras e planilhas eletrônicas, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Tal valorização possibilita que, ao chegarem aos anos finais, eles possam ser estimulados a desenvolver o pensamento computacional, por meio da interpretação e da elaboração de fluxogramas e algoritmos. (BRASIL, 2017, p. 528)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais² – PCN (BRASIL, 1998, p. 140) também apoiam e colocam a tecnologia como importante para o processo de ensino e aprendizagem: “a tecnologia deve servir para enriquecer o ambiente educacional, propiciando a construção

¹ Prevista na Constituição de 1988, na LDB de 1996 e no Plano Nacional de Educação de 2014, a BNCC foi preparada por especialistas de cada área do conhecimento, com a valiosa participação crítica e propositiva de profissionais de ensino e da sociedade civil. (BRASIL, 2017)

² Foram elaborados procurando, de um lado, respeitar diversidades regionais, culturais, políticas existentes no país e, de outro, considerar a necessidade de construir referências nacionais comuns ao processo educativo em todas as regiões brasileiras. (BRASIL, 1998)

de conhecimentos por meio de uma atuação ativa, crítica e criativa por parte de alunos e professores”.

Tratando sobre a abordagem da trigonometria na Educação Básica e mais especificamente sobre funções trigonométricas, encontramos em alguns trabalhos autores que seguem nessa linha de pesquisa no qual as funções trigonométricas são importante para a formação dos estudantes e com a utilização de um recurso tecnológico pode ficar mais fácil para a compreensão. Persicano, (2013, p. 22), afirma que: “as Funções Trigonométricas constituem um tema importante na Matemática, tanto por suas aplicações (que vão desde as mais elementares, no dia-a-dia, até as mais complexas, na Ciência e na alta Tecnologia) como pelo papel central que desempenham na Análise”.

Em sua pesquisa, faz relações da matemática com a física, em especial com o Movimento Harmônico Simples, utilizando o *software* GeoGebra, e conclui enfatizando a importância do uso das tecnologias nas aulas e uma maior interação dos professores com os alunos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais também enfatizam a importância do ensino da trigonometria:

Outro tema que exemplifica a relação da aprendizagem de Matemática com o desenvolvimento de habilidades e competências é a Trigonometria, desde que seu estudo esteja ligado às aplicações, evitando-se o investimento excessivo no cálculo algébrico das identidades e equações para enfatizar os aspectos importantes das funções trigonométricas e da análise de seus gráficos. Especialmente para o indivíduo que não prosseguirá seus estudos nas carreiras ditas exatas, o que deve ser assegurado são as aplicações da Trigonometria na resolução de problemas que envolvem medições, em especial o cálculo de distâncias inacessíveis, e na construção de modelos que correspondem a fenômenos periódicos. (BRASIL, 2000, p. 44)

Maia e Gomes Pereira (2015), mostram em seu trabalho uma estratégia de aprendizagem aplicada no estudo de funções trigonométricas utilizando o *software* GeoGebra, destacam a importância desse conteúdo e enfatizam a não importância, muitas vezes, por partes dos alunos em aprender esse assunto:

Tal deficiência pode ser atribuída à falta de conhecimentos prévios ou por ser ensinado de modo abstrato sem nenhuma aplicação prática, baseado apenas na transmissão de fórmulas e regras, não apresentando nenhum significado para a maioria dos alunos.

Dessa forma, a utilização de tecnologias como forma de aproximar os conceitos matemáticos da realidade mostra-se indispensável. No trabalho deles foi feita uma observação participante, tomando como referência as ações dos alunos nas resoluções das atividades

propostas no *software* GeoGebra. Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois indicaram que a utilização do software contribuiu para uma melhor compreensão desses conceitos matemáticos estudados. (MAIA; GOMES PEREIRA, 2015)

Diante da discussão realizada da importância que a tecnologia pode trazer para o processo de ensino e aprendizagem de matemática e sobre a necessidade desta tecnologia, por exemplo, estar associada ao estudo das funções trigonométricas chegamos à seguinte questão de pesquisa: Como os estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública concebem a utilização do programa GeoGebra em atividades com funções trigonométricas?

Tendo como objetivo geral: Analisar a utilização do programa GeoGebra com estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública em atividades sobre funções trigonométricas. E objetivos específicos: Analisar a interação dos alunos com a ferramenta metodológica GeoGebra na realização das atividades envolvendo as funções trigonométricas seno e cosseno; Analisar as possíveis dificuldades e potencialidades dos alunos na realização da atividade envolvendo as funções trigonométricas seno e cosseno.

Indicamos que para chegar à resposta da questão de pesquisa organizamos o trabalho da seguinte maneira: no capítulo um fazemos a introdução ao nosso trabalho, enfatizando no item 1.1 os nossos objetivos, no capítulo dois discutimos sobre a tecnologia no ensino da matemática e o *software* GeoGebra. No capítulo três tratamos sobre a abordagem instrumental da prática pedagógica de um professor de matemática.

No capítulo quatro mostramos os elementos metodológicos da pesquisa. No capítulo cinco nos dedicamos a realizar a análise do material coletado e, por fim, no último capítulo, temos as considerações finais do trabalho.

2 TECNOLOGIA NO ENSINO DE MATEMÁTICA

É notório que as tecnologias estão cada vez mais presentes na vida das pessoas. As pessoas estão cada vez mais conectadas a internet.

O Brasil fechou 2016 com 116 milhões de pessoas conectadas à internet, o equivalente a 64,7% da população com idade acima de 10 anos. As informações são da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (Pnad C), divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (GOMES, 2018)

Desde a primeira Revolução Industrial, no século XVIII, as formas de desenvolver atividades em diferentes áreas estão sofrendo transformações. A substituição da manufatura pela maquinofatura nas indústrias, a crescente evolução das tecnologias computacionais, continuam se desenvolvendo de certa maneira que faz nós, como sociedade, pensar que futuramente não será necessário mais a presença humana em determinadas atividades.

No início das discussões sobre a introdução dos computadores na escola, muitos professores mostravam resistência porque pensavam que, assim como em outros ramos de atividade, seriam substituídos por essas máquinas (CARNEIRO; PASSOS, 2014, p. 102).

No que concerne a educação e o envolvimento com a tecnologia, atualmente, podemos indicar que a educação a distância - EAD tem sido muito acionada. Destacamos que quando tratamos de Educação a Distância estamos nos remetendo aquela realizada por meio da utilização de computadores conectados a rede mundial de computadores internet, e ela está sendo cada vez mais comum com publicação de vídeo aulas na internet, *podcasts* e outras ferramentas utilizadas na EAD.

Mesmo com a inserção da tecnologia, é fundamental destacar a importância cada vez maior do professor no processo de ensino e aprendizagem. Carneiro e Passos (2014, p. 102) colocam, estudos comprovam que o papel do professor no ambiente escolar é de fundamental importância, não é só a inserção das tecnologias que fazem o processo de construção do conhecimento fluir, os professores também têm que agir de alguma forma.

Podemos também indicar que “A inserção da tecnologia na educação deve ser compreendida e orientada no sentido de proporcionar nos indivíduos o desenvolvimento de uma inteligência crítica, mais livre e criadora” (MISKULIN, 2008, p. 01), ou seja, é preciso

compreender a tecnologia como uma ferramenta que se não utilizada corretamente pode não trazer os efeitos desejados.

Dessa forma, é indiscutível que a participação de um professor na sala de aula em contato direto com os estudantes faz diferença. Libâneo (2013, p. 274) destaca que “as relações entre professores e alunos, as formas de comunicação, os aspectos afetivos e emocionais, a dinâmica das manifestações na sala de aula fazem parte das condições organizativas do trabalho docente”, assim, o contato dos alunos com os professores proporcionam uma experiência diferente do processo o qual os alunos aprendam “sozinhos”, apenas vendo a reprodução de aulas gravadas, por exemplo.

Nesse sentido, o professor com a utilização das ferramentas tecnológicas pode tornar o processo de ensino e aprendizagem melhor. “A máquina precisa do pensamento humano para se tornar auxiliar no processo de aprendizado” (RIBEIRO, 2005, p. 94 apud CARNEIRO; PASSOS, 2014, p. 102). Levar mídias digitais para a sala de aula só por levar, sem planejamento, não faz o processo de ensino e aprendizagem fluir, certamente. Deve-se haver um planejamento do que pode ser feito com a ferramenta de interesse. Kenski (2005, p. 03) enfatiza a importância do planejamento:

[...] deve-se criar um plano para a definição e administração das mídias que serão utilizadas. Quanto maior for à articulação entre o plano de mídias e o planejamento pedagógico melhor será a fluidez para o desenvolvimento da proposta.

As tecnologias presentes nas aulas possuem várias funções, além da motivação aos alunos. É um recurso inovador e que pode gerar grandes construções no raciocínio dos alunos.

A tecnologia não consiste apenas em um recurso a mais para os professores motivarem as suas aulas, consiste, sobretudo em um meio poderoso que pode propiciar aos alunos novas formas de gerarem e disseminarem o conhecimento, e, conseqüentemente, propiciar uma formação condizente com os anseios da sociedade. (MISKULIN, 2008, p. 06)

Nessa perspectiva, as tecnologias estão cada vez mais presente no nosso cotidiano “[...] como dormir, comer, trabalhar, nos deslocarmos para diferentes lugares, ler, conversar e nos divertimos [...]” (KENSKI, 2007, p. 24) assim como, nesta perspectiva, os *softwares* educacionais, estão presentes cada vez mais nas salas de aula, sobretudo nas aulas de matemática.

O acesso à informática deve ser visto como um direito, e, portanto, nas escolas públicas e particulares o estudante deve poder usufruir de uma

educação que no momento atual inclua no mínimo uma alfabetização tecnológica. (BORBA; PENTEADO, 2007, p. 17)

Com a expansão constante da tecnologia a nível mundial, é notória a utilização dela em boa parte da vida cotidiana das pessoas. Sendo assim, é necessária a familiarização das pessoas das novas gerações desde a infância, principalmente. A grande quantidade de informações publicadas todos os dias sobre diversos temas não necessariamente ensinam as pessoas a utilizarem as diferentes tecnologias. Muitas vezes, é preciso estar inserido no meio para poder saber o que surgiu e como pode ser utilizado. Por isso, Kenski (2007, p. 43) afirma que

A forma de utilização de alguma inovação, seja ela um tipo novo de processo, produto, serviço ou comportamento, precisa ser informada e aprendida. Todos nós sabemos que a simples divulgação de um produto novo pelos meios publicitários não mostra como o usuário deve fazer para utilizar plenamente seus recursos.

Referente à educação, Silva (2017, p. 14) enfatiza em seu trabalho que as tecnologias estão atuando como ferramenta de mediação entre o aluno e o conhecimento, pois eles permitem que o aluno experimente e visualize quantas vezes achar necessário as várias possibilidades.

O mundo está rodeado de tecnologias computacionais, e, portanto, ter conhecimento de informática pode ser um fator determinante, como explica Borba e Penteado (2007, p. 16):

[...] é razoável pensar que aquele que possui conhecimentos na área de informática esteja mais preparado para o mercado de trabalho. É praticamente certo que alguém que possua conhecimento em informática tenha mais facilidade de conseguir empregos do que alguém que não consiga ligar o computador e trabalhar com alguns aplicativos básicos. Assim, cada vez mais a tecnologia informática interfere no mercado trabalho. Ela tem sido a vilã do desemprego, dito estrutural, e o seu domínio tem servido de base de decisão sobre quem vai assumir determinadas posições no mercado de trabalho.

Não é de agora que as tecnologias vêm sendo amplamente discutidas para o ensino da matemática, como explica Borba e colaboradores (2014, p. 18) “Nos anos 1980 o uso de calculadoras simples e científicas e de computadores já era discutido em educação matemática.” Atualmente, estamos no período das tecnologias para o ensino da matemática em que este autor chama de quarta fase, na qual se deu início em 2004. Essa fase se caracteriza pela possibilidade de utilização da internet mais veloz, como ele mesmo destaca: “a qualidade de conexão, a quantidade e o tipo de recursos com acesso à internet tem sido

aprimorados, transformando a comunicação *online*” (BORBA et al, 2014, p. 35). O *software* GeoGebra se torna amplamente utilizável pelas classes de alunos e docentes nessa fase.

2.1 O *Software* Geogebra

O *Software* Geogebra nos últimos vem ganhando cada vez mais a visibilidade da camada docente, principalmente por ser um recurso gratuito e cheio de funcionalidades que podem ajudar no processo de ensino e aprendizagem da matemática. Lopes, (2013, p. 632) destaca:

O GeoGebra é um *software* dinâmico, que reúne Geometria, Álgebra, Cálculo e Estatística. Permite a construção de vários objetos como: pontos; vetores; segmentos; retas; seções cônicas; gráficos de funções e curvas parametrizadas, os quais podem, depois, serem modificados dinamicamente. Permite, ainda, a introdução de equações e coordenadas, digitando-se diretamente na sua caixa de entrada. Apresenta três diferentes janelas: gráfica, algébrica ou numérica, e a folha de cálculo.

É um *software* de matemática dinâmica gratuito, disponível online e também para baixar³. É multiplataforma e, assim, ele pode ser instalado em computadores com Windows ou Linux. Segundo o Instituto Geogebra São Paulo – PUC-SP⁴:

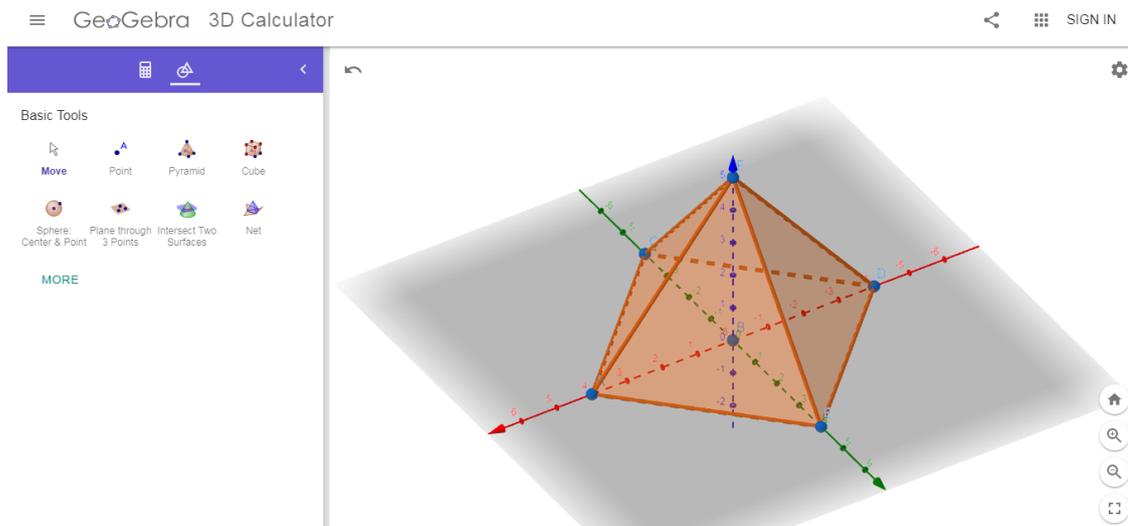
O GeoGebra foi criado em 2001 como tese de Markus Hohenwarter e a sua popularidade tem crescido desde então. Atualmente, o GeoGebra é usado em 190 países, traduzido para 55 idiomas, são mais de **300.000** downloads mensais, 62 Institutos GeoGebra em 44 países para dar suporte para o seu uso. Além disso, recebeu diversos prêmios de software educacional na Europa e nos EUA, e foi instalado em milhões de laptops em vários países ao redor do mundo.

Dessa maneira, podemos perceber o quanto essa ferramenta tem sido utilizada em vários lugares no mundo como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de matemática. Essa ferramenta possui várias versões, observemos, assim, algumas ilustrações de temas que é possível trabalhar utilizando-a (Figura 01 e Figura 02):

³ <https://www.geogebra.org/?lang=en>

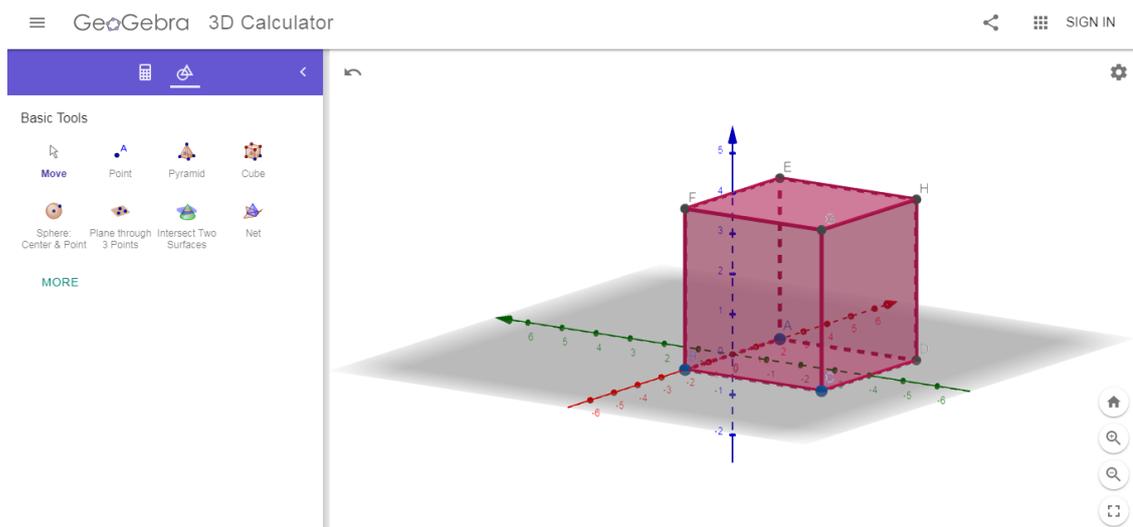
⁴ Disponível em: <<https://www.pucsp.br/geogebra/geogebra.html>>, acessado em 28/11/2018.

Figura 01 - Ilustração do desenho de uma pirâmide



Fonte: O autor (2019).

Figura 02 - Ilustração do desenho de um cubo

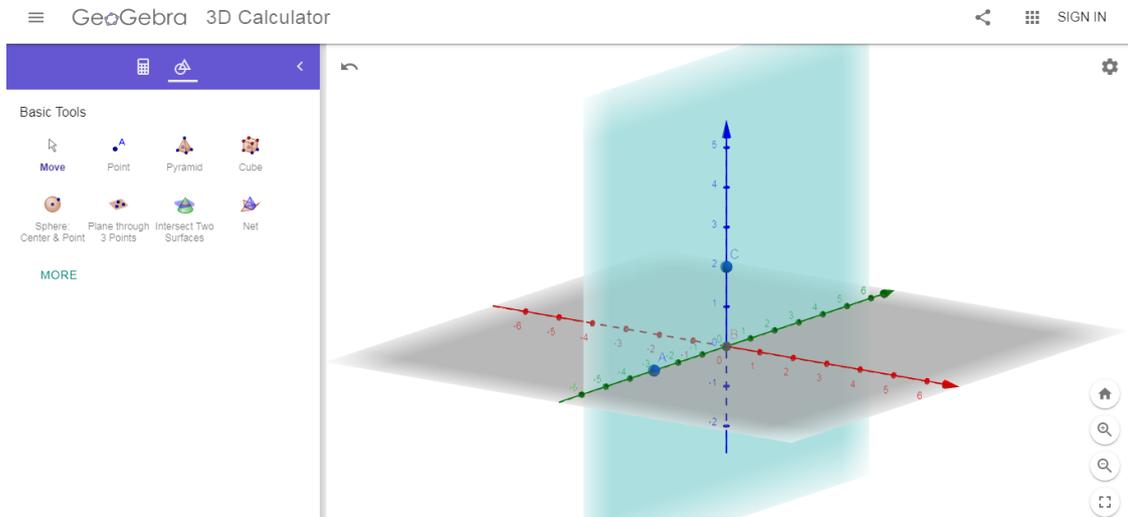


Fonte: O autor (2019).

A Figura 01 e a Figura 02 mostram desenhos de figuras espaciais. Nas aulas de matemática, desenhar uma figura espacial algumas vezes se torna um processo trabalhoso. Nem todos os alunos e professores têm a técnica e habilidade para isso. É possível, com essa ferramenta, mover o plano sobre diversos ângulos, tornando ainda mais real a imagem. Dessa

maneira, a utilização do *software* pode tornar uma aula interativa e mais perto da realidade. Vejamos, agora, a Figura 03 que mostra o desenho de um plano no espaço tridimensional:

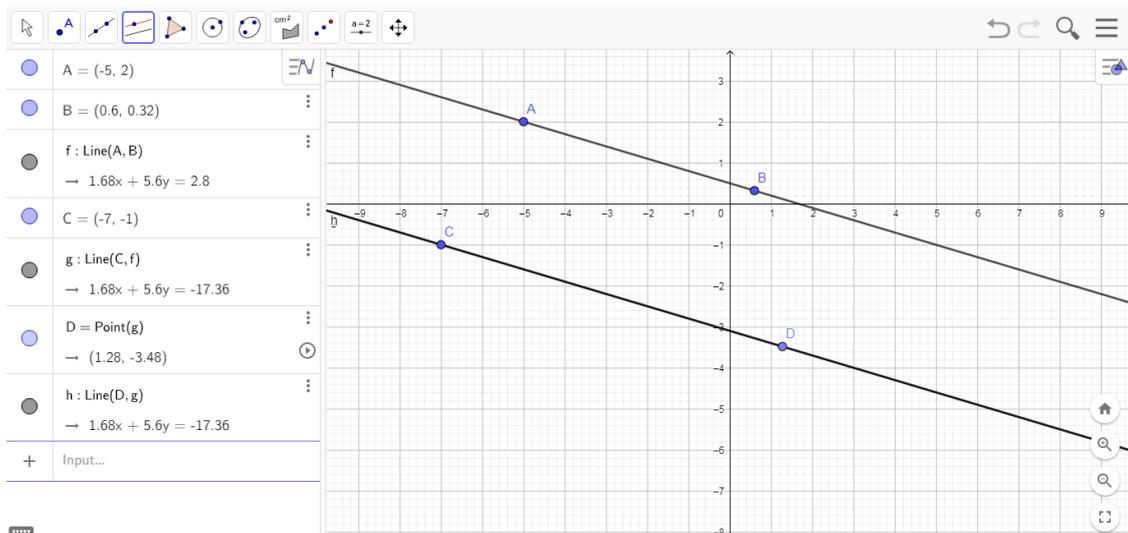
Figura 03 – Ilustração do desenho de um plano no espaço tridimensional



Fonte: O autor (2019).

Desenhar um plano de modo que todos os alunos vejam o que se quer mostrar é algo que não é fácil. Observando a Figura 03, percebe-se que é uma forma de deixar mais claro a visão do que seria isso no espaço 3D.

Figura 04 – Ilustração do desenho de duas retas paralelas entre si

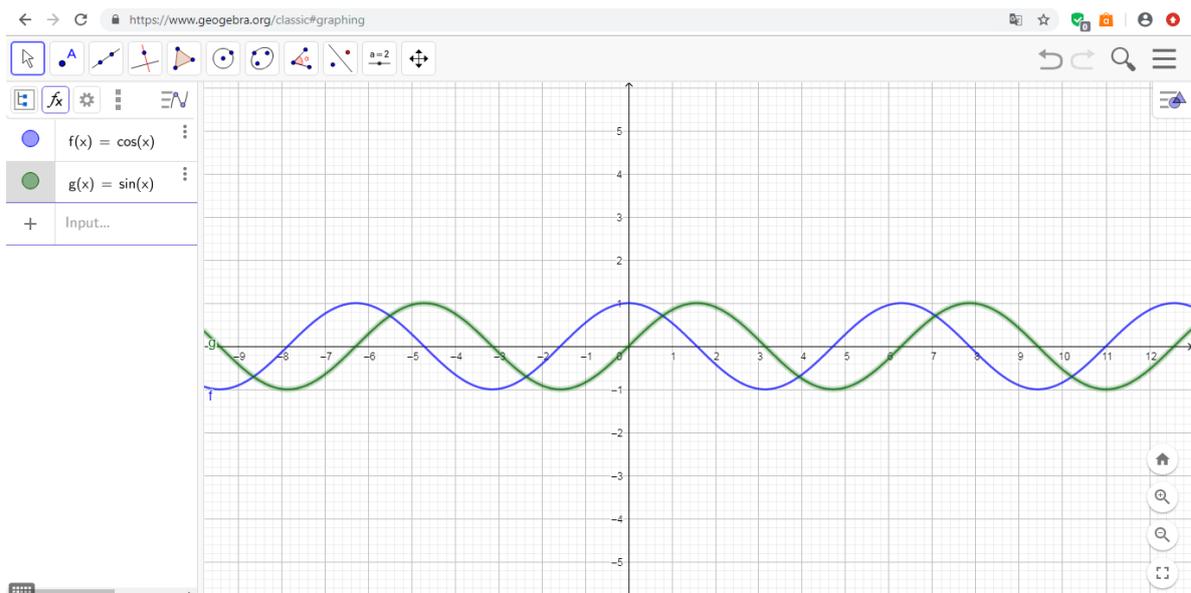


Fonte: O autor (2019).

Na Figura 04, temos a construção de duas retas paralelas entre si. Introduzir esse conceito em sala de aula com essa ferramenta torna-se interessante, principalmente pelo fato de poder mover as retas. Em se tratando de paralelas, pode-se levar ela na mesma direção e sentido por infinitos pontos dentro do gráfico.

Para o ensino de funções trigonométricas, a utilização de um *software* para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem não é menos importante. Observemos inicialmente a Figura 05, na qual temos esboçadas as funções $g(x) = \sin(x)$ e $f(x) = \cos(x)$.

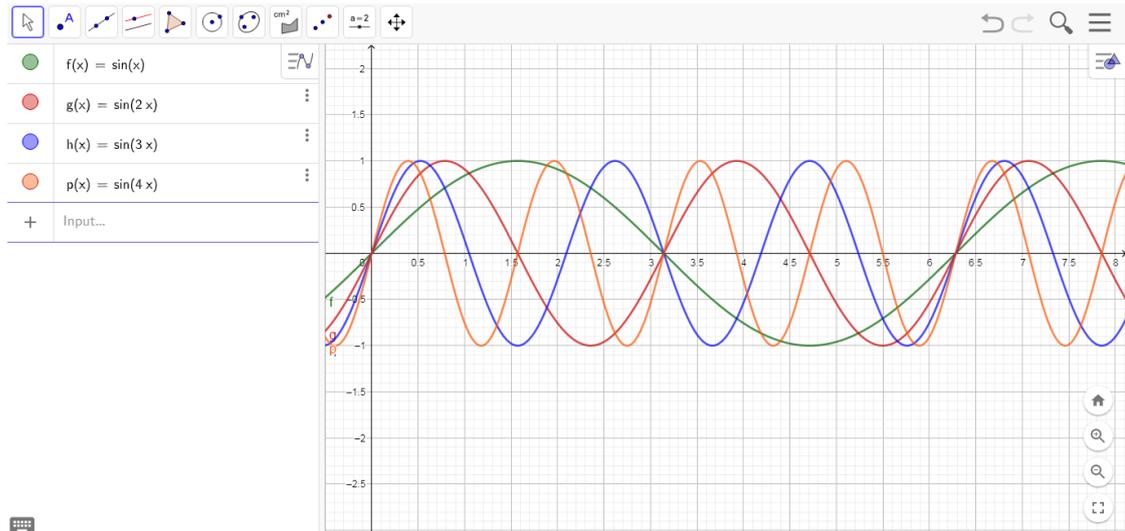
Figura 05 – Funções trigonométricas seno e cosseno esboçadas no *software* GeoGebra



Fonte: O autor (2019).

A utilização do programa possibilita a visualização do comportamento das funções no mesmo gráfico. Podemos observar o comportamento das funções $f(x) = \sin(x)$, $g(x) = \sin(2x)$, $h(x) = \sin(3x)$ e $p(x) = \sin(4x)$ na Figura 6. O que possibilita dar indicações do que acontece com as funções.

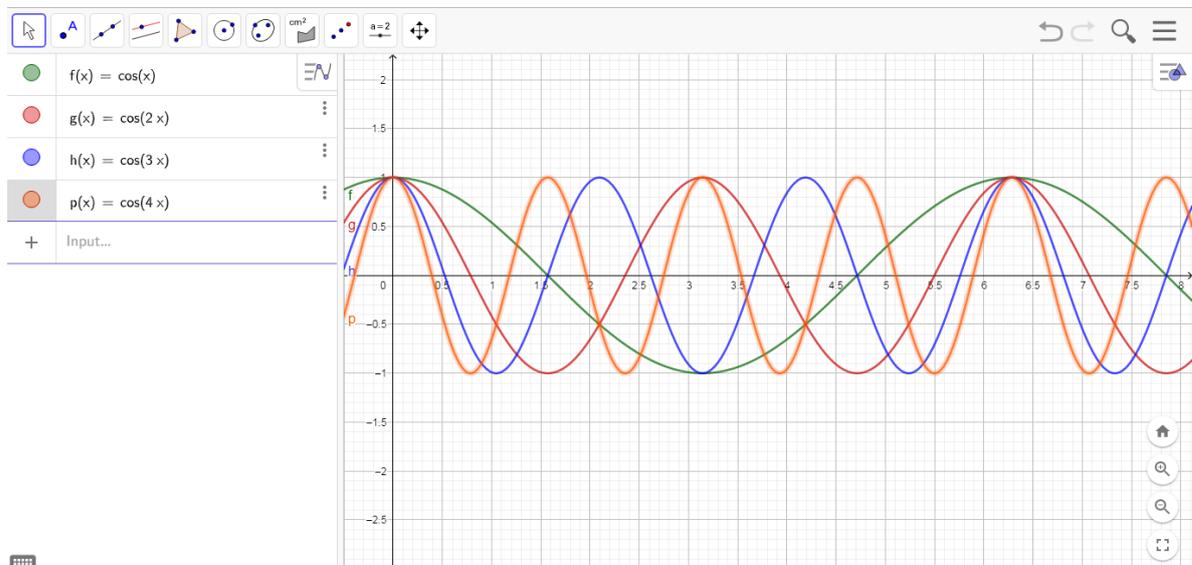
Figura 06 – Esboço de algumas funções trigonométricas



Fonte: O autor (2019).

Percebe-se que o comportamento do gráfico de cada uma delas é diferente. Com o GeoGebra, cada função é desenhada perfeitamente no plano cartesiano, recebe um nome e uma cor diferente automaticamente. Ou seja, pode tornar mais fácil para o professor e possibilitar a pouca perda de tempo, além de mostrar com nitidez para os alunos o que ocorre com as funções.

Figura 07 – Esboço do gráfico de algumas funções trigonométricas



Fonte: O autor (2019).

Essa ferramenta de ensino para funções trigonométricas possibilita aos alunos uma ampla visão e a possibilidade de tirar boas conclusões a partir do esboço do gráfico. Assim, a utilização do *software* GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem da matemática parece ser indispensável, uma vez que proporciona uma experiência mais dinâmica da geometria, que por sua vez, é um conteúdo muito abstrato, e por esse motivo, pode ser considerado ingenuamente como difícil a visualização de alguns contextos mentalmente e por meio da escrita em quadro branco.

3 A ABORDAGEM INSTRUMENTAL DA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE UM PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Este capítulo objetiva expor a abordagem instrumental sobre como a utilização do *software* GeoGebra pode deixar de ser um simples artefato e tornar a ser um instrumento nas aulas de matemática, seguindo teoria de Rabardel (1995) citado por Bittar (2011). Como já discutimos, o uso das tecnologias pode deixar uma aula de matemática mais dinâmica, fazendo oposição ao modelo de ensino tradicional.

Os professores em geral mostram a matemática como um corpo de conhecimentos acabado e polido. Ao aluno não é dado em nenhum momento a oportunidade ou gerada a necessidade de criar nada, nem mesmo uma solução mais interessante. O aluno assim, passa a acreditar que na aula de matemática o seu papel é passivo e desinteressante. (D'AMBROSIO, 1989, p. 16)

Ainda não é muito utilizado em sala de aula, ferramentas computacionais, tendo em vista que a geração de professores que ainda predominam nas escolas não tem muita familiarização com o uso de tecnologias, tanto que é um dos motivos que os professores relatam nas pesquisas em não usar os *softwares* educacionais é a ausência deles em suas formações e também a falta de estrutura. Bittar (2011, p. 158) indica que

[...] em geral, os principais argumentos utilizados por professores ou diretores de escola, ou mesmo pesquisadores para esse fato, concentram-se em torno de dois motivos: falta de material e de condições adequados (salas, computadores, *softwares*, ...) e falta de preparo dos professores.

A ausência de novas metodologias de ensinar matemática aos estudantes, só faz os alunos acreditarem “que a aprendizagem da matemática se dá através de um acúmulo de fórmulas e algoritmos [...], eles acham que a matemática é um corpo de conceitos verdadeiros e estáticos, do qual não se duvida ou questiona [...]” (D'AMBROSIO, 1989, p. 15). Apesar de o objetivo de novas ferramentas educacionais, como os *softwares*, ser levar alguma mudança positiva no processo do aluno com relação ao saber, os poucos professores que levam essas ferramentas para se trabalhar na sala de aula, não conseguem provocar os alunos a essas mudanças, muitas vezes por despreparo e não incorporação do conteúdo a ser ensinado, segundo Bittar (2011, p. 159).

Dessa forma, o professor ao utilizar a tecnologia como instrumento de auxílio para o ensino da matemática, deve ter planejamento e objetivos, para que os alunos consigam

construir o conhecimento de forma dinâmica, desmitificando alguns paradigmas sobre a matemática na educação básica.

Nesse sentido, percebemos que essas relações discutidas têm ligação com a teoria da instrumentação de Rabardel (1995) citado por Bittar (2011), pois nos mostra um estudo da ação de um sujeito, mediado por um instrumento.

Para entendimento da teoria da instrumentação, o autor utiliza os termos artefato e instrumento, que por sua vez tem definições diferentes. Mas para definir esses dois termos, devemos entender que quando falamos em esquemas nessa teoria, devemos pensar no sujeito que age sobre alguma coisa, sendo assim, segundo Bittar (2011, p. 160), esquema tem uma característica dinâmica.

Na abordagem instrumental, um artefato pode ser um meio material, como um martelo, uma enxada, ou um meio simbólico, como uma linguagem simbólica (linguagem algébrica, símbolos vetoriais etc.). O instrumento consiste do artefato acrescido de um ou vários esquemas de utilização desse artefato, esquemas esses construídos pelo sujeito. (BITTAR, 2011, p. 160)

Levando a discussão para o uso da tecnologia na sala de aula, quando levamos um *software* para a sala de aula, ele ainda é um artefato. Da maneira que o professor se utiliza da ferramenta para construção de conhecimento com os alunos em sala de aula, esta passa a ser instrumento, segundo a teoria da instrumentação. Bittar (2011, p. 160), faz três distinções sobre a ideia central de instrumento:

- Cada sujeito constrói seus próprios esquemas de utilização, portanto, seu próprio instrumento, que difere do instrumento do “outro”;
- À medida que o sujeito continua a manipular o instrumento, vai construindo novos esquemas que vão transformando o instrumento. Estes esquemas são modificados pelo sujeito de acordo com suas necessidades;
- Um mesmo artefato dá origem a diferentes instrumentos construídos por diferentes sujeitos.

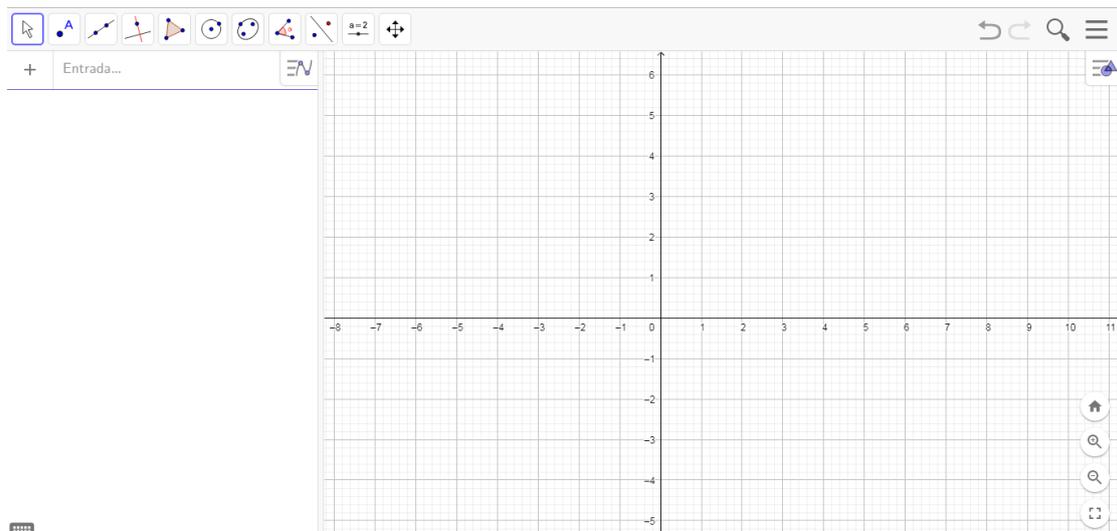
Ou seja, há inúmeras possibilidades de se utilizar uma ferramenta para benefício do processo de ensino e aprendizagem. Não é só porque um *software* ou qualquer outra ferramenta seja específico para uma coisa que eu só posso utilizá-lo para aquilo. Há uma autonomia e liberdade de ir à busca do que melhor se encaixe para uma aprendizagem construtiva, basta que haja criatividade e vontade de agir. Um exemplo disso é o *Microsoft Power Point*. Muito usado atualmente, mas que normalmente é utilizado somente para criação de apresentação de *slides*. Entretanto, este mesmo *Software* tem vários outros recursos que

podem ser utilizados para a educação. Além de *slides*, é possível criar história em quadrinhos, jogos, entre outras coisas que podem ser criativo e longe do tradicional em qualquer disciplina. D'Ambrosio (1989, p. 19) diz que metodologia de trabalho de natureza tecnológica tem grande influência no processo de aprendizagem dos estudantes:

Acredita-se que metodologia de trabalho desta natureza tem o poder de dá ao aluno a autoconfiança na sua capacidade de criar e fazer matemática. A matemática deixa de ser um corpo de conhecimentos prontos e simplesmente transmitidos aos alunos e passa a ser algo em que o aluno faz parte integrante no processo de construção de seus conceitos.

No que se refere ao *software* GeoGebra, o qual iremos trabalhar, um professor que nunca usou essa ferramenta e não sabe usá-la, pela teoria da Instrumentação, ele a tem como um artefato. À medida que começar ele começar a se utilizar dele, aprender suas funcionalidades e saber aplicá-las, então este artefato é transformado em instrumento. “Quanto mais ele usar este instrumento, mais esquemas podem ser construídos, agregados ao *software* e o professor terá, então, um novo instrumento” (BITTAR, 2011, p. 161). É preciso criatividade para relacionar ferramentas com o que quer ser ensinado, confiança que pode dá certo e ação para aplicar em sala de aula. Vejamos as Figuras 08 e 09 a seguir:

Figura 08 - Ilustração de uma tela do *software* GeoGebra

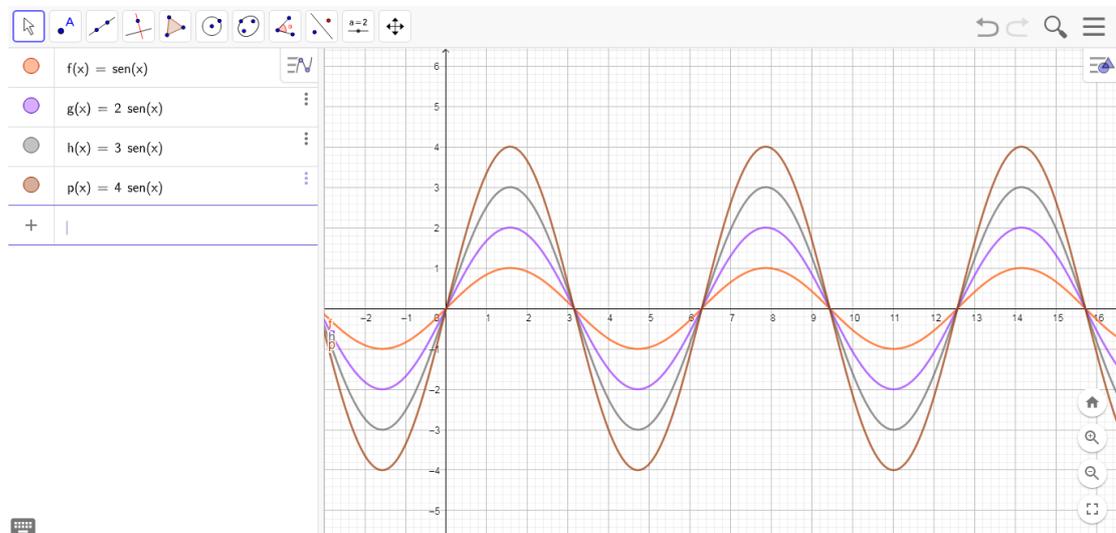


Fonte: O autor (2019).

Observemos na Figura 08 um exemplo de artefato, quando nos referimos a utilização de um *software* como ferramenta metodológica para o processo de ensino e aprendizagem da

matemática. A ferramenta está aberta, mas se não houver a ação para a utilização dela para um determinado fim, ela não deixará de ser artefato.

Figura 09 – Esquema do esboço de algumas funções trigonométricas



Fonte: O autor (2019).

Agora, na Figura 09, podemos inferir que na medida em que os estudantes utilizam o programa com o objetivo, por exemplo, de compreender o comportamento das funções dadas, temos a passagem do que antes era um artefato, para um instrumento, visto que foi realizada uma ação na qual o programa serve para um melhor entendimento do comportamento das funções dadas e que está ligado a alteração dos parâmetros.

4 ELEMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho, objetivamos analisar a utilização do programa GeoGebra com estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública em atividades sobre funções trigonométricas. Nossa pesquisa é de caráter qualitativo, seguindo a ideia de Godoy (1995, p. 58):

[...] a pesquisa qualitativa não procura enumerar e/ ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo.

Nesse sentido, como estamos em busca de compreender como os estudantes veem as funções trigonométricas utilizando, para isso, o *software* GeoGebra e não medir nem enumerar nada, o caráter qualitativo predomina este trabalho. Buscamos fazer a pesquisa com alunos voluntários do 3º ano do ensino médio de uma escola pública estadual da cidade de Passira, estado de Pernambuco. No total, 7 alunos, os quais chamamos de alunos A, B, C, D, E, F e G, participaram da pesquisa. Escolhemos alunos que já estão na reta final do ensino médio, pelo fato de que possivelmente já tenham estudado algo relacionado a esse assunto, pois para a pesquisa, são necessários conhecimentos prévios de função e trigonometria. A escolha dos alunos foi feita do seguinte modo: Perguntei em duas turmas quem poderia servir como participante da pesquisa envolvendo funções trigonométricas e o *software* GeoGebra. Inicialmente, quase todos os alunos se dispuseram.

Dessa forma, aplicamos uma atividade, que está em destaque na Figura 10, para selecionar os participantes. A necessidade de selecionar os estudantes se deu principalmente a partir do que visualizamos em uma aplicação piloto da atividade da pesquisa. Nela observamos que não conseguiríamos acompanhar o desenvolvimento dos participantes das pesquisas se fossem realizados com um número muito grande de participantes.

O critério utilizado foi a análise das justificativas feitas por eles em cada questão que propomos, tendo em vista que alguns estudantes respondem com pouco nível de interesse, esses então, foram excluídos da etapa seguinte, na qual foi feita a pesquisa propriamente dita.

Figura 10 - Atividade para seleção dos alunos

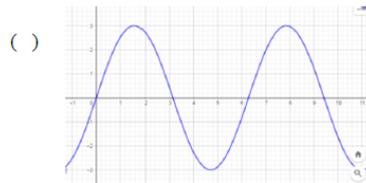
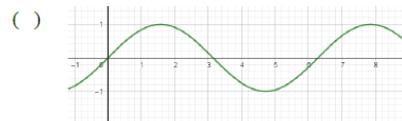
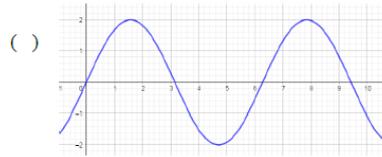
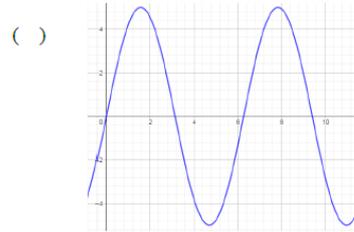
Nome: _____



ATIVIDADE DE PESQUISA

1- Relacione a lei de formação das funções abaixo com sua representação geométrica:

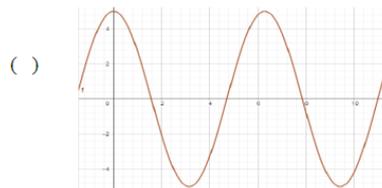
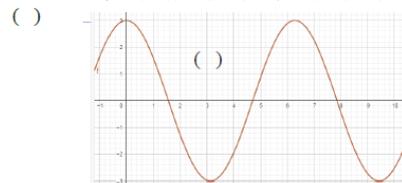
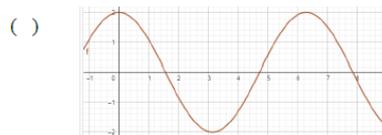
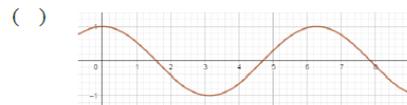
- I. $f(x) = \text{sen}(x)$
- II. $f(x) = 2 * \text{sen}(x)$
- III. $f(x) = 3 * \text{sen}(x)$
- IV. $f(x) = 5 * \text{sen}(x)$



Justifique suas respostas:

2- Relacione a lei de formação das funções abaixo com sua representação geométrica:

- I- $f(x) = \text{cos}(x)$
- II- $f(x) = 2 * \text{cos}(x)$
- III- $f(x) = 3 * \text{cos}(x)$
- IV- $f(x) = 5 * \text{cos}(x)$



Justifique suas respostas:

Fonte: O autor (2019).

Importante indicar que as questões propostas nas atividades foram baseadas principalmente com objetivo que os estudantes fizessem a relação entre a lei de formação da função e sua representação gráfica, pois a atividade que propusemos na pesquisa com a utilização do GeoGebra a relação entre a lei de formação e as representações gráficas foi o foco. Aplicamos a atividade com 36 alunos e destes selecionamos 07.

Depois de selecionar os estudantes convidamos para a sessão na qual eles iriam trabalhar com o GeoGebra. Este momento foi realizado no horário de aula em uma sala que estava desocupada na escola, a aplicação foi feita em um computador, o qual levei para este fim. Todos compareceram de uma única vez para a realização da atividade. A possibilidade de realizar no contraturno foi descartada tendo em vista que alguns estudantes não poderiam comparecer. Dessa forma, optei pelo horário de aula. Indicamos que antes de começar a trabalhar com as atividades sobre as funções no GeoGebra fizemos alguns questionamentos que estão destacados no Quadro 01. Essas questões foram realizadas com o objetivo de identificar se os estudantes já haviam conhecido o *software* e se a experiência com ele foi positiva com relação a melhora da aprendizagem, antes da realização da nossa pesquisa.

Quadro 01 – Questões e justificativas antes da atividade

1. Você já presenciou uma aula na qual o professor de matemática utilizou o <i>software</i> GeoGebra?	Buscar saber se os sujeitos da pesquisa já tiveram alguma experiência com o GeoGebra.
2. Se sim, o <i>software</i> te ajudou a entender o conteúdo abordado por ele?	Analisar se o GeoGebra impactou positivamente no aprendizado dos estudantes na visão deles.
3. No que se refere ao estudo das funções trigonométricas em sala de aula, o professor utilizou alguma ferramenta tecnológica para facilitar o processo de ensino e aprendizagem deste conteúdo? Se sim, qual?	Identificar se os estudantes haviam, especificamente, trabalhado as funções trigonométricas com o uso de programas digitais.
4. Você acha que o estudo de funções trigonométricas com o auxílio de alguma ferramenta tecnológica pode influenciar no processo de ensino e aprendizagem? Explique.	Analisar se os estudantes, antes da atividade de pesquisa aprovam o uso de tecnologias para o processo de ensino e aprendizagem.

Fonte: O autor (2019).

Destacamos que após realizar os questionamentos que descrevemos no Quadro 01 seguimos um roteiro para o desenvolvimento da atividade no Geogebra, elaborado com base numa atividade proposta em um trabalho de Lopes (2013, p. 41) intitulado “Sequência Didática para o Ensino de Trigonometria usando o *Software* GeoGebra”, que podemos dividir por momentos: *1º momento*: Foi feito a explicação de algumas principais funções do aplicativo GeoGebra.; *2º momento*: Nesse momento, começou a realização da atividade. O procedimento foi o seguinte: O GeoGebra estava apresentava na tela a função $f(x) = \sin(x)$,

assim, pedi que observassem o gráfico. Depois, na mesma janela, mostrei as seguintes funções: $g(x) = 2 \cdot \sin(x)$; $h(x) = 3 \cdot \sin(x)$; $p(x) = 5 \cdot \sin(x)$. Pedi que eles analisassem a imagem das funções; *3º momento*: Após isso, dei liberdade para eles observar o que acontecia se variássemos outros parâmetros da função seno, tais como observar a diferença entre $f(x) = \sin(x)$ e $g(x) = \sin(2x)$, por exemplo; *4º momento*: Nesse momento, o procedimento foi mostrar a mesma ideia, porém com a função cosseno: Em outra janela do programa, a tela apresentava a função $f(x) = \cos(x)$, assim, pedi que observassem o gráfico. Depois, na mesma janela, mostrei as seguintes funções: $g(x) = 2 \cdot \cos(x)$; $h(x) = 3 \cdot \cos(x)$; $p(x) = 5 \cdot \cos(x)$. Pedi que eles analisassem a imagem das funções; *5º momento*: Após isso, dei liberdade para eles observar o que acontecia se variássemos outros parâmetros da função cosseno, tais como observar a diferença entre $f(x) = \cos(x)$ e $g(x) = \cos(2x)$, por exemplo, como ocorreu anteriormente; e *6º momento*: Após as observações feitas, pedi que respondessem o questionário feito para depois da atividade de pesquisa, mostrado no Quadro 02.

Quadro 02 – Questões e justificativas depois da atividade

1. O que você percebeu observando o comportamento da imagem das funções seno dadas acima?	Essa pergunta visa buscar entender se o estudante percebeu as mudanças ocorridas no gráfico das funções com a mudança de alguns parâmetros.
2. O que você percebeu observando o comportamento da imagem das funções cosseno dadas acima?	Da mesma forma, essa pergunta visa buscar entender se o estudante percebeu as mudanças ocorridas no gráfico das funções com a mudança de alguns parâmetros.
3. O <i>software</i> o ajudou a entender a diferença entre as funções?	Analisar se o GeoGebra passou de artefato para instrumento para os estudantes no entendimento do que que acontece com as mudanças nas funções.
4. Caso um professor levasse essa atividade para sala de aula, você acha que ficaria mais fácil o entendimento de casos particulares de funções trigonométricas? Por quê?	Analisar se os estudantes, depois dessa atividade, apoiariam os professores a utilizarem ferramentas tecnológicas desse tipo.
5. Escreva a sua avaliação sobre a atividade.	Buscar saber o a opinião sobre a atividade proposta na pesquisa.

Fonte: O autor (2019).

A seguir dedicaremos o próximo capítulo a análise dos dados coletados.

5 ANÁLISE

Iniciamos a parte destinada a análise explicitando como ela está organizada. Decidimos dividi-la em duas partes. A primeira parte é mais descritiva e tende a explicitar alguns detalhes sobre os participantes diante do questionário realizado antes da aplicação da atividade com a utilização do GeoGebra. A segunda parte é dedicada a análise do questionário aplicado após a realização da atividade com o GeoGebra.

5.1 Descrição do questionário prévio

Como já explicitado no capítulo destinado aos elementos metodológicos um questionário foi aplicado antes dos estudantes realizarem uma atividade com a utilização do GeoGebra, A partir deste momento descrevemos as respostas encontradas neste questionário.

Sobre as questões de número um e dois, com base nas respostas dos 07 estudantes, percebemos que só um aluno pesquisado nunca presenciou uma aula em que o professor já tenha utilizado o GeoGebra, isso indica que esse programa já está sendo utilizado como ferramenta metodológica de ensino, além disso, esses alunos que presenciaram esse uso, todos afirmaram que o *software* ajudou no entendimento do conteúdo. Ingenuamente, podemos conjecturar que os estudantes observam na utilização do programa em suas respostas indicam que o programa passa a ser o instrumento na ação estudar matemática.

Passando a explicitação dos dados da terceira questão, quando o assunto é o uso de tecnologias para o estudo das funções trigonométricas, todos dizem que o professor(a) não utilizou nenhuma para a abordagem deste conteúdo. Apesar disso, todos os alunos indicaram que se houvesse o uso de alguma ferramenta tecnológica para o estudo desse tema, o processo de ensino e aprendizagem poderia se tornar melhor. Alguns argumentam que pelo fato de estarmos vivendo numa era digital que só cresce nos últimos anos, se faz necessário o uso de tecnologias que interajam com eles para estimular e despertar o interesse pela aprendizagem do conteúdo.

5.2 Análise do questionário pós atividade com o GeoGebra

Antes de iniciar propriamente a análise do questionário aplicado após a atividade com o GeoGebra destacamos algumas observações feitas à medida que os estudantes foram apresentados a proposta de trabalhar com o GeoGebra. Na aplicação da atividade, à medida que era esboçado os diferentes gráficos das funções seno e cosseno no programa, percebemos que os estudantes começavam a comentar e discutir sobre a mudança que ocorria.

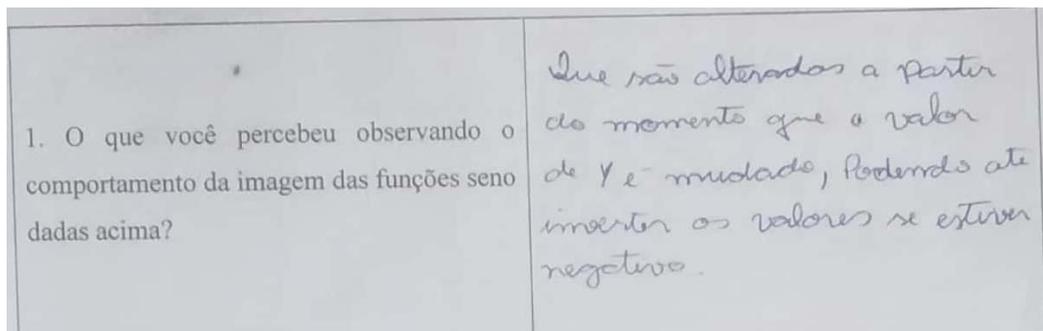
Estavam vendo que o gráfico da função $f(x) = \sin(x)$ é diferente do gráfico da $g(x) = 2 \cdot \sin(x)$, por exemplo. O momento em que deixamos o programa livre para que eles analisassem as funções foi bastante rico em discussões, pois o grupo começou a observar o e discutir entre si. Foi muito interessante, pois começaram a concluir outras coisas a partir da observação feita com o *software*.

5.2.1 Análise da primeira questão

Iniciamos a análise da primeira questão destacando que o objetivo dela foi buscar entender se o estudante percebeu as mudanças ocorridas no gráfico das funções com a mudança de alguns parâmetros. Observamos que os estudantes identificam a mudança gráfica relacionada a variação de um parâmetro. Cabe destacar que na tentativa de justificar o que estavam afirmando trazem algumas incorreções de ordem matemática.

Uma incorreção de ordem matemática, realizada por um aluno, que identificamos é relacionada a tentar justificar a mudança dos gráficos a uma mudança no “y”. Observamos esta explicação na resposta do aluno A, vejamos na Figura 11.

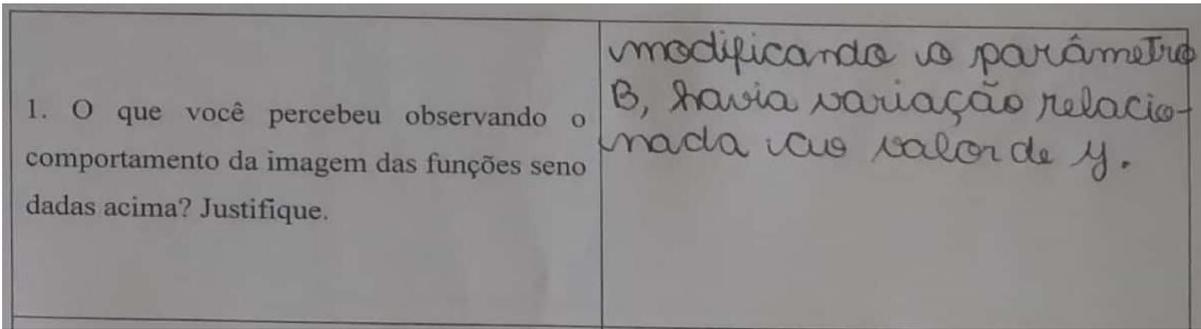
Figura 11: Extrato da resposta do aluno A para a questão um



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Os outros alunos que participaram da pesquisa remetem a mudança gráfica diretamente a mudança do parâmetro o que está alinhada com uma justificativa matemática. Vejamos a Figura 12 na qual exemplificamos com a resposta do aluno G.

Figura 12: Extrato da resposta do aluno G para a questão um



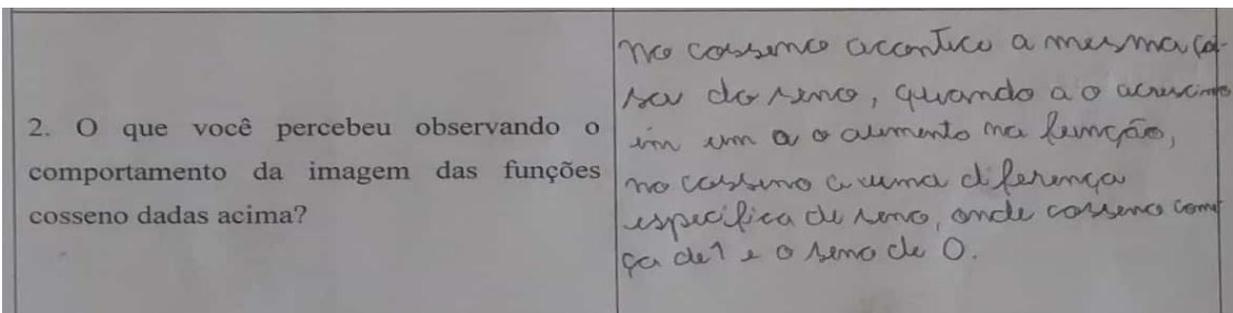
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Importante destacar que nas respostas apresentadas pelos estudantes eles não se preocuparam com o formalismo matemático para explicitar suas ideias. Em relação ao objetivo da questão o que se pode perceber é que o programa potencializa a visualização da representação geométrica já que todos afirmam conseguir identificar as mudanças nos gráficos.

5.2.2 Análise da segunda questão

Considerando que a segunda questão tem o mesmo objetivo da primeira, visto que se trata da percepção da mudança gráfica associada a mudança do parâmetro, porém envolvendo a função cosseno. Assim como na primeira questão os alunos conseguem perceber a mudança gráfica associada à mudança de parâmetro, mas como aconteceu na primeira questão a forma como os estudantes justificavam continham alguns erros teóricos. Além disso, em alguns casos não conseguimos compreender, pois tentavam justificar utilizando a linguagem que dominam. Vejamos a resposta do aluno E na Figura 13.

Figura 13: Extrato da resposta do aluno E para a questão dois



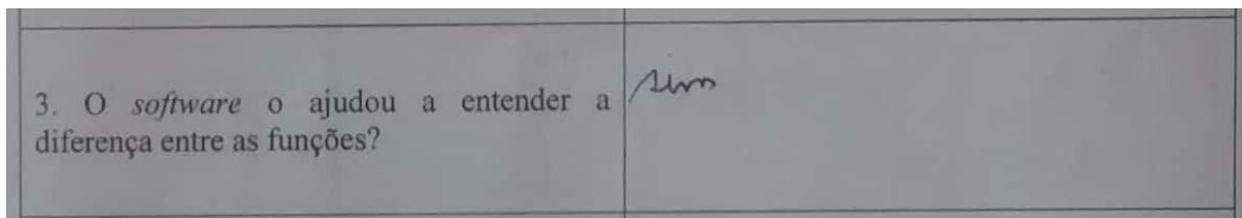
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Em relação ao objetivo da questão também chegamos a conclusão que os estudantes percebem as mudanças mostrando o programa como possível potencializador no processo de aprendizagem de matemática.

5.2.3 Análise da terceira questão

Iniciamos a análise da terceira questão destacando o objetivo que foi analisar se o GeoGebra passou de artefato para instrumento para os estudantes no entendimento do que acontece com as mudanças nas funções, tomando como base a teoria da instrumentação. Analisando os dados coletados percebemos que todos os estudantes responderam apenas com a palavra “sim” a pergunta que havíamos realizado. Observemos um exemplo na Figura 14.

Figura 14: Extrato da resposta do aluno B para a questão três



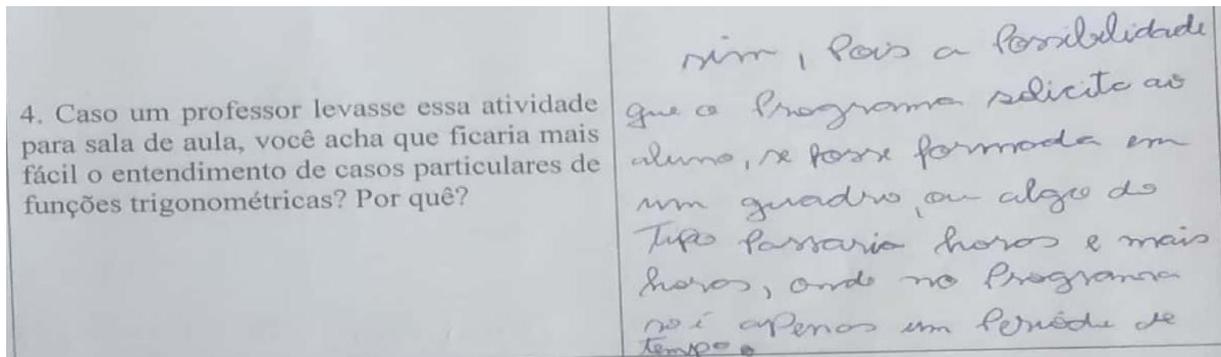
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Diante dessa situação podemos afirmar que não conseguimos atingir o objetivo do questionamento. Esperávamos que os estudantes relatassem em sua resposta como o programa ajudou a entender fazendo relação entre a teoria matemática e as funções que o programa disponibiliza. Tal situação nos faz remeter a uma maior preocupação em próxima pesquisa relacionada a escrita dos questionamentos para que fique claro ao participante.

5.2.4 Análise da quarta questão

Como realizamos nas outras questões iniciamos a análise destacando qual o objetivo da questão: Analisar se os estudantes, depois dessa atividade, apoiariam os professores a utilizarem ferramentas tecnológicas desse tipo. Nos dados observamos que os estudantes apontam favoravelmente a utilização do programa, no entanto diferem nas justificativas. Podemos identificar três categorias de justificativas que acreditam dar suporte positivo ao professor na utilização do programa. Uma delas remete ao tempo que pode ser economizado no momento em que se utiliza do programa computacional, vejamos a resposta do aluno A na Figura 15.

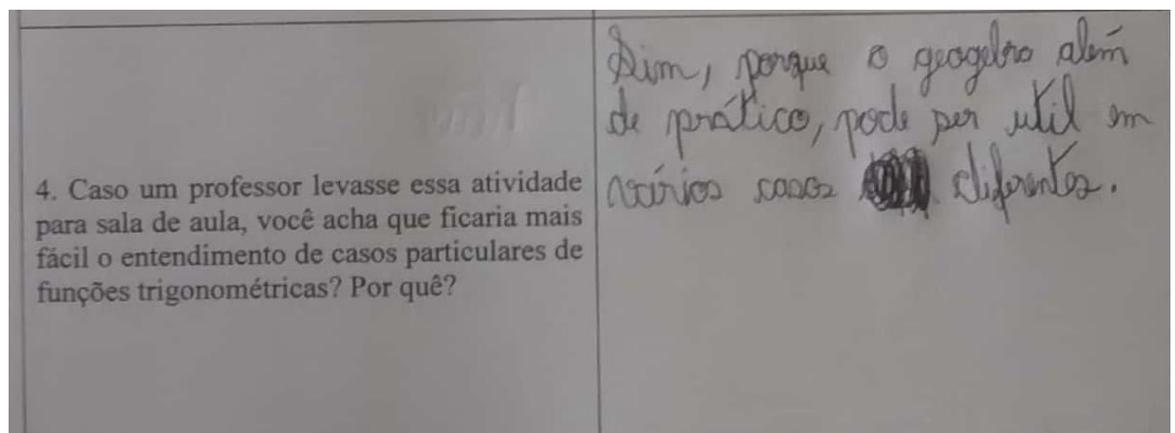
Figura 15: Extrato da resposta do aluno A para a questão quatro



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A outra categoria identificada na resposta de quatro alunos (Alunos B, C, D e G) foi a relacionada a interatividade do programa. Vejamos um exemplo dessa categoria na figura 16 na resposta do aluno C.

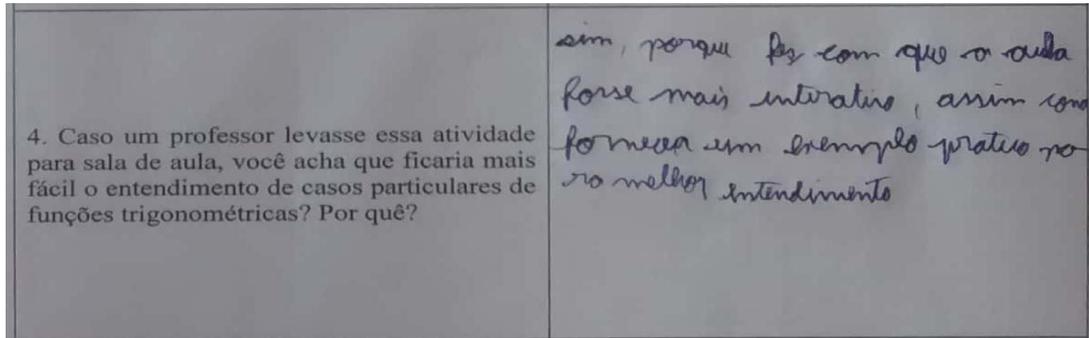
Figura 16: Extrato da resposta do aluno C para a questão quatro



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Outros estudantes remeteram à justificativa a praticidade do programa e foi o caso dos alunos B, E, F e G. Importante destacar que os alunos B e G se encaixaram em duas categorias: praticidade e interatividade. Vejamos a resposta do aluno B nesse sentido na Figura 17.

Figura 17: Extrato da resposta do aluno B para a questão quatro



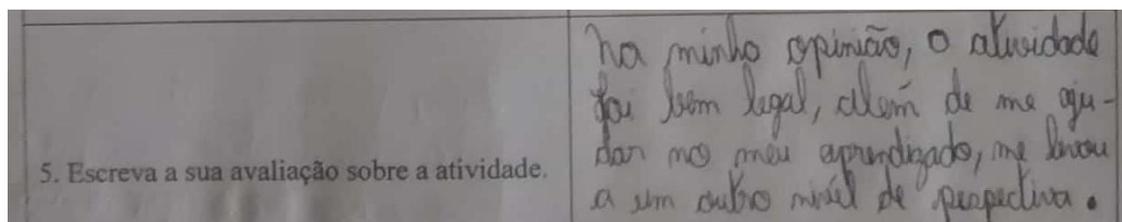
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Diante dos dados que analisamos podemos explicitar que os alunos apoiam a utilização do programa nas aulas e ainda justificam considerando variáveis didáticas que interferem diretamente no processo de ensino e aprendizagem de matemática.

.5.2.5 Análise da quinta questão

Na quinta questão objetivamos buscar a opinião dos estudantes sobre a atividade proposta. Foi um espaço destinado no questionário para que eles dissertassem livremente sobre a utilização do programa. Em linhas gerais, a avaliação deles quanto a experiência do uso do GeoGebra para estudar sobre as funções trigonométricas foi em sua totalidade positiva. Identificamos na resposta do aluno F uma observação no sentido que a partir da utilização do GeoGebra ele teria outras possibilidades para o estudo (Figura 18)

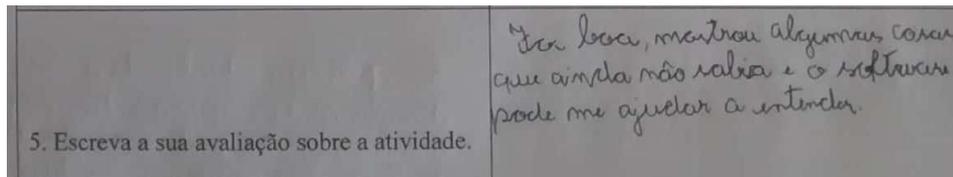
Figura 18: Extrato da resposta do aluno F para a questão cinco



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Além disso, destacamos que a atividade com o software parece ser nova com os estudantes mesmo eles tendo indicado no questionário prévio que já haviam trabalhado com o mesmo. Vejamos o relato do aluno E na Figura 19:

Figura 19: Extrato da resposta do aluno E para a questão cinco



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A indicação de ser uma nova ferramenta para o estudo das funções trigonométricas apareceu na resposta de três estudantes, o que nos leva a indagar se anteriormente a utilização do software tenha alcançado o objetivo principal que era este deixar-se artefato para os estudantes. Não temos como responder esta dúvida e deixamos como indagação como uma preocupação numa próxima pesquisa a ser realizada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso objetivo geral foi analisar a utilização do programa GeoGebra com estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública em atividades sobre funções trigonométricas, em que buscamos responder a seguinte questão: Como os estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública concebem a utilização do programa GeoGebra em atividades com funções trigonométricas? Em linhas gerais, podemos responder ao nosso questionamento de pesquisa indicando que os estudantes demonstram aptidão e ainda indicam a utilização do software GeoGebra em atividades sobre funções trigonométricas

Para melhor compreender como chegamos a esta resposta indicamos que tivemos como objetivos específicos analisar a interação dos alunos com a ferramenta metodológica GeoGebra na realização das atividades envolvendo as funções trigonométricas seno e cosseno e analisar as possíveis dificuldades e potencialidades dos alunos na realização da atividade e diante destes objetivos pudemos traçar a resposta que trouxemos no primeiro parágrafo.

Considerando o objetivo específico analisar a interação dos alunos com a ferramenta metodológica GeoGebra na realização das atividades envolvendo as funções trigonométricas seno e cosseno percebemos no relato dos estudantes que eles conseguem identificar as mudanças que os gráficos são submetidos com a alteração dos parâmetros das funções. Isto fica mais explícito quando eles tentam explicar o porquê das suas respostas. Importante destacar que alguns não conseguem explicar matematicamente explicitando ainda algumas dúvidas relacionadas aos conceitos de função.

Considerando o segundo objetivo específico os estudantes apontam em suas respostas algumas potencialidades que o programa trás para a sala de aula, como: o ganho do tempo, a interatividade e a praticidade. Não conseguimos identificar dificuldades nos relatos dos estudantes, mas ficamos em dúvida no caso que os estudantes afirmam que o programa pode ser benéfico no seu processo de estudo, no entanto anteriormente haviam indicado que já tinham trabalhado com o mesmo. Isso nos inquietou no sentido de que acreditamos que o programa anteriormente tenha se resumido a um artefato na mão dos estudantes, mas não podemos provar.

Fazer um programa desse virar um instrumento para as aulas de matemática, ou de qualquer outra disciplina, atualmente, com tantos recursos disponíveis, não é uma tarefa tão complexa. Portanto, como já dito, basta que a classe docente desde os mais antigos aos mais novos seja ousada, criativa e estratégica, principalmente, para que seja elaborado um material que sirva como bom construtor de conhecimento.

Observando o trabalho com um todo refletimos chegando ao seguinte questionamento: será que utilizando o GeoGebra é possível introduzir o conceito de funções trigonométricas em sala de aula? Não é nosso objetivo responder a tal questionamento, mas essa dúvida surge no contexto no qual os estudantes aqui analisados mostraram que o *software* pode ser uma ferramenta eficiente para a educação matemática.

REFERENCIAS

ALMEIDA, C. S. **Dificuldades de aprendizagem em Matemática e a percepção dos professores em relação a fatores associados ao insucesso nesta área.** Trabalho de conclusão de curso de Matemática da Universidade Católica de Brasília – UCB sob a orientação do professor MSc. Cleyton Hercules Gontijo no 1º semestre de 2006.

ARTIGUE, M. **Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work.** *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, v. 7, n. 3, p. 245-274, 2002.

BITTAR, M. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. Especial 1/2011, p. 157-171, 2011. Editora UFPR.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática**, 2014.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 3ª ed. 2ª reimp. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: SEB, 2017.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais** / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Bases Legais** – Brasília, 2000.

CARNEIRO, R. F.; PASSOS, C. L. B. A utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação nas aulas de Matemática: Limites e possibilidades. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 8, n. 2, p. 101-119, 2014. ISSN 1982-7199. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14244/19827199729>>.

D'AMBROSIO, B. S. **Como ensinar matemática hoje? Temas e debates**. SBEM. Ano II N2. Brasília. 1989. P. 15-19.

DEWEY, J. **Democracia e educação**. São Paulo: Nacional, 1959b.

GODOY, A. S. Introdução a Pesquisa qualitativa e suas possibilidades, **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n.2, p, 57-63 Mar./Abr. 1995

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: Tipos Fundamentais, **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29 Mai./Jun. 1995.

GOMES, H. S. **Brasil tem 116 milhões de pessoas conectadas à internet, diz IBGE**. *Gl*. 2018. Disponível em <<https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/brasil-tem-116-milhoes-de-pessoas-conectadas-a-internet-diz-ibge.ghtml>>, acessado em 28/11/2018.

GONZATTO, R. A crítica deweyana ao ensino tradicional e a sua herança como credo pedagógico. **Revista Filosofazer**. Passo Fundo, n. 48, jan./jun. 2016.

KENSKI, V. M. Gestão e uso das mídias em projetos de educação a distância. **Revista E-Curriculum**, São Paulo, v. 1, n. 1, dez. - jul. 2005-2006. <http://www.pucsp.br/ecurriculum>.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**, 2007.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2013. ISBN 978-85-1603-8.

LOPES, M.M. **Seqüência Didática para o Ensino de Trigonometria Usando o Software GeoGebra**. *Bolema*, Rio Claro (SP), v. 27, n. 46, p. 631-644, ago. 2013. ISSN 0103-636X. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291229373019>>.

MAIA, J.; GOMES PEREIRA, M. **O Software Geogebra: Uma Estratégia De Aprendizagem Aplicada No Ensino De Funções Trigonométricas**. Universidade de Santa Maria, Brasil. *Ciência e Natureza*, vol. 37, núm. 3 2015, pp. 401-410.

MISKULIN, R. G. S. As possibilidades didático-pedagógicas de ambientes computacionais na formação colaborativa de professores de matemática. In: FIORENTINI, D. (Org.). **Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas: Mercado de letras, 2008. p. 217-248.

NOÉ, M. **A importância dos estudos trigonométricos**. Brasil Escola, 2019. (no prelo) Disponível em <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/a-importancia-dos-estudos-trigonometricos.htm>> acessado em 27/09/2019.

NASCIMENTO, E. G. A. **Avaliação do uso do software GeoGebra no ensino de geometria: reflexão da prática na escola**. Actas de la Conferencia Latino-americana de GeoGebra. Uruguay, 2012. ISBN.

PASTORINO, Carlos Torres. **Minutos de sabedoria**. 41ª ed. Vozes. Petrópolis, 1960.

PERSICANO, H. E. **A importância do uso das novas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem: Aplicação do Software Geogebra no Estudo das Funções Trigonométricas**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Matemática e Estatística, 2013.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains**. Paris: Armand Colin, 1995.

RIBEIRO, Otacílio J. **Educação e novas tecnologias: um olhar para além das técnicas**. In: COSCARELLI, Carla V.; RIBEIRO, Ana. E. (Org.). **Letramento digital: aspectos sociais e possibilidades pedagógicas**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. p. 86-97.

SILVA, M. R. A. A utilização do software GeoGebra no processo de ensino-aprendizagem da geometria plana. Orientador: Gregório Manoel da Silva Neto. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de matemática. Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Rede Nacional. Maceió, 2017. Bibliografia: f: 64-65.

APÊNDICE - A: QUESTIONÁRIO PARA SELEÇÃO DOS SUJEITOS DE PESQUISA

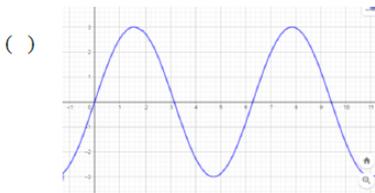
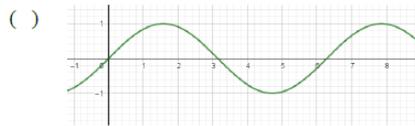
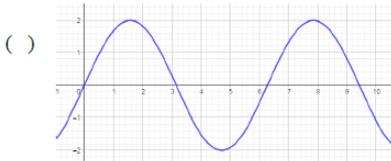
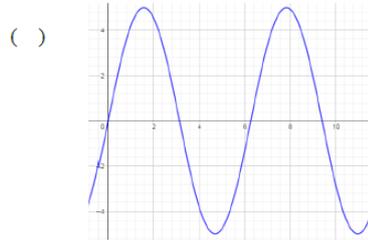
Nome: _____



ATIVIDADE DE PESQUISA

1- Relacione a lei de formação das funções abaixo com sua representação geométrica:

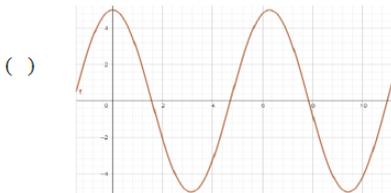
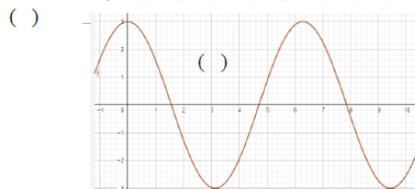
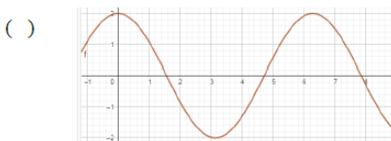
- I. $f(x) = \text{sen}(x)$
- II. $f(x) = 2 * \text{sen}(x)$
- III. $f(x) = 3 * \text{sen}(x)$
- IV. $f(x) = 5 * \text{sen}(x)$



Justifique suas respostas:

2- Relacione a lei de formação das funções abaixo com sua representação geométrica:

- I- $f(x) = \text{cos}(x)$
- II- $f(x) = 2 * \text{cos}(x)$
- III- $f(x) = 3 * \text{cos}(x)$
- IV- $f(x) = 5 * \text{cos}(x)$



Justifique suas respostas:
