

# UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

**DIRETORIA ACADÊMICA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**EDNEA BRITO DA SILVA**

POTENCIALIDADES E DESAFIOS DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO  
ESTUDO DAS RELAÇÕES TRIGONOMÉTRICAS NO TRIÂNGULO  
RETÂNGULO COM APLICAÇÕES DA EDUCAÇÃO STEM POR MEIO  
DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA



Canoas, 2023

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**

**DIRETORIA ACADÊMICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**



EDNEA BRITO DA SILVA

**Potencialidades e desafios das tecnologias digitais no estudo das  
Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo com aplicações da  
Educação STEM por meio de uma Sequência Didática**

CANOAS

2023

Verso

Ficha catalográfica

EDNEA BRITO DA SILVA

Potencialidades e desafios das tecnologias digitais no estudo das  
Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo com aplicações da  
Educação STEM por meio de uma Sequência Didática

**Linha de Pesquisa: Tecnologias de  
Informação e Comunicação para o  
Ensino de Ciências e Matemática  
(TIC).**

Dissertação apresentada no  
Programa de Pós-Graduação em  
Ensino de Ciências e Matemática da  
Universidade Luterana do Brasil para  
obtenção do título de Mestre em  
Ensino de Ciências e Matemática.

Data de aprovação: 04/05/2023

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Malcus Cassiano Kuhn  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul).

---

Prof(a). Dr(a). Carmen Teresa Kaiber  
Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).

---

Prof(a). Dr(a). Clarissa de Assis Olgin  
Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).

---

Prof. Dr. Agostinho Iaquan Ryokiti Homa (Orientador)  
Universidade Luterana do Brasil (ULBRA).

Canoas, 2023

Dedico este trabalho, em primeiro lugar a Deus, depois aos meus pais, *in memoriam*, pelos ensinamentos e pelo carinho, e aos meus filhos, Karen Larissa e Gustavo Cristian, que são as razões da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A jornada de estudos e de trabalho durante o Mestrado não foi fácil, mas sem a colaboração, sem a amizade e sem a paciência de muitas pessoas, teria sido praticamente impossível.

Assim, em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida, e por me fazer acreditar que sempre há um novo caminho a trilhar, quando todos parecem estar interditados.

Aos meus pais, *in memoriam*, pelas importantes lições de vida, por ensinarem-me a não desistir diante das grandes dificuldades e a ir em busca da conquista dos meus sonhos.

Aos meus filhos, Karen Larissa e Gustavo Cristian, por serem a razão da minha vida e por me fazerem acreditar em um mundo melhor.

Ao meu marido, George Jones, pela paciência e pela compreensão concedidos durante os estudos.

A todos os professores que ministraram aula na turma de mestrado do Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil, pela significativa contribuição, na construção dos saberes situados no âmbito da trajetória de docente para mim, enquanto pesquisadora em Ensino de Ciências e Matemática, e pelo aperfeiçoamento da minha identidade profissional.

Aos colegas do curso de Mestrado pelo suporte, pela colaboração e pelo companheirismo nas atividades no decorrer do curso.

Aos alunos do colégio Estadual Professor Octávio Mourão, Manaus- AM, pela colaboração na sequência didática.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Agostinho Iaquan Ryokiti Homa, pois suas orientações foram fundamentais para a concretização deste trabalho. Aos membros da banca examinadora da qualificação, pela disponibilidade, pelos comentários, pelas avaliações, e também pelas considerações realizadas, que foram imprescindíveis e enriqueceram o trabalho

Agradeço imensamente a todos!

Pensar certo – e saber que ensinar não é transferir conhecimento é fundamentalmente pensar certo – é uma postura exigente, difícil, às vezes penosa, que temos de assumir diante dos outros e com os outros, em face do mundo e dos fatos, ante nós mesmos.

*(Paulo Freire)*

## RESUMO

A pesquisa teve por objetivo investigar uma Sequência Didática com tecnologias, em uma abordagem STEM, para a aprendizagem das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo (RTTR) e identificar as influências das atividades propostas no que diz respeito ao interesse dos alunos do Ensino Médio por algumas das áreas STEM. A metodologia foi de cunho qualitativo, por meio da utilização de questionários semiestruturados, fotos, filmagens e um diário de pesquisa no qual foram registradas as observações do pesquisador. O estudo foi realizado em uma escola estadual de Manaus, com uma turma do 1º ano do Ensino Médio, na qual foram aplicadas as atividades no transcorrer do ano letivo, contando com a participação voluntária de 13 alunos. Desse modo, definiu-se como situação-problema a manipulação de braços robóticos reais e virtuais, sendo necessários os conhecimentos referentes às RTTR. Em relação à aprendizagem das RTTR, percebeu-se que as atividades atuaram positivamente na compreensão dos conceitos que foram aplicados na manipulação dos braços robóticos virtuais. Verificou-se que o uso dos braços robóticos reais funcionou como um eficiente agente motivador para a realização das atividades, bem como despertou o interesse pela robótica e pelos conhecimentos matemáticos envolvidos, podendo ser considerado um movimento inicial na mudança das preferências pelas áreas STEM, sendo necessárias ações contínuas de todas as disciplinas das exatas para uma efetiva mudança do pensar sobre as carreiras STEM.

**Palavras-chaves:** Educação Matemática; Educação STEM; Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo; Sequência Didática; Tecnologias Digitais.

## ABSTRACT

The research aimed to investigate a Didactic Sequence with technologies, using a STEM approach, for learning Trigonometric Relationships in the Right Triangle (TRRT) and identify the influences of the proposed activities regarding high school students' interest in some STEM areas. The methodology employed was qualitative, using semi-structured questionnaires, photos, videos, and a research diary in which the researcher recorded observations. The study was conducted at a state school in Manaus, with a 1st-year high school class, where the activities were implemented throughout the school year with the voluntary participation of 13 students. The problem situation was defined as the manipulation of real and virtual robotic arms, requiring knowledge of TRRT. Regarding the learning of TRRT, it was observed that the activities had a positive impact on the understanding of the concepts applied in manipulating virtual robotic arms. The use of real robotic arms served as an effective motivator for the completion of activities and sparked interest in robotics and the mathematical knowledge involved, representing an initial step towards changing preferences for STEM fields. Continuous actions from all exact sciences disciplines are necessary for a genuine shift in thinking about STEM careers.

**Keywords:** Mathematics Education; STEM education; Trigonometric Relations in the Right Triangle; Didactic Sequence; Digital Technologies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trabalhos sobre trigonometria e tecnologias no período de 2017 a 2021 .....	22
Figura 2 - Trabalhos sobre braço robótico e matemática no período de 2017 a 2021 .....	25
Figura 3 - Trabalhos sobre tecnologia" AND "trigonometria", a partir de 2017 a 2021.....	27
Figura 4 - Representação do Teorema de Pitágoras .....	42
Figura 5 – Representação das RTTR.....	43
Figura 6 - Esquema das Etapas da Sequência Didática. ....	63
Figura 7 - Captura de tela do comprovante do "Relatório de Escolas participantes da escolha de livros" da escola da pesquisa.....	65
Figura 8 - Conteúdos do livro Grandezas e Medidas e Trigonometria da coleção 01 .....	65
Figura 9 - Subdivisão do Conteúdo das RTTR do livro Grandezas e Medidas e Trigonometria .....	66
Figura 10 - Conteúdos do volume Trigonometria da coleção 02.....	67
Figura 11 - Subdivisão do Conteúdo das RTTR do livro Trigonometria da coleção 02.....	67
Figura 12 - Etapas da Sequência Didática. ....	69
Figura 13 - Organização das atividades.....	72
Figura 14 - Captura de tela do AVA no Google Sala de Aula.....	74
Figura 15 - Questionário do "Perfil do aluno". ....	75
Figura 16 – gráfico do resultado da primeira pergunta do questionário. ....	76
Figura 17 - gráfico do resultado do terceiro item do questionário.....	77
Figura 18 - Captura de tela da 2ª etapa da Revisão .....	79
Figura 19 - revisão sobre Ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice.....	81
Figura 20 - Gráfico do resultado da atividade proposta sobre ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice.....	84
Figura 21 - Questionamentos realizados aos alunos. ....	86
Figura 22 - Captura de tela do OA 01 .....	87

Figura 23 - Gráfico do resultado de acertos da atividade sobre Semelhança de triângulos.....	88
Figura 24 - Capturas de telas do objeto de aprendizagem 02 Teorema de Pitágoras. ....	89
Figura 25 - Roteiro de atividades. ....	90
Figura 26 - Etapas de movimentação do robô.....	92
Figura 27 - Momento de interação dos alunos com braço robótico.....	95
Figura 28 - Primeiras impressões sobre o braço robótico .....	96
Figura 29- Captura de tela das respostas da 3ª pergunta do Formulário do Google Sala de Aula .....	96
Figura 30- Captura de tela das respostas da 4ª pergunta do Formulário do Google Sala de Aula .....	97
Figura 31 - Captura de tela do OA 01 com exemplo da atividade.....	99
Figura 32 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 02.....	101
Figura 33 - Captura de tela das respostas da questão 03.....	102
Figura 34 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 04.....	103
Figura 35 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 05.....	103
Figura 36 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 6 no AVA.....	104
Figura 37 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 7 no AVA.....	105
Figura 38 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 08 no AVA.....	105
Figura 39 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 09 no AVA.....	106
Figura 40 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 10 no AVA.....	107
Figura 41 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 11 no AVA.....	107
Figura 42 - Captura de tela das respostas da questão 12 no AVA.....	108
Figura 43 - Captura de tela das respostas da questão 14 no AVA.....	109

Figura 44 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 16 no AVA. ....	110
Figura 45 – Respostas da atividade complementar de A1 .....	112
Figura 47 - Captura de tela da 6ª etapa. ....	113
Figura 48 - Captura de tela do objeto de aprendizagem 3 Braço Robótico ....	114
Figura 49 - Exemplo do valor da hipotenusa digitado correto .....	117
Figura 50 - Braço robótico rotacionado .....	119
Figura 51 - Perguntas norteadoras.....	121
Figura 52 - Captura de tela da atividade com o <i>Kahoot</i> . ....	123
Figura 53 - Entrevistas para os alunos do 1º ano do Ensino Médio .....	123
Figura 54 - Gráfico das respostas dos alunos em relação a questão 5.....	125
Figura 55 - Respostas dos Alunos A2, E3 e F3 em relação a questão 8. ....	126
Figura 56 - Respostas dos Alunos A3, E3 e F3 em relação a questão 9 .....	127
Figura 57 - Resposta do Aluno A3, F3 e K1 em relação a questão 10.....	128

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ADDIE – *Analysis, Design, Development, Implementation e Evaluation.*
- AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem.
- BNCC – Base Nacional Comum Curricular.
- BYOD – *Bring Your Own Device.*
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
- DI – *Design* Instrucional.
- DIC – *Design* Instrucional contextualizado.
- GECEM – Grupo de Estudos Curriculares em Educação Matemática.
- MEC – Ministério da Educação.
- OA – Objetos de Aprendizagem.
- OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.
- PCN-EM – Parâmetro Curricular Nacional do Ensino Médio.
- PISA – *Programme for International Student Assessment.*
- PPGECIM – Programa de Pós-graduação no Ensino de Ciências e Matemática.
- RTTT – Relações Trigonométricas do Triângulo Retângulo.
- SAI – Sala de Aula Invertida.
- SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica.
- SESI – SP – Serviço Social da Indústria - São Paulo.
- SD – Sequência Didática.
- SV – Simulador Virtual.
- STEM – *Science, Technology, Engineering e Mathematics.*
- SGDG – *Software* de Geometria Dinâmica.
- TALE – Termo de Assentimento de Livre Esclarecido.
- TECLE – Termo de Consentimento de Livre Esclarecido.
- TD – Tecnologias Digitais.
- TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação.
- TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.
- UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>A PESQUISA</b> .....	<b>17</b>
2.1	JUSTIFICATIVA.....	18
2.2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	20
2.3	OBJETIVOS.....	21
2.3.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>21</b>
2.3.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>32</b>
4.1	EDUCAÇÃO STEM.....	32
4.2	AS TECNOLOGIAS DIGITAIS E A TRIGONOMETRIA .....	38
4.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	45
4.4	OS CONTEÚDOS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS	48
4.5	<i>DESIGN</i> INSTRUCIONAL.....	54
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO</b> .....	<b>59</b>
5.1	IDENTIFICAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA: ESCOLA E ESTUDANTES.....	61
5.2	DO PROCEDIMENTO PARA A COLETA DE DADOS .....	62
5.3	FASES DA PESQUISA.....	62
<b>6</b>	<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SUA APLICAÇÃO</b> .....	<b>64</b>
6.1	ANÁLISE DOS DADOS .....	72
6.1.1	<b>Primeira etapa – Perfil do aluno</b> .....	<b>74</b>
6.1.2	<b>Segunda etapa – Revisão</b> .....	<b>78</b>
6.1.3	<b>Terceira etapa – Braço robótico (Material concreto)</b> .....	<b>91</b>
6.1.4	<b>Quarta etapa – Atividade investigativa para as Relações Trigonométricas</b> .....	<b>98</b>
6.1.5	<b>Quinta etapa – Atividade complementar</b> .....	<b>111</b>
6.1.6	<b>Sexta etapa – Braço Robótico virtual (Simulador Virtual)</b> .....	<b>113</b>
6.1.7	<i>Análises a posteriori</i> .....	123
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>130</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>133</b>
	<b>APÊNDICE</b> .....	<b>139</b>
	<b>APÊNDICE A - ATIVIDADE DAS RTTR</b> .....	<b>140</b>

<b>APÊNDICE B - ATIVIDADE COMPLEMENTAR .....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>147</b>
<b>APRECIAÇÃO DO COMITÉ DE ÉTICA .....</b>	<b>148</b>
<b>TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLERICIDO.....</b>	<b>149</b>
<b>TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>152</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem baseada na educação STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) surgiu como um movimento educacional para reverter a crescente falta de interesse dos alunos em seguir carreira no âmbito das áreas relacionadas às Ciências Exatas. Como proposta, a Educação STEM preconiza que a aprendizagem dos conteúdos tenha significado ao aluno, por meio do planejamento de atividades interdisciplinares que integrem os conteúdos e conceitos das áreas STEM.

Homa (2021) afirma que a educação STEM é uma educação que valoriza a ação dos estudantes, o educar pela pesquisa, a discussão, a reflexão e o trabalho com situações-problema da vida moderna. Além disso, trata-se de uma iniciativa que está de acordo com o que preconiza a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), tendo em vista que muitas técnicas provenientes da educação STEM levam em consideração as competências gerais previstas no referido documento normativo, que tem como princípios o protagonismo estudantil e a aprendizagem com significado, situados no contexto de realidade do aluno.

Nessa perspectiva, a educação STEM, aliada às Tecnologias Digitais (TD), pode promover potenciais formas de aprendizagens, em particular no ensino de conteúdos matemáticos considerados complexos e de difícil compreensão, como a Trigonometria no Triângulo Retângulo, desde que se considere um planejamento adequado, com o intuito de inseri-las nas aulas.

Tendo em vista que, na contemporaneidade, é observado que as tecnologias têm destaque na educação do século XXI, faz-se importante ir em busca de metodologias mais ativas, objetivando as competências e as habilidades para a educação deste século, em que se tem destaque, entre outros, elementos como a resolução de problemas, o pensamento crítico e as habilidades socioemocionais.

Assim, é preferível utilizar os recursos tecnológicos disponíveis para viabilizar os processos de ensino e de aprendizagem na Matemática. Segundo Bairral *et al* (2015, p.08) “[...] diferentes recursos tecnológicos permitem projetar tarefas diversas que podem mudar os processos cognitivos dos estudantes e modificar profundamente as investigações matemáticas”. Entretanto, muitas

vezes, o docente, por causa da carga horária intensa, não possui tempo disponível para a construção de atividades mais interativas. Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), (2017, p. 07, tradução nossa), “além de salários mais baixos e turmas maiores, os professores no Brasil são responsáveis por um número comparativamente grande de turmas, sugerindo que eles têm que gastar muito do seu tempo de trabalho ensinando”.

Desse modo, esta pesquisa foi pensada no âmbito das unidades escolares públicas de ensino, que possuem recursos escassos, com o intuito de organizar e de implementar atividades que possam interessar aos alunos, visto que, apesar da era digital e tecnologicamente avançada, ainda há escolas fora desse contexto. Além disso, busca-se auxiliar o professor de escola pública, que possui a carga horária intensa de trabalho e que, por vezes, ministra aulas com poucas ferramentas tecnológicas.

Em vista disso, esta investigação possui propostas além daquelas contidas geralmente nos livros didáticos, que podem proporcionar, sob esta perspectiva, através de atividades procedimentais, a construção de conceitos relacionados às Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo (RTTR) com o intuito de fomentar o interesse pelas áreas STEM. Em tempo, a *internet* e as TD, nesse sentido, podem ser consideradas meios facilitadores para o acesso aos recursos já desenvolvidos e disponíveis *on-line*, com a possibilidade de trabalhar *offline*, já que dispõem de vários recursos prontos para utilização nas atividades escolares, como os Simuladores virtuais (SV), produzidos no *Software* de Geometria Dinâmica GeoGebra (SGDG). Para Homa (2021), o uso de simuladores na educação busca a integração da teoria e da realidade em um ambiente virtual. Ademais, as tecnologias estão presentes no cotidiano de crianças e de adolescentes que estão em nossas escolas e possuem grandes potencialidades de oportunizar aprendizagens que façam mais sentido para o aluno.

Entretanto, para que a compreensão de conteúdos matemáticos possa ocorrer de forma sistematizada pelos estudantes, de modo que o docente possa avaliar de maneira sistemática e contínua as etapas do processo de ensino, considera-se as Sequências Didáticas (SD), nessa perspectiva, eficientes

estratégias, viabilizadas por meio do auxílio das TD, com o intuito de promover aprendizagens através de atividades sequenciadas, ordenadas estruturadas para um determinado objetivo traçado pelo professor.

Segundo Zabala (1998, p. 53), “a maneira de situar algumas atividades em relação às outras, e não apenas o tipo de tarefa, é um critério que permite realizar algumas identificações ou caracterizações preliminares da forma de ensinar”, com o propósito da efetiva aprendizagem.

Neste contexto, a proposta da pesquisa foi desenvolver e implementar uma SD com tecnologias em uma abordagem STEM. Então, para desenvolvê-la foram selecionadas atividades com auxílio das TD e do SGDG para o ensino das RTTR, como metodologia ativa para o estudo do conteúdo abordado, bem como para o resgate de aprendizagens de assuntos considerados pré-requisitos para esse estudo, como Semelhança de Triângulos e Teorema de Pitágoras, visto que as dificuldades já existentes na aprendizagem em relação às RTTR podem ter se configurado ainda maiores, em virtude da pandemia da Covid-19.

Em síntese, o objetivo foi investigar uma SD com tecnologias, em uma abordagem STEM, para a aprendizagem das RTTR e identificar as influências das atividades propostas no que diz respeito ao interesse dos alunos do Ensino Médio por algumas das áreas STEM. Deste modo, foram utilizados, na pesquisa, três objetos de aprendizagem (OA), desenvolvidos no SGDG, do grupo de Estudos Curriculares em Educação Matemática (GECM), vinculado ao Programa de Pós-graduação no Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM), por ser um grupo de estudos no ensino da Matemática que vem promovendo debates, discussões e ações de extensões, com o propósito de discutir e de divulgar estudos nessa área.

Com foco no aluno e nos conteúdos de sala de aula, a pesquisa constituiu-se nas temáticas sobre Educação STEM e as TD na Trigonometria com ênfase nos simuladores de braços robóticos de Homa (2019, 2021), desenvolvidos no SGDG, como proposta para a abordagem STEM e para o desenvolvimento das atividades com trigonometria, Sequência Didática (SD), oriundos dos estudos de Zabala (1998), considerando a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais de Coll *et al* (1998), e organizadas no ambiente virtual de aprendizagem Google Sala de Aula, sob os pressupostos do *Design*

Instrucional de Filatro (2008). A seguir, apresenta-se a descrição da divisão dos capítulos deste trabalho.

O primeiro capítulo apresenta os argumentos para o desenvolvimento do trabalho, que movem e conduzem a pesquisa.

No segundo capítulo, denominado “A pesquisa”, encontra-se a justificativa para a pesquisa, que parte das dificuldades em relação à trigonometria e ao ensino da Matemática como na prova externa do PISA (*Programme for International Student Assessment*); em seguida, são apresentados o Problema de pesquisa, as hipóteses e os objetivos.

Em relação ao terceiro capítulo, este traz a Revisão Bibliográfica, com o intuito de verificar e de analisar trabalhos com temas semelhantes.

O quarto capítulo, sobre o Referencial Teórico, apresenta a condução da articulação da pesquisa e traz os fundamentos que embasaram o estudo.

Já o quinto apresenta a Metodologia empregada na pesquisa, que é de natureza qualitativa e também a análise descritiva que auxilia a responder quais as contribuições de uma sequência didática com Tecnologias, em abordagem uma STEM, para a aprendizagem das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo no Ensino Médio e o interesse dos alunos pelas áreas das Exatas.

No sexto capítulo, é apresentada a Sequência Didática (SD) propriamente dita, que foi aplicada, bem como tem-se a apresentação das atividades daí advindas.

O sétimo capítulo traz as análises que validaram as hipóteses consideradas e, no oitavo capítulo, são apresentadas as considerações finais.

## 2 A PESQUISA

A disciplina de Matemática é geralmente vista como uma ciência abstrata e de difícil compreensão, tradicionalmente ministrada no quadro, impossibilitando, neste sentido, muitas, vezes, que o aluno possa manipular, testar, analisar, conjecturar, experienciar e expor suas compressões. No entanto,

[...] ensino de matemática quando relacionamos a teoria com a prática, se proporciona ao discente assimilar conceitos e teorias, até então abstratas e possibilitando compreender essa associação com o seu próprio cotidiano ao assimilar com situações cotidianas. (MOURA e LAVOR, 2021, p.05).

Por conseguinte, as TD podem trazer possibilidades de relacionar a teoria e a prática das aplicações de forma funcional, visto que as atividades procedimentais viabilizadas através do uso das tecnologias podem possibilitar a construção de conceitos de conteúdos matemáticos de maneira mais interativa e dinâmica, com oportunidades de trazer mais significados à aprendizagem do aluno, por meio de visualizações e assimilações. Segundo Coll *et al* (1998, p. 14), “somente na atribuição de sentido se consegue que a aprendizagem de conteúdos específicos cumpra a função que lhe é determinada e que justifica a sua importância: contribuir para o crescimento pessoal dos alunos”. Assim, considera-se preferível que a educação Matemática do século XXI vá além da forma tradicional bancária e unilateral de transmissão de conhecimentos. Então, se faz necessário desenvolver habilidades como a criatividade, o senso crítico e a colaboração, bem como instâncias socioemocionais previstas na BNCC, com vista às profissões do futuro. Além disso, relacionar a aprendizagem de conteúdos matemáticos, como as RTTR, com aspectos do cotidiano, com auxílio de metodologias ativas e abordagens contemporâneas, como a educação STEM, pode despertar interesse do aluno em áreas das Exatas, como a Robótica, por meio da realização de atividades sequenciadas e procedimentais, com o propósito de construir conceitos colaborativamente e possibilitar o acesso a conteúdos que contenham significados e façam mais sentido para o aluno.

## 2.1 JUSTIFICATIVA

A questão das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo é um conteúdo considerado complexo e abstrato, que se configura como algo de difícil compreensão na educação básica, mas com aplicações em situações do cotidiano, que podem contribuir para uma aprendizagem mais significativa (TOZATTO, 2018; VASSALLO, 2017). Além disso,

Nossa experiência como formadora de professores, tanto em formação inicial como continuada, nos permitiu observar que dentre os assuntos com os quais os professores aparentemente têm mais dificuldade de trabalhar, encontra-se a Geometria e a Trigonometria (MENDES, 2010, p. 20).

Todavia, estudos sobre “métodos de ensino tradicionais bancários”, apontados por Freire (1987), e suas consequências têm sido alvo de pesquisas em Educação Matemática. Em contrapartida, no contexto da pandemia da Covid 19, supõe-se que as dificuldades existentes, na aprendizagem dos alunos, se tornaram ainda maiores. Segundo a Unesco (2020, p.111): “*El enorme impacto de la covid – 19 sobre la educación va a ser duredero*”<sup>1</sup>. Outrossim, relatórios da Unesco informam e retratam a ocorrência de significativas perdas na aprendizagem dos estudantes na contemporaneidade:

[...] Para enfrentar os desafios do nosso tempo, é imperativo dar um passo na direção da educação mais inclusiva” [...] “Repensar o futuro da educação é ainda mais importante após a pandemia da COVID-19, que ampliou ainda mais e destacou as desigualdades. A inação prejudicará o progresso das sociedades. (UNESCO,2020).<sup>2</sup>

Nesse cenário, se faz necessário buscar métodos que promovam aprendizagens que façam mais sentido para o aluno, ao invés da abstração dos conteúdos, e que estes relacionem o ensino de conteúdos com aplicações de situações cotidianas. Ademais, o Parâmetro Curricular Nacional do Ensino Médio – PCN-EM (BRASIL,2000, p. 44) indicava que o tema relacionado ao ensino de trigonometria estivesse mais ligado às aplicações, evitando-se o investimento excessivo no cálculo algébrico.

---

<sup>1</sup> “O enorme impacto do covid-19 na educação será duradouro”.(UNESCO, 2020, p.111, tradução nossa).

<sup>2</sup> UNESCO. Notícias. 2020. Disponível em <https://www.unesco.org/pt/articles/unesco-mostra-que-40-dos-paises-mais-pobres-nao-apoiam-os-estudantes-em-situacao-de-risco-durante>. Acesso em: 29, abr. 2021.

Além disso, provas como o PISA (*Programme for International Student Assessment*) evidenciam os pontos fracos de letramento na Educação Matemática, os quais devem ser analisados pelos países membros da OCDE para que haja uma mudança significativa dos quadros negativos a fim de superar os próprios desafios dessa instância.

Todavia, as metodologias ativas podem contribuir como recursos facilitadores para o aprendizado e para desenvolver competências e habilidades necessárias para a educação do século XXI e, por meio das TD, podem contribuir para os processos de aprendizagem do estudante. Outrossim, as tecnologias agregam potenciais recursos para que tais processos ocorram de modo significativo, a fim de que o estudante possa investigar, descobrir, criar, refletir e interagir com seus pares, com o auxílio da mediação do professor. Em vista disso,

[...] a principal função do professor não pode mais ser uma difusão dos conhecimentos, que agora é feita de forma eficaz por outros meios. Sua competência deve deslocar-se no sentido de incentivar a aprendizagem e o pensamento. (LÉVY, 1999, p. 171).

Assim sendo, na contemporaneidade é aconselhável que o professor possa acompanhar o dinamismo que a sociedade em rede promove e também que possa adotar metodologias que melhor se adequem ao ensino do século XXI, a fim de mediar todo o processo de ensino e de aprendizagem dos alunos colaborativamente.

Neste cenário, a educação STEM, auxiliada pelas TD, pode promover habilidades e competências que estão de acordo com as propostas da educação da atualidade, sendo que, além disso, está alinhada com as competências gerais e com as habilidades na trigonometria da BNCC (BRASIL, 2018, p. 536), entre elas: "(EM13MAT308). Aplicar as relações métricas, incluindo as leis do seno e do cosseno ou as noções de congruência e semelhança, para resolver e elaborar problemas que envolvem triângulos, em variados contextos". Ademais, entre os recursos tecnológicos que podem auxiliar no ensino das RTTR, está o SGD, que permite serem construídos e possuem já desenvolvidos diversos objetos de aprendizagem interativos, que possibilitam aplicações em contextos da vida cotidiana e com abordagens STEM. Deste modo:

Numa visão atual e para o futuro do ensino e aprendizagem da Matemática, onde o conhecimento e o pensamento matemático é um mediador das experiências positivas em ciência, engenharia, tecnologia e as artes - STEAM, o GeoGebra tem sido usado em vários projetos onde participam estudantes. (SANTOS *et al*, 2019, p. 04).

No entanto, observa-se um crescente desinteresse, por parte dos estudantes, pelas áreas STEM, ou seja, pelas áreas das Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática, o que deve causar um impacto negativo na economia no mundo moderno. Segundo a OCDE, neste sentido, se evidencia o desinteresse de jovens brasileiros em relação às STEM:

Muitos governos da OCDE deram ênfase especial à melhoria da qualidade e atratividade dos estudos nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), refletindo a importância dessas disciplinas para a sociedade moderna. Apenas 15% dos graduados do ensino superior no Brasil obtêm um diploma em uma área de STEM, uma das menores proporções de todos os países da OCDE e parceiros (média da OCDE, 23%), mas semelhante à de outros países da América Latina, como Argentina (14% ) e Colômbia (13%). (OCDE, 2017, p.02, tradução nossa).

Diante disso, as TD constituem potenciais recursos para o aprimoramento da aprendizagem. Segundo Moran (2019, p.75): “A tecnologia em rede e móvel e as competências digitais são componentes fundamentais de uma educação plena”. Nesse sentido, o planejamento adequado das TD se mostra um fator importante a seguir. Freire (1996) corrobora quando nos leva à reflexão crítica de nossa prática pedagógica.

Visto que as TD na educação são recursos que vem ganhando cada vez mais espaço nos ambientes de aprendizagem em diferentes níveis de ensino, necessitam de um planejamento adequado. Neste contexto, foi realizado o planejamento das TD disponíveis que foram implementadas nesta pesquisa.

Entretanto, em face do que foi exposto e tendo em vista o que foi proposto como justificativa e/ou argumentos que conduziram o trabalho, estabeleceu-se o problema da pesquisa que busca aprofundar o tema proposto e os objetivos a seguir para o direcionamento do estudo.

## 2.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Considerando que a educação STEM preconiza o uso de atividades interdisciplinares de modo que a aprendizagem dos conteúdos tenha um significado com a realidade do aluno e que pode atrair a atenção do estudante

para as áreas STEM, fica a pergunta: Quais as contribuições de uma sequência didática com Tecnologias, em abordagem uma STEM, para a aprendizagem das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo no Ensino Médio e influência no interesse dos alunos pelas áreas das Exatas?

Hipóteses:

- Atividades interativas baseadas na educação STEM contribuem para a aprendizagem das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo.
- As tecnologias potencializam e influenciam no interesse dos alunos nas áreas ligadas às Ciências Exatas, quando estas estão relacionadas a situações-problema, no que diz respeito a conteúdos escolares, que façam sentido e que facilitem a compreensão

## 2.3 OBJETIVOS

A seguir, são apresentados o Objetivo Geral que foi definido para esta pesquisa e os objetivos específicos para atingir o objetivo geral.

### 2.3.1 **Objetivo Geral**

Investigar uma Sequência Didática com tecnologias, em uma abordagem STEM, para a aprendizagem das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo e identificar as influências das atividades propostas no que diz respeito ao interesse dos alunos do Ensino Médio por algumas das áreas STEM.

### 2.3.2 **Objetivos Específicos**

- Organizar uma SD com atividades Matemáticas e as TD para a aprendizagem das RTTR;
- Implementar uma SD com atividades interativas para a aprendizagem das RTTR com uma turma do 1º ano do Ensino Médio;
- Verificar as contribuições e desafios das Tecnologias para a aprendizagem das RTTR em uma abordagem STEM;
- Verificar as influências no interesse por alguma das áreas STEM por meio das atividades com tecnologias digitais interativas.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo destina-se à revisão de bibliografia. Neste intuito, foram realizadas pesquisas no catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Pessoal (CAPES), em busca de trabalhos com temas semelhantes ao da presente pesquisa. Desse modo, buscou-se trabalhos para análise por título, temática nos resumos e palavras-chave. Como a pesquisa tem foco na Educação STEM, no que diz respeito ao processo de ensino e aprendizagem das RTTR, fazendo-se uso das TD e a robótica, efetuou-se a busca por meio do uso das palavras-chave "STEM" AND "Triângulo retângulo" e "STEM" AND "Trigonometria" sem resultado. Por conseguinte, foram realizadas pesquisa utilizando a combinação destas palavras.

Para "Triângulo retângulo" AND "tecnologias", com 11 trabalhos , sendo 10 Dissertações de Mestrado e 01 Tese de Doutorado para esse filtro, dos quais foram selecionados três trabalhos com maior relevância para a pesquisa, no período de 2017 a 2021 conforme a Figura 1 seguir:

Figura 1 - Trabalhos sobre trigonometria e tecnologias no período de 2017 a 2021

Autor	Título	Objetivo
ALMEIDA, Alessandro Jesus da Silva	Trigonometria prática com uso de tecnologias para o Ensino das Funções Trigonométricas. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.	Objetivo: Minimizar o problema de falta de interesse dos alunos e mostrar o quanto a trigonometria pode ser prazerosa e útil em nosso cotidiano.
BERLANDA, Juliane Carla.	Título: Mobilizações de registros de representação semiótica no estudo de trigonometria no triângulo retângulo com o auxílio do software GeoGebra. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Ensino de Física) - Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.	Analisar de que maneira os registros de representação semiótica são mobilizados no contexto da trigonometria no triângulo retângulo, a partir de uma sequência de atividades investigativas, com o auxílio do software GeoGebra.
SILVA, Marlon Rafael Krein	A BNCC e suas implicações no Ensino Médio: a utilização do software GeoGebra no conteúdo de razões trigonométricas. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Matemática) Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. 2020.	Observar o conhecimento adquirido após a sequência de aulas no desenvolvimento de novas habilidades da 5ª competência da BNCC e na utilização das tecnologias digitais no aprendizado das razões trigonométricas.

Fonte: CAPES

O trabalho de Almeida (2020) tem o objetivo de minimizar o problema de falta de interesse dos alunos e mostrar o quanto a trigonometria pode ser prazerosa e útil em nosso cotidiano. Assim, o autor busca, por meio de uma atividade prática com tecnologias, trabalhar com os alunos algumas das propostas estabelecidas pela BNCC, de maneira que possa contribuir para o processo de ensino e aprendizagem.

Para Almeida (2020) as atividades práticas não são usuais no ensino de trigonometria e, geralmente, tal tema é abordado apenas por meio exibição de suas fórmulas e exemplos de aplicações, tornando o aprendizado totalmente mecânico e sem significado. Assim, sua dissertação atesta a necessidade de desenvolver uma atividade prática, a fim de contribuir para a capacidade do estudante de interpretar problemas, investigar, levantar hipóteses, resolver situações-problema e de motivar e despertar o interesse do estudante no âmbito desse tema.

Na segunda pesquisa selecionada, de Berlanda (2017), para este filtro, encontra-se a dificuldade de muitos alunos em relacionar um mesmo objeto matemático em diferentes registros, sendo que, desse modo, a intenção da pesquisa é discutir as contribuições dos registros de representação semiótica ao estudo de trigonometria no triângulo retângulo, com a utilização de recursos tecnológicos disponíveis na escola, quando é oportunizado ao aluno transitar naturalmente entre diferentes registros.

Segundo a autora, a teoria dos registros de representação semiótica tem seu enfoque no funcionamento cognitivo da compreensão, procurando desenvolver no aluno a capacidade de raciocinar, de visualizar e de analisar. Assim, através de uma sequência de atividades, com o auxílio do *software* de geometria dinâmica GeoGebra, realizada com os pressupostos metodológicos da Engenharia Didática, buscou-se explorar, de forma diferenciada, o conteúdo de trigonometria no que diz respeito ao triângulo retângulo, evitando-se a manipulação mecânica de dados junto a representações algébricas e geométricas, a fim de promover o diálogo e a interação entre os participante do estudo, bem como com o intuito de responder à questão direcionadora da pesquisa: “Como os registros de representação semiótica são mobilizados na abordagem de trigonometria no triângulo retângulo, com o auxílio do *software*

GeoGebra, a partir de uma sequência de atividades com alunos do 1º ano do ensino médio?”. Berlanda (2017) usou material impresso, o *software* GeoGebra, arquivos gravados e mídias de áudio contendo as falas dos estudantes durante as intervenções e buscou, também, nas atividades a formalização de razão e de ângulos adjacentes e opostos, bem como os conceitos de seno, cosseno e tangente, dando ao aluno liberdade para escolher valores para a construção dos mesmos.

Deste modo, no confronto das análises dos resultados, constatou-se que foi viabilizada aos alunos a aquisição de conhecimentos relativos ao estudo de trigonometria no triângulo retângulo, apesar, segundo a pesquisadora, que alguns alunos não realizaram as atividades em que eram solicitadas explicações e exemplificações, porque, segundo os próprios discentes, já as haviam respondido anteriormente e estavam “cansados”, mas, no geral, a maioria dos estudantes, participou de modo satisfatório no decorrer das atividades propostas, correspondendo para uma resposta plausível para este estudo. Ademais, nesta pesquisa a autora espera ter contribuído para pesquisas na área de educação matemática, sendo que se destaca a importância da realização de pesquisas futuras em relação ao estudo da trigonometria no ciclo trigonométrico, baseando-se em uma sequência de atividades com caráter investigativo e exploratório.

Em relação à terceira pesquisa, de Silva (2020), ainda para o mesmo filtro anterior, destaca-se que foi a partir das dificuldades na disciplina de matemática, como o fato de os estudantes apresentarem dificuldades em associar o triângulo retângulo ao ciclo trigonométrico que Silva (2020) desenvolveu em seu estudo, uma sequência didática com atividades que envolvessem as RTTR e o cotidiano dos alunos, em busca de uma forma de motivação para essa disciplina e de entendimentos básicos de geometria e suas aplicações com apoio na Base BNCC e com a utilização de tecnologias.

Assim, o foco principal é investigar as possibilidades de desenvolvimento das competências tecnológicas de Philippe Perrenoud, juntamente com os parâmetros da BNCC e verificar se o conhecimento das ferramentas tecnológicas proporciona desenvolvimento no que diz respeito aprendizagem das razões trigonométricas, com alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

Nesse ínterim, segundo Silva (2020), para atingir os objetivos propostos o intuito foi inserir o uso de tecnologias em atividades simples e trabalhar com os alunos algumas das propostas estabelecidas pela BNCC, de maneira que possa contribuir com o processo de ensino e aprendizagem no cotidiano dos alunos, utilizando a álgebra e a geometria para a construção de conhecimentos matemáticos nas RTTR. Nesse intuito, segundo o autor supracitado, quis responder à questão norteadora da pesquisa: "A mobilização dos recursos tecnológicos, em especial o software GeoGebra, possibilita avanços nas habilidades relacionadas à 5ª competência da BNCC no conteúdo de razões trigonométricas?".

Segundo, Silva (2020), os efeitos relevantes no processo de ensino das razões trigonométricas mediados por tecnologias contribuíram para a efetiva motivação para a redução das dificuldades dos alunos, bem como a proposta da sequência didática apresentada, o que implicou na participação ativa dos estudantes com a utilização de suas tecnologias digitais. Desse modo, sinaliza-se que os objetivos da pesquisa foram alcançados.

Para o filtro "robótica" AND "trigonometria", de 2017 a 2021, obteve-se 9 resultados, entre estes foi aplicado como critério de seleção que o objeto de aprendizagem estivesse relacionado à trigonometria e direcionado para o 1º ano do ensino médio. Sendo assim, foi selecionada apenas uma pesquisa, conforme listado na Figura 2 seguir:

Figura 2 - Trabalhos sobre braço robótico e matemática no período de 2017 a 2021

Autor	Título	Objetivo
FILETE, Flavio Anderson	Robótica com Arduíno como recurso pedagógico para o ensino de geometria e trigonometria. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2020.	Mostrar algumas aplicações reais da matemática e contribuir para o ensino de geometria e trigonometria através da construção de projetos robóticos e da contextualização de problemas na temática da robótica.

Fonte – CAPES

Nesta pesquisa, foi a partir da análise do baixo desempenho em matemática de estudantes brasileiros em provas externas como o Pisa que Filete (2020) desenvolveu uma sequência didática, com o intuito de despertar o interesse dos alunos para a referida disciplina. Por conseguinte, o referido autor buscou responder a seguinte pergunta da pesquisa: O ensino de robótica,

direcionado para a elaboração e execução de projetos robóticos com Arduino, contribui para despertar interesse dos estudantes nos conteúdos matemáticos abordados em sala de aula? Outrossim, a pesquisa teve como objetivo geral mostrar algumas aplicações reais da matemática e contribuir para o ensino de geometria e trigonometria através da construção de projetos robóticos e contextualização de problemas na temática da robótica.

Nesse sentido, segundo o autor, a intenção foi aproximar das escolas, conteúdos que empregam uma tecnologia mais avançada. Sendo assim, foram desenvolvidos kits didáticos pensados para o ensino, como os de robótica da LEGO e os baseados na plataforma Arduino a fim de, para isto, propor uma sequência didática. Durante a execução das atividades, constatou-se no início que a maior parte dos estudantes apresentaram mais dificuldades nas operações com números reais do que compreender o que era para ser realizado. Em síntese, a robótica, nessa pesquisa, possibilitou trabalhar os conteúdos matemáticos de forma mais significativa e dentro do contexto da realidade da instituição de ensino, além de as atividades proporcionarem o engajamento dos alunos durante sua execução. Para o autor, a robótica educacional despertou o interesse dos estudantes pelas aulas de matemática e, por fim, ele recomenda a utilização da robótica com a utilização do Arduino para o ensino na disciplina de Matemática.

Para o filtro "tecnologia" AND "trigonometria", obteve-se 23 resultados, sendo 10 para o período de 2017 a 2021, o critério de seleção foi que o objeto de aprendizagem estivesse relacionado à trigonometria e direcionado para o 1º ano do Ensino Médio. Assim, foram selecionadas três pesquisas, com maior relevância para o presente estudo, que estão listadas na Figura 3 seguir:

Figura 3 - Trabalhos sobre tecnologia" AND "trigonometria", a partir de 2017 a 2021.

Autor	Título	Objetivo
OLIVEIRA, Kelen Helena de	Trigonometria no triângulo retângulo: um experimento didático-formativo fundamentado na teoria do ensino fundamental [manuscrito]. Dissertação de Mestrado, Jataí. 2018.	Analisar a organização do ensino e de aprendizagem de trigonometria no triângulo retângulo, por meio da realização de um experimento didático-formativo baseando-se no proposto por Davydov, integrando e articulando trigonometria, software GeoGebra e investigação matemática, fundamentando-se nas perspectivas do ensino desenvolvimental.
CARDOSO, Antônio Marcos Mendes.	O Ciclo Trigonométrico Virtual – Um recurso didático pedagógico mediador do processo de ensino - aprendizagem da Trigonometria na Educação Básica. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2019.	Propõe a construção da ferramenta Ciclo Trigonométrico Virtual para, em seguida, fazer um estudo abrangendo, a utilização da ferramenta por parte dos alunos, considerando a análise da facilidade e os entraves que possam se apresentar durante o uso, havendo também, a comparação da ferramenta relacionada ao Ciclo Trigonométrico Manipulável.
SOUZA, Paulo Cezar Tavares de	Título: Materiais manipuláveis e recursos digitais no ensino de trigonometria. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.	O objetivo foi motivar o estudante, desenvolvendo atividades de modo a incentivar o caráter investigativo do ensino

Fonte: CAPES

Em relação à pesquisa proposta por Oliveira (2018), esta é de cunho qualitativa, foi fundamentada na Teoria do Ensino Desenvolvimental, que coloca o professor numa posição de mediador entre os conceitos e os alunos. Nesse sentido, o estudo teve como *locus* o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, *Campus* Rio Verde, contando com dezesseis alunos, na disciplina de Matemática IV, sendo 10 do curso Técnicos em Administração e seis do curso de Edificações, integrados à modalidade de Jovens e Adultos, do

Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos - PROEJA, que segundo a autora, "busca agregar aos alunos a formação acadêmica e a preparação profissional e contribui para a inserção dos jovens e adultos ao mercado de trabalho, diminuindo a exclusão social".

Embora o projeto inicial não tenha sido desenvolvido para o PROEJA, a pergunta que direcionou a pesquisa foi "Como organizar um experimento didático-formativo de ensino e de aprendizagem de trigonometria no triângulo retângulo, fundamentando-se na teoria do ensino desenvolvimental?" Nesse intuito, foram planejadas atividades interativas sobre o estudo de trigonometria com a integração do *software* GeoGebra, bem como aplicações dos conteúdos estudados. Assim, trata-se de um produto educacional, caderno de atividades de trigonometria no triângulo retângulo. Nesse contexto, segundo a autora, tal atividade está destinada aos profissionais de educação que desejam conhecer, realizar ou adaptar o experimento didático-formativo proposto.

Entretanto, para o início, foi aplicada uma avaliação diagnóstica, com o objetivo de identificar os conhecimentos preliminares referentes ao conteúdo de trigonometria no triângulo retângulo, o que permitiu à pesquisadora identificar que a maioria dos alunos apresentava apenas conhecimentos empíricos em relação aos conteúdos abordados nas situações-problema. No decorrer das atividades, houve dificuldades, sendo que os alunos que apresentaram dificuldades foram mediados pela professora ou por colegas.

Segundo a autora, foi observado "que os alunos que se dispunham a auxiliar os colegas que apresentavam dificuldades se mostravam motivados por construir as próprias figuras e mediar às construções de outros alunos", mas, com o decorrer das atividades, os alunos que sentiram dificuldades passaram a realizar ações semelhantes de forma autônoma. Logo, para a autora "Pode-se afirmar que as situações de mediação contribuíram com o aprendizado dos alunos mediados, e com o desenvolvimento dos alunos mediadores".

As tarefas propostas possibilitaram que os sujeitos da pesquisa transitassem dos conceitos empíricos para os científicos. Assim, a interação dos alunos e as mediações contribuíram para a apropriação das ferramentas do *software* e dos conceitos estudados. Em suas considerações finais, a autora afirma que uma das dificuldades iniciais encontrada para a realização da

pesquisa foi localizar uma escola para realizar o experimento, visto que as instituições públicas pesquisadas não possuíam laboratório de informática, o que possibilitou, à autora, identificar o problema de políticas públicas educacionais para integração de tecnologias da informação e comunicação ao ensino.

Outros problemas que ocorreram durante o transcorrer da pesquisa foram: alunos que chegavam atrasados, saíam mais cedo ou faltavam às aulas, o que dificultou, em muitos momentos, a realização do experimento didático-formativo. Além disso, dois alunos mantiveram as dificuldades de construção de figuras geométricas com as ferramentas do *software* GeoGebra, visto que se recusaram a ser mediados pelos colegas de classe e optaram por realizar as ações e as atividades propostas, mediados apenas pela professora. Tal direcionamento proporcionou à pesquisadora analisar que a ausência de interação entre os alunos durante a realização das tarefas propostas pode afetar a aprendizagem, o desenvolvimento dos alunos e comprometer a realização do experimento didático-formativo. Contudo os dois alunos conseguiram realizar o experimento com a mediação da professora

Em relação ao segundo trabalho selecionado da pesquisa bibliográfica, que é de cunho descritivo, exploratória e com abordagem quanti-qualitativa, Cardoso (2019), apresenta as funcionalidades de um recurso didático-pedagógico tecnológico interativo para o ensino de Trigonometria, desenvolvido pelo autor, denominada Ciclo Trigonométrico Virtual (CTV) e que foi baseado no Ciclo Trigonométrico Manipulável (CTM). Sendo assim, o CTV possui a possibilidade de ser usado no *smartphone* de forma *online* e aborda também aplicações de aspectos teóricos e práticos do cotidiano relacionados à Trigonometria.

O objetivo do estudo em questão foi construir o CTV e realizar uma pesquisa abrangendo as facilidades e os entraves na utilização da ferramenta por parte dos alunos e a comparação da ferramenta ao CTM. Desse modo, a pesquisa de Cardoso (2019) foi dividida em duas etapas, a saber: Na 1ª etapa, foi realizada uma oficina com o material do CTM, com grupo de trinta participantes, sendo dezenove estudantes da segunda série do Ensino Médio e cinco acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática da UNIMONTES. Na segunda parte, ocorreu a realização de um minicurso 100% virtual, no *Google Classroom*, em que foram disponibilizados os links das videoaulas hospedadas

no canal do *Youtube*, que tratavam da exposição teórica do tema, da apresentação da ferramenta do CTV e as listas de atividades para serem resolvidas pelos participantes da pesquisa, após assistirem e entender a utilização do CTV.

Assim, os participantes responderam a questionários para as análises propostas. Em suas considerações, Cardoso (2019), afirma que, entre os participantes dessa pesquisa, houve uma preferência unânime ao CTV em relação CTM, visto que os participantes a utilizaram com facilidade e demonstraram interesse, segurança, domínio e clareza nas resoluções propostas. Entre as dificuldades, estavam a falta de tempo dos participantes para as oficinas presenciais e o espaço engessado, bem como a dificuldade de encontrar livros com autores, principalmente brasileiros, que tratassem do assunto de materiais virtuais no ensino de Matemática, especialmente do ensino de Trigonometria na Educação Básica. Nesse sentido, segundo o autor, com muita escassez é possível encontrar alguns artigos científicos e monografias sobre o tema. Entre, as sugestões, segundo Cardoso (2019), estão o desejo de ver ferramentas como o CTV voltadas para outros temas da Matemática, a fim de que possam desenvolver competências e habilidades, para sustentar um ensino de qualidade e que atenda às diferentes metas dos alunos.

Já sobre a última pesquisa selecionada da Revisão Bibliográfica, trata-se da dissertação de Souza (2018), que apresenta e traz uma articulação entre os recursos tecnológicos e os materiais didáticos manipuláveis, prontos ou que podem ser construídos pelos próprios alunos, como sugestão para formas complementares de ensino no conteúdo da trigonometria. Desse modo, apresenta-se, através de uma sequência didática, formas de como os estudantes podem construir conceitos e representações relativos ao conteúdo da matemática, por meio das associações entre os recursos apresentados pelo autor com o intuito de dar possibilidades de tornar o ensino da Trigonometria mais compreensivo e tornando-o atrativo. Nesse contexto, entre os recursos digitais, estão: i) Simulações Ludoteca – Introdução à trigonometria e funções trigonométricas que possui três aplicativos para o ensino da trigonometria; ii) Explorador gráfico de funções (GFE); iii) Círculo Unitário Trigonométrico; iv) Software de Geometria Dinâmica GeoGebra e v) Software *Winplot*. E dentre os materiais manipuláveis apresentados na pesquisa, estão: i) Teodolito

trigonométrico; ii) Trigonômetro<sup>3</sup>; iii) Quadro trigonométrico; iv) 4 Papel milimetrado e espelho plano. Em suas considerações finais, o autor destaca as contribuições das características de cada recurso apresentado na pesquisa, bem como para a aprendizagem dos alunos, entre os quais, reside o objetivo de desenvolver o caráter investigativo com grande potencial pedagógico e que permite o desenvolvimento do conhecimento cientificamente elaborado de forma lúdica e atrativa.

Verificou-se, nos trabalhos da pesquisa bibliográfica realizada, a relevância das tecnologias na aprendizagem da trigonometria em Cardoso (2019) e Souza (2018), como a utilização do *Software* de Geometria Dinâmica GeoGebra na implementação de atividades com tecnologias no Ensino da Matemática, como nos trabalhos de Silva (2020), Berlanda (2017) e Oliveira (2018). Além disso, Almeida (2020), demonstrou que, com material já pronto, foi possível unir a prática e a teoria, tornando a atividade mais significativa para os alunos. Já Filete (2020) apresenta a contribuição da robótica como aspecto motivacional no Ensino da Matemática.

Em vista disso, o presente trabalho também buscou trazer contribuições para o ensino da matemática com auxílio das TD e da educação STEM, ao introduzir aspectos da robótica no estudo do conteúdo das RTTR, em particular, por ser um conteúdo contemplado no currículo escolar do 1º ano do Ensino médio da escola onde foi realizada a pesquisa, no estado do Amazonas, e com possibilidades de resgate de aprendizagens de conteúdo do período pós pandêmico, como o Teorema de Pitágoras e Semelhança de triângulos e através das Tecnologias Digitais que, por estarem presentes no dia a dia dos alunos que estão em nossas escolas, funcionaram como meio de suporte para a atividades investigativas baseadas na abordagem STEM. Assim, as atividades são abertas e de cunho exploratório e o intuito foi induzir os alunos, através de perguntas norteadoras a realizar cálculos para a construção de conceitos, tendo em vista que, a partir das investigações de cunho procedimental há a possibilidade de apropriar-se da teoria, com a finalidade de proporcionar significados aos conteúdos estudados.

---

<sup>3</sup> Material artesanal que permite a medição das razões trigonométricas. (SOUZA, 2018, p.17).

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica constitui-se nas temáticas sobre a educação STEM e as TD na Trigonometria, com ênfase nos simuladores de braços robóticos (HOMA, 2019, 2021), como proposta para a abordagem STEM e para o desenvolvimento das atividades com trigonometria que envolvam as TD; considera-se, também, a questão da Sequência Didática, de Zabala (1998), que possui um enfoque globalizador, com a aprendizagem do aluno em todas as dimensões, em seus aspectos na ordem do campo social, cognitivo, afetivo, cultural e econômico que possibilitam a responder às questões da vida cotidiana; aprendizagem dos conteúdos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais de Coll *et al* (1998), que corrobora no aspecto globalizador de Zabala (1998). Tal abordagem é pertinente visto que há possibilidades de oportunizar o desenvolvimento de uma SD com atividades envolvendo os conteúdos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais com auxílio das TD, com o intuito de promover uma aprendizagem que faça sentido ao aluno via organização em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Considera-se, ainda, o *Design* Instrucional para subsidiar a implantação da SD no Google Sala de Aula de forma sistemática, funcional, interativa e intuitiva, via instância que dinamiza as atividades de forma híbrida.

### 4.1 EDUCAÇÃO STEM

Os termos STEM, STEAM ou STHM, respectivamente, estão ligados intrinsecamente às quatro áreas do acrônimo do primeiro termo: Ciências, Tecnologias, Engenharia e Matemática. O segundo termo, STEAM, o qual foi introduzido a letra “A” de artes, teve o intuito de introduzir a Arte e o Design, vinculados ao processo criativo e o STHM com a introdução do “H” das humanidades, objetivando o alcance de abordagens mais interdisciplinares, em que há possibilidades de conexão entre as habilidades técnicas, humanísticas e comportamentais. Sobre as humanidades, Pugliese (2021, p. 38) traz que: "Há também grupos que acrescentam outras letras no termo, como STHM com o H de “*Humanity*” (STHM Brasil, 2020). Essa variação não é casual e ocorre no meio de uma disputa relevante de sentidos para o termo [...]”. Nesse contexto, foi adotado o termo STEM, por considerar que as atividades propostas não

trabalham com as variações terminológicas, uma vez que se entende que elas trazem a abordagem interdisciplinar original.

Vale destacar que o movimento da educação STEM é oriundo do sistema educacional estadunidense e, de modo global, está diretamente relacionado com a economia, de onde provém uma crescente preocupação com a falta de interesse dos alunos pelas áreas de Ciências, Tecnologias, Engenharia e Matemática, ou seja, de formar profissionais nas áreas das Ciências Exatas. Nesse sentido, alguns especialistas entendem como um problema econômico mundial a falta de interesse dos alunos secundaristas pelas áreas das Exatas, uma vez que a tecnologia vem se aprimorando cada vez mais com o decorrer do tempo e será necessário que haja pessoas capacitadas nestas áreas e para profissões que ainda não existem, logo o

[...] STEM Education aparece como uma resposta a um currículo desconectado das exigências da indústria contemporânea e do mercado de trabalho ao qual os alunos estão submetidos atualmente. E é por isso que as propostas STEM estão em geral alinhadas com a chamadas competências (ou habilidades) do século XXI. (PUGLIESE, 2020, p.212).

A educação STEM está também alinhada com as perspectivas da OCDE e possui relação com a avaliação internacional em larga escala do PISA, criada em 1997, pela referida organização, que tem por objetivo avaliar a proficiência de estudantes, de mais de 60 países, na faixa etária de 15 anos, nas áreas de Leitura, Matemática e Ciências. Segundo Pugliese (2020, p.227) “STEM *Education* é, e ao mesmo tempo faz parte de uma tendência global a qual o Brasil não está imune”. Além disso, é preciso mencionar que o PISA é aplicado a cada três anos e está na sua sétima edição, sendo que a prova de 2018 foi adiada para 2022, em virtude do cenário pandêmico da Covid 19.

Entende-se que a educação STEM é uma abordagem que pode trazer significativas contribuições para o ensino da matemática, por possibilitar a transdisciplinaridade de conteúdos de forma significativa. Em contrapartida, pode-se observar o baixo rendimento em Matemática dos estudantes brasileiros nas avaliações externas do PISA, em relação aos estudantes dos demais países membros da OCDE. Segundo Bacich e Holanda (2022, p.20): “Na aplicação da avaliação de 2018, identifica-se que apenas um terço dos estudantes brasileiros

apresentou nível básico em matemática, e menos da metade apresentou nível básico em ciências”. Sobre este aspecto

[...] educadores no mundo inteiro indicam a importância da melhoria nas áreas designadas pelo STEAM, principalmente por conta dos resultados dos estudantes em avaliações como o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA). (BACICH;HOLANDA, 2022, p. 20).

Além disso, os resultados que esse tipo de avaliação em larga escala acarreta expõem o tipo de qualidade de ensino que as escolas produzem. Nesse sentido, considera-se o STEM como um dos esforços para a melhoria e para o aprimoramento de práticas educativas que correspondam aos desafios do novo século.

No que se refere ao Brasil, o crescente desinteresse de estudantes por áreas das Ciências e Tecnologias pode acarretar a dependência tecnológica de outros países que a dominam. Segundo Pugliesi e Santos (2022, p.01) “Observamos que o movimento STEM é um produto das práticas globalizantes, é um subproduto das políticas de desempenho e competitividade que a OCDE determina nos sistemas educacionais mundo afora”. Em contrapartida, a aprendizagem que os alunos adquirem no ensino da educação básica pode ser um fator determinante para a escolha das futuras carreiras. Além disso, essa abordagem educacional pode ter conexão com as funções sociais da escola, entre elas, a formação de cidadãos participativos, críticos e reflexivos para o exercício na sociedade em que vivem.

Desse modo, para contribuir com a educação STEM, entre as diversas ferramentas tecnológicas atuais, que podem potencializar e influenciar significativamente o interesse dos alunos nas áreas ligadas às Ciências Exatas, é interessante pesquisar por artefatos que facilitem e/ou potencializam o processo de ensino e de aprendizagem, bem como atividades que valorizem a visualização e a manipulação, o que não significa que o docente tenha que somente utilizar um método em detrimento de outro, mas o disponibilizá-lo em seu leque de opções.

Desta forma, faz-se oportuno relacionar o STEM com recursos que façam parte do cotidiano dos alunos, como as TD e, de preferência, com a funcionalidade de possibilitar a construção de conceitos, por meio de atividades interativas procedimentais no ensino da matemática, alinhadas com os

documentos normativos atuais da Educação. Em vista disso, a educação STEM está diretamente ligada com as narrativas da BNCC:

No STEM, assim como na trajetória de criação da BNCC, as narrativas se coincidem: empoderar os estudantes para o século XXI, para as competências do século XXI, para os empregos do futuro ainda não criados – leia-se conectar a formação com a necessidade do mercado. (PUGLIESE, 2021, p.86).

A abordagem STEM pode ser trabalhada na sala de aula como forma inovadora, a fim de motivar o interesse pelas áreas de Exatas e com possibilidade de oportunizar atividades mais atrativas que possam trazer mais sentido aos conteúdos escolares, quando, por exemplo, são sugestivamente, agregadas, dinamizado com as TD em atividades baseadas na investigação, com o intuito de auxiliar no entendimento da aplicação de uma fórmula ou conhecimento, ao invés de memorizá-la, como, por exemplo, em aplicações matemáticas com desafios possíveis de serem resolvidos. Além disso,

[...] os desafios têm que ser alcançáveis, já que um desafio tem sentido para o aluno quando este sente que com seu esforço e ajuda necessária pode enfrentá-lo e superá-lo. Nesse momento sua tarefa será gratificante. Assim, é necessário prestar atenção à adequação entre as propostas e as possibilidades reais de cada menino e menina. (ZABALA, 1998, p. 97).

Nesse sentido, as atividades escolares podem ser interessantes e desafiadoras e, possibilitando aos alunos pensar em estratégias vinculadas a conteúdos matemáticos, para superar os problemas que lhes são propostos, ou seja, a fim de que aprendam pensando com o intuito de atribuir significados ao que estão fazendo. Ademais, abordagem STEM pode oferecer a possibilidade de estimular a integração das disciplinas de ciências, de matemática e de informática através da resolução de problemas, usando ou tendo por base as áreas relacionadas à Engenharia e às Tecnologias, voltando-se para temas contemporâneos. Em relação ao movimento STEM:

[...], principalmente em seu caráter inovador e de incorporar a tecnologia e a engenharia no ensino, alguns aspectos do movimento têm muito a contribuir com a educação pública brasileira, que é extremamente anacrônica nos conteúdos e tradicionalista nos princípios pedagógicos. (PUGLIESE, 2020, p.227).

Nesse contexto, o STEM pode promover a construção de conceitos através de atividades procedimentais com auxílio das TD de forma interativa e

assim, pode levar ao rompimento com a educação tradicional bancária rotineira. Nesse intuito, o aluno tem possibilidades de ser protagonista de seu próprio aprendizado, como preconizam a BNCC e o Novo Ensino Médio, em que está integrada a aprendizagem ao longo da vida vinculados aos itinerários formativos. Segundo Bacich e Holanda (2020, p. 06) “desenvolver competências e habilidades é a grande oportunidade da inserção da abordagem STEAM nas propostas pedagógicas e nos currículos alinhados à BNCC”. Logo, as competências e as habilidades desse século podem ser trabalhadas a partir desse novo currículo, que teve como inspiração os documentos oficiais da OCDE e que levam em consideração as avaliações do PISA, e terão como objetivos, entre outros, a aplicação dos conteúdos da aprendizagem com a possibilidade de desenvolver essas competências e habilidades aos estudantes e a uma formação integral. Além disso, a abordagem STEM está alinhada com as Competências Gerais da BNCC. Assim:

Desde as etapas iniciais da educação infantil ao ensino médio, os projetos STEAM geram propósito, ou seja, auxiliam a responder à pergunta “por que precisamos aprender isso?”. Principalmente entre alunos da etapa do ensino médio, é recorrente esse questionamento, e, em uma organização curricular alinhada à BNCC, o trabalho com áreas de conhecimento possibilita a inserção do STEAM e valoriza a investigação na construção de conhecimentos. (BACICH; HOLANDA, 2020, p.06).

Entretanto, este cenário tem possibilidades de ocorrer com maior êxito através de um planejamento crítico e reflexivo quanto ao uso e seleção das TD. Ademais, segundo Moran (2015, p. 02) “os métodos tradicionais, que privilegiam a transmissão de informações pelos professores, faziam sentido quando o acesso à informação era difícil”. Na era digital, é necessário um planejamento minucioso, a fim de selecionar, entre os aparatos tecnológicos, os que mais se adequam à transposição didática do que se quer trabalhar.

Além disso, é necessário que o docente realize o auxílio para a condução das atividades de modo colaborativo e através da mediação crítica e reflexiva, o qual poderá tornar as aulas mais atraentes para os discentes e viabilizar as competências e as habilidades relacionadas ao século XXI, o que envolve a capacidade de análise, o tratamento das informações e a resolução de problemas, a fim de trabalhar colaborativamente no âmbito da aplicação do conhecimento. Para Pugliese (2020, p.211) “o movimento *STEM Education* é

contemporâneo – no sentido de que possui a atenção voltada para as demandas do século XXI e traz para dentro da sala de aula de ciências áreas como computação (Tecnologia) e design (Engenharia)”. Corroborando com Pugliese (2020), Homa (2021, p. 01) advoga que a educação STEM “usa da transdisciplinaridade buscando engajamento do aluno em atividades que envolvam estas temáticas”. Ademais, como mencionado anteriormente, esse movimento educacional pode ainda estar ligado à escolha das futuras carreiras profissionais dos estudantes, como das Engenharias, das Tecnologias e das profissões que ainda não existem.

Em síntese, a abordagem STEM tem a possibilidade de estimular os estudantes a aprender pela construção de conceitos por meio de atividades com a resolução de atividades investigativas em grupo, visto que, quando se trabalha em grupo, há o respeito na organização do papel de cada um, visando o bem estar de todos da equipe, ou seja, trata-se de oportunizar aos estudantes uma análise colaborativa da resolução de desafios possíveis, por meio de situações problema, em que o conceito estudado é inserido e aplicado na atividade que lhes é proposta, com vistas a relacionar a Matemática com outras áreas, como a Engenharia e a Robótica, para que possam aprender colaborativamente com o outro desenvolvendo assim as competências e habilidades socioemocionais, como preconiza a BNCC.

O STEM teria um papel importante no âmbito das aplicações de situações práticas no ensino da Trigonometria, com auxílio das TD, para que haja interesse pelas áreas das Exatas no ensino da Matemática, ao oportunizar momentos com desafios possíveis de serem realizados, conforme os conteúdos ministrados, a fim de incentivar os estudantes com atividades com conteúdo procedimental de natureza STEM, para que o discente desenvolva as habilidades e as competências para a educação do século XXI. Visa-se que possam, assim, aprender a interpretar dados, possuir espírito de colaboração e liderança, desenvolver o pensamento crítico, possuir iniciativa, resiliência, empatia com seus pares e organização. No entanto, por diversas circunstâncias, a escola pública pode não proporcionar momentos com atividades dessa natureza. Dessa forma, há maior probabilidade de os estudantes não terem conhecimento sobre as áreas relacionadas ao STEM.

Em contrapartida, se um estudante não se sente capaz e/ou motivado para resolver problemas dessa natureza, com esse intuito, por ter um grau de dificuldade muito elevado, sendo que ele tem grande chance de não seguir uma carreira profissional de algumas das áreas STEM e em profissões relacionadas à área, além de perder o interesse pela disciplina ministrada.

Por outro lado, as áreas relacionadas ao STEM, segundo Pugliese (2021, p. 226) “historicamente carregam consigo os maiores índices de exclusão de minorias, passaram a ver mudanças positivas nesses índices a partir dessas iniciativas de promoção de justiça social”. Em contrapartida, desigualdades sociais existentes, podem ter se tornado ainda maiores, no período da pandemia da Covid 19. E em consequência do cenário pós-pandêmico, muitos jovens, que estavam matriculados no Ensino Médio se tornaram órfãos e precisaram sair da escola para auxiliar no sustento familiar. Então, boa parte das escolas públicas brasileiras ficaram em desvantagem em relação às escolas particulares da rede de ensino, no período pandêmico e, várias ainda permanecem, em relação à recursos tecnológicos. Desse modo,

É justamente nas contradições do movimento que residem as oportunidades de atuação por uma educação científica crítica e com equidade. Não se trata de reconhecer a reforma STEM Education como uma inevitabilidade no nosso sistema educacional, visto que é uma tendência global que aos poucos vai sendo incorporada, mas sim de direcionar sua força dominadora. (PUGLIESE, 2021, p. 226).

Assim, é importante ter conhecimento das reais condições socioeconômicas e de aprendizagem de cada aluno e procurar por soluções para o problema da defasagem e as lacunas de aprendizagem decorrentes do período de pandemia da Covid 19, para que os estudantes de escolas públicas tenham acesso ao conhecimento de qualidade, com ênfase na educação emancipadora freiriana, que busca a dialogicidade, buscando dar voz ao oprimido, em uma posição situada em relação à luta de classes.

## 4.2 AS TECNOLOGIAS DIGITAIS E A TRIGONOMETRIA

A história da trigonometria tem sua origem incerta e remota antes da era cristã, mas, há indícios de rudimentos tanto no Egito, papiro de *Rhind*, quanto na Babilônia, através do desenvolvimento de uma tabela dos valores do quadrado da secante. Entretanto, a Trigonometria “surgiu devido às necessidades da

astronomia, a fim de prever as efemérides celestes, calcular o tempo e ser utilizada na navegação e na geografia” (ROQUE & CARVALHO, 2012, p. 135). Então, suas aplicações perpassam por diversos momentos da história da humanidade e pelas mais diversas situações e contextos. Em tempo, a palavra Trigonometria tem sua origem na Grécia antiga e significa TRI = três, GONO = ângulos e METREIN, ou seja, em outras palavras se refere às relações existentes entre ângulos e o valor dos lados nas medidas de triângulos. Além disso,

Todo o processo histórico da gênese, aperfeiçoamento e aplicações da Trigonometria, se apresenta subjacente ao processo de desenvolvimento da matemática e da geometria como instrumentos para compreensão de atividades sociais de civilizações antigas como também enquanto ciência nesta era moderna com seu tratamento analítico. (SOUSA, 2020, p.23).

A princípio, os povos da Antiguidade, a partir do desejo de entender, com maior profundidade, o mundo em sua volta, advindos da necessidade de calcular distâncias fisicamente inacessíveis e fenômenos da natureza, como o movimento dos astros, as fases da Lua para entender as estações do ano, o clima para compreender melhor sobre o tempo de plantio, colheita e a agricultura, utilizavam a trigonometria e, em decorrência disso, houve o desenvolvimento de áreas como o da Astronomia, da Agrimensura e outras correlatas com as navegações, em que a Trigonometria é usada para o cálculo de grandes distancias, alturas e áreas, por exemplo. Entretanto, “teoremas sobre razões entre lados de triângulos semelhantes tinham sido conhecidos e usados pelos antigos egípcios” (BOYER, 1974, p. 116).

Nesse contexto, “a Trigonometria, como outros ramos da matemática, não foi obra de um só homem – ou nação” (BOYER, 1974, p. 116), mas foi se desenvolvendo ao longo da história a partir da contribuição de nações, como Egito e Babilônia, e de vários estudiosos, entre eles Aristarco de Samos (321-230 a.C.), responsável pela Teoria Heliocêntrica, ou seja, de que os planetas giram em torno do Sol. Ele também trouxe outras grandes contribuições para a Matemática e para a Astronomia, entre eles o cálculo da distância entre a Terra e a Lua através da triangulação; Arquimedes de Siracusa (287-212 a.C.), Eratóstenes de Cirene (276 – 194 a.C.) conhecido por calcular o valor da circunferência do planeta Terra; Hiparco de Nicéia (190 – 120 a.C), considerado

o “pai da trigonometria”, que teria apresentado o tratado com 12 volumes que abordava estudos sobre a trigonometria com profundidade, e construído a primeira tabela trigonométrica. Além desses nomes, tem-se Menelaus de Alexandria (70 – 130 d.C.), sendo que para Boyer (1974), o teorema de Menelau teve um papel fundamental na Trigonometria Esférica e, ainda, há Cláudio Ptolomeu (90 -168 d.C.) que aplicou suas teorias para a construção do relógio de sol e o do astrolábio. Segundo Eves (2008) o trabalho grego definitivo sobre astronomia foi escrito por Cláudio Ptolomeu de Alexandria, por volta de 150 d.C.

Outro matemático chamado Euler (1707- 1783) fundou a trigonometria moderna e introduziu o conceito de seno, cosseno e tangente. Em relação mais precisamente à Trigonometria no triângulo retângulo, o filósofo e matemático grego Pitágoras (570-490 a.C.) desenvolveu o teorema que leva seu nome e que determina as relações existentes entre os lados das áreas de um triângulo retângulo.

Então, vários outros grandes célebres matemáticos contribuíram para o desenvolvimento e aperfeiçoamento da trigonometria para os moldes do que é ensinado atualmente nas escolas. Nesse ínterim, conhecer os seus marcos históricos é um fator importante e considerável. Neste contexto,

[...] um macro entendimento desse caráter histórico da Trigonometria pode nos dar bases para apontar o rumo para o qual essa relevante área do conhecimento nos ajudará a discutir questões atuais, tanto no âmbito acadêmico nas escolas regulares quanto nas abordagens e aplicações práticas que um conhecimento científico proporciona. (SOUSA, 2020, p.32).

Ademais, a partir do desenvolvimento da álgebra e o advento de ângulos se originaram as concepções das Relações Trigonométricas, com aplicações em vários contextos, como na Astronomia, na Agrimensura, na Navegação e, atualmente na Engenharia, na Arquitetura, na Cartografia, na Topografia, na Mecânica, Medicina, na Telecomunicação, na Termodinâmica, na Eletricidade, entre outros.

Para Almeida (2020, p. 51), a trigonometria é um ramo importante da matemática e essencial para o bom desempenho de estudantes que venham a escolher, no futuro, áreas ligadas às ciências exatas.

Em relação ao ensino da trigonometria na escola, as TD vêm transformando de modo geral as estruturas da educação e elas podem

transformar também de forma positiva as práticas educativas no ensino da Trigonometria. Conforme Homa (2019, p. 70): “Os paradigmas atuais da educação incentivam o uso de recursos computacionais na prática pedagógica de maneira a proporcionar ao aluno situações para a aprendizagem significativa”. Para Lopes (2013), pesquisas que analisam as potencialidades das TIC em sala de aula ressaltam a sua relevância no ensino de Matemática. Além disso, essas ferramentas digitais já fazem parte do cotidiano dos alunos que estão hoje nas escolas, como os jogos *online*, que possuem desafios para pensar e buscar estratégias. Essas estratégias de jogos podem ser introduzidas nas metodologias inovadoras oriundas da era informacional e contribuir significativamente para potencializar o ensino na Educação Matemática.

Para Homa e Groenwald (2016, p.23) “neste período de informatização massiva, no qual as atividades têm migrado para o formato digital, a Educação, e a Educação Matemática, também necessitam adequar-se a essa realidade”. Ademais, em relação ao conteúdo das RTTR mais especificamente, podemos observar diversas aplicações desse assunto que transcorreram pela história da humanidade. Assim, é importante ter a compreensão de suas aplicações no cotidiano da sociedade, na contemporaneidade, e em várias áreas na sala de aula. Segundo D’Ambrósio (1999, p. 97) “um dos maiores erros que se pratica em educação, em particular na Educação Matemática, é desvincular a Matemática das outras atividades humanas”. Então, as TD podem proporcionar as compreensões das aplicações com mais facilidade e dinamismo. Além disso,

[...] o domínio efetivo dos conhecimentos não se garante, pois, apenas pela memorização e repetição de fórmulas e regras. Implica fundamentalmente a compreensão teórica e prática, seja utilizando os conhecimentos e habilidades obtidos nas próprias aulas, seja para utilizá-los nas situações concretas postas pela vida prática. (LIBÂNEO, 2013, p.159).

Logo, considera-se que as TD podem proporcionar, através da manipulação e de simulações de objetos de aprendizagem, por exemplo, a construção de conceito por meio da visualização, dando significados ao conhecimento matemático, como em atividades em grupos em que os alunos têm a possibilidade de discutir, dentro da realidade escolar do estudante, a análise dos procedimentos necessários para a solução de um problema, dando oportunidades de melhorar o processo de empatia. Nessa perspectiva, para

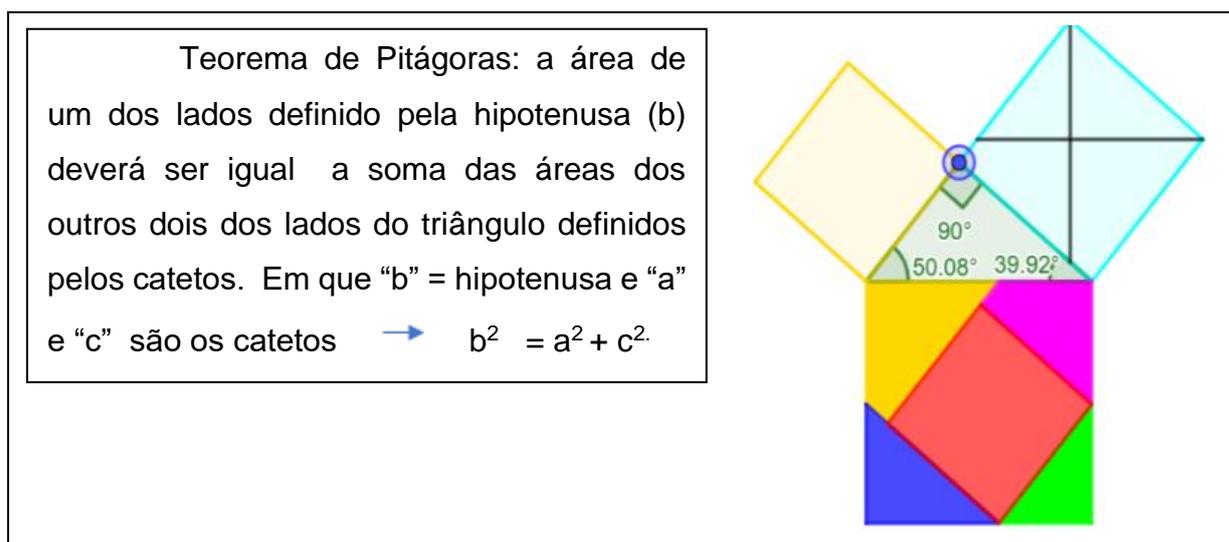
fazer parte das atividades interativas da Sequência Didática, considera-se o emprego de OA desenvolvidos no SGD, por considerar a sua acessibilidade, a reutilização e a durabilidade. Outrossim,

a educação sofreu uma revolução com o surgimento do GeoGebra na forma de ensinar e trabalhar os conteúdos da Matemática, pois agora os alunos apresentam um recurso que permite a criação de gráficos e cálculos algébricos de maneira dinâmica e interativa, incentivando aos alunos o interesse pela matemática. (SOUSA, 2018, p. 36).

Assim, os OA desenvolvidos no SGD interativos podem possibilitar o interesse dos alunos através da construção de conceitos por meio de conteúdos procedimentais que podem ser trabalhados a partir de celulares, tablets e smartphones.

A Figura 4 apresenta um exemplo de Representação do Teorema de Pitágoras, utilizando áreas, no SGD, com possibilidades interativas nos botões azuis.

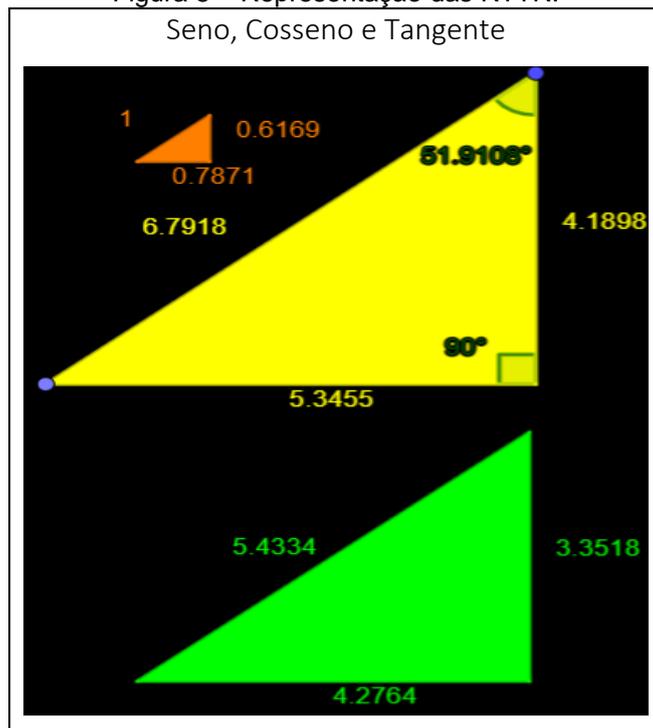
Figura 4 - Representação do Teorema de Pitágoras



Fonte - A pesquisa.

A partir do estudo sobre o Teorema de Pitágoras, pode ser introduzido o conteúdo sobre as RTTR para a construção dos conhecimentos das relações entre as medidas dos lados e ângulos do triângulo retângulo. A Figura 5 apresenta a representação das RTTR, no SGD, com possibilidades da interatividade através dos botões azuis .

Figura 5 – Representação das RTTR.



As TD podem facilitar o processo de construção de conceitos através de procedimentos relativos às RTTR. Em um cenário no qual a escola não possua aparatos tecnológicos modernos ou suficientes, e se pretende inserir metodologias ativas com TD, a solução adequada é o modelo *BYOD (Bring Your Own Device)* no qual os alunos trazem seus aparelhos tecnológicos ficando a escola com o compromisso de fornecer a conectividade.

Para Sousa *et al* (2020, p. 02) “de forma geral nossas escolas ainda estão caminhando lentamente frente às mudanças provocadas pelas tecnologias na sociedade”. Considera-se, então, conveniente, fazer de uso de objetos de aprendizagens já prontos disponíveis no site oficial do GeoGebra, como os Simuladores Virtuais (SV), visto que, podem ser um artifício mais prático e dinâmicos para serem trabalhados em atividades investigativas. Para Berlanda (2017, p. 40) “ao se trabalhar com a investigação das Razões Trigonômicas no Geogebra, “a dinamicidade pode proporcionar que o aluno comprove os valores de várias formas; por exemplo, discutindo com os colegas[...]”. Para Araújo e Branco (2020, p. 206) “a simulação computacional, também chamada de simulação digital, refere-se à representação de um fenômeno natural ou artificial que se desenvolve ao longo do tempo, usando meios tecnológicos”. Além disso, os SV podem ser inseridos da melhor forma possível em uma SD

no Google Sala de Aula, observando-se o currículo básico. Segundo Silva (2021, p. 813) “o uso dos simuladores e dos softwares educacionais contribui de modo prático para auxiliar os educadores a comporem suas atividades em qualquer situação de ensino”. Dessa forma, é preciso traçar, nos planos de aula, os percursos metodológicos pertinentes com o conteúdo. Assim, os SV para Homa (2021,p. 03) “[...] são uma alternativa para a Robótica Educacional que permite a exploração sem prejuízos decorrentes de manipulações equivocadas, mantendo a integração entre áreas como Engenharia, Ciências e Matemática”

Nessa perspectiva, é necessário que se tenha conhecimento acerca das ferramentas disponíveis na unidade escolar, para testar antes, esses recursos, a fim de que se possa fazer a aplicação do conteúdo e adaptá-los da melhor forma possível no contexto da escola. Nesse contexto, os SV podem trazer chances de experiências interativas para construir conceitos através da visualização e da manipulação, em grupos, ou individualmente. Ademais,

a visualização, como uma maneira de organizar o pensamento e dar suporte compreensão dos conceitos matemáticos, vem sendo abordada em pesquisas que trazem como pauta das discussões, o ensino que valoriza a construção dos conceitos em detrimento dos processos algorítmicos. (HOMA, 2019, p. 71).

Para Almeida (2020), a atividade prática é um método para despertar o interesse do aluno pela Trigonometria, tornando a atividade mais significativa. Nesse sentido, é preferível a mediação crítica do professor, para conduzir todo o processo de ensino e de aprendizagem de forma dinâmica, a fim de que os procedimentos façam sentido ao aluno. Para Silva (2020, p.29), “o professor deve saber mediar o auxílio com os alunos para que possam desenvolver novas habilidades e competências, fornecendo o equilíbrio entre a curiosidade ao aluno e o conhecimento adquirido”. Além disso, os simuladores virtuais 3D podem ficar disponíveis em ambientes virtuais de aprendizagem, como o Google sala de aula, para que os estudantes possam usar fora da escola quantas vezes for necessário. Em relação aos objetos virtuais tridimensionais

[...] ressalta-se que as representações em perspectiva proporcionam a noção de profundidade e distância baseadas nas habilidades de interpretação do observador que imagina e compreende quais objetos, ou partes desse, estão mais à frente ou mais atrás em relação ao observador. (HOMA, 2019, p. 72).

Assim, o docente tem a possibilidade de ministrar uma aula mais

interativa com o uso do SGD, o que proporciona visualizações e interações dinâmicas, e os alunos podem realizar os procedimentos no *software*, baixando-o no celular. O GeoGebra, para Homa e Groenwald (2016, p. 25) atende a característica de multiplataforma, além de estar em constante atualização, por ser um *software open source*, com uma comunidade de desenvolvimento bem ativa.

Outro ponto a se considerar é que nas atividades investigativas é necessário que o professor mostre como funciona o SV, para poder expor uma atividade com desafio, por exemplo, mas também é preciso deixar que os alunos explorem os simuladores, a fim de não induzir tais sujeitos nas atividades investigativas, para deixar o aluno examinar, identificar variáveis, retornar e começar novamente, deixar experimentar, analisar os movimentos, identificar padrões, mostrar as possibilidades de explorar o objeto de aprendizagem em questão. As TD podem, ainda, combinar o físico e o virtual, através de materiais concretos correlatos.

Entretanto, é importante que haja conhecimento das reais condições socioeconômicas e de aprendizagem do aluno, para que este possa procurar por soluções para o problema da defasagem e as lacunas de aprendizagem decorrentes do período de pandemia da Covid 19 e para que os estudantes de escolas públicas tenham acesso ao conhecimento de qualidade. Em vista, boa parte das escolas públicas brasileiras ficaram, nesse período pandêmico, em desvantagem em relação às escolas particulares da rede de ensino, e ainda permanecem, em relação à recursos tecnológicos.

### 4.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Em uma Sequência Didática (SD), a partir dos objetivos que se pretende alcançar, traçados em planejamentos, pode-se organizar, de modo sistemático, uma série de atividades com a finalidade da efetiva aprendizagem de determinados assuntos selecionados, em que se vislumbra o caminho a seguir, para que haja uma interligação de etapas de atividades, preferencialmente significativas, funcionais e articulados, que dialoguem entre si com o intuito de estimular a construção da aprendizagem.

Assim, concorda-se com o paradigma de SD de Zabala (1998, p. 18): “São um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a

realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Corroborando ainda neste aspecto, SD, para Homa e Groenwald (2016, p.124), “é a organização de um conteúdo qualquer, a partir da articulação entre os conceitos e procedimentos a serem desenvolvidos, com atividades didáticas planejadas para esse fim, com foco na aprendizagem”.

Desse modo, tem-se que SD é uma estratégia que visa a melhoria do ensino de modo sistemático e potencializa a aprendizagem de forma organizada e vinculada, tendo claro os objetivos didáticos com a devida verificação do grau de pertinência das atividades para o atendimento dos objetivos com foco na aprendizagem do aluno. Ainda neste viés, podemos afirmar que Sequência Didática:

é um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integradas para uma melhor dinâmica no processo de ensino-aprendizagem. (OLIVEIRA, 2013, p. 53).

Sendo assim, ao se constituir os objetivos de um planejamento para o desenvolvimento de uma SD de determinado conteúdo e/ou assunto, desenvolvemos constructos de caráter preditivos para o propósito desejado, analisando e coordenando da melhor forma possível os passos mais adequados, conforme as possibilidades e as realidades existentes para o alcance dos propósitos traçados.

Para Libâneo (2013, p. 104) “o trabalho docente é uma atividade intencional, planejada conscientemente visando atingir objetivos de aprendizagem. Por isso precisa ser estruturado”. Em vista disso, em momentos oportunos, é relevante o planejamento de sequências de atividades significativas e interativas com o auxílio das TD, a fim de oportunizar relações entre teorias e práticas, mediadas colaborativamente pelo professor, seguidas da autorreflexão e análises de sucessos e fracassos durante o processo. Então, trata-se de analisar, sobre esse aspecto, a maneira como o aluno realiza as atividades com o propósito de efetivar a aprendizagem, em busca da aprendizagem autônoma, ao invés de manter uma rotina tradicional de transferência de conteúdo.

Desse modo, entende-se que é conveniente ao professor, na seleção dos conteúdos e na primeira etapa da SD, buscar realizar uma avaliação

diagnóstica dos alunos, com o propósito de descobrir o que o estudante já sabe ou possui de conhecimento, para, então, elaborar a sequência de atividades e procedimentos metodológicos, para desenvolver uma aprendizagem que corrobore, de forma sistemática, com o novo conteúdo que será oferecido ao aluno e que possa ser mais estável possível, de preferência com o auxílio das TD com possibilidades de manipulações e visualizações, visto que,

[...] a partir de um diagnóstico do nível de preparo prévio dos alunos para acompanhar a matéria, conforme idade e desenvolvimento mental, estabelecem-se padrões de desempenho para a maioria da classe, podendo daí para frente exigir tudo o que se pode esperar deles. (LIBÂNEO, 2013, p. 39).

Em contrapartida, deve-se levar em consideração o que cada aluno traz consigo na sua própria bagagem de informações, pois é um aspecto importante. Segundo Demo (2000, p. 32) “não existe tábula rasa, analfabetismo absoluto; todos falam, se comunicam, usam um vocabulário básico, manejam conceitos dentro do senso comum, possuem referências da realidade em que estão inseridos”. Dessa forma, através do que o aluno pode expressar com suas próprias palavras e consegue traduzir a sua realidade e seu entendimento, o docente tem a possibilidade de realizar o planejamento de atividades significativas para obter uma maior margem de êxito possível, com possibilidades de aplicações e generalizações em outras situações, quando se tem o intuito de implementar uma SD com atividades que façam mais sentido para o aluno, auxiliadas por tecnologias.

Segundo Cool *et al* (1998, p.14) “o que importa é que os alunos possam construir significados e atribuir sentido àquilo que aprendem”. Por outro lado, a complexidade na montagem de uma SD que atenda às exigências da educação na contemporaneidade também reside no desdobramento de atividades para o desenvolvimento de competências e habilidades das disciplinas e que correspondam às exigências da atual era, conforme preconiza a atual BNCC (2018).

Corroborando nesse aspecto, Zabala (1998) possui um enfoque mais globalizador, que visa a formação do aluno de forma integral em todas as dimensões, ou seja, não enfatiza o indivíduo somente na forma intelectual e cognitiva, mas o ser humano como um todo, na ordem do campo afetivo, cultural, social e econômico, valorizando, desse modo, a diversidade.

#### 4.4 OS CONTEÚDOS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS

É considerável conhecer as características do conteúdo a ser trabalhado e o que se pretende que o aluno aprenda, ou seja, levar em consideração no plano de aula: os conceitos, os quais estão relacionados com “o que se deve saber”; os procedimentos com “como se deve fazer” e atitudes com “como deve ser”. Para Coll *et al* (1998, p.12): “a tentativa de ensinar conteúdos específicos não é intrinsecamente negativa; tudo depende de quais conteúdos se quer ensinar e, sobretudo, de como eles são ensinados e como eles são aprendidos”. Em se tratando de conteúdos, Coll *et al* (1998) subdividem a aprendizagem dos conteúdos segundo sua tipologia em: I) A aprendizagem dos conteúdos factuais; II) A aprendizagem dos conceitos e princípios; III) A aprendizagem dos conteúdos procedimentais e IV) A aprendizagem dos conteúdos atitudinais. Assim:

I) Os conteúdos Factuais e II) os Conceituais e princípios estão relacionados ao que se deve aprender, sendo que os Conteúdos factuais estão vinculados a fatos, situações e fenômenos concretos, como a idade de uma pessoa e datas. Os Conceituais estão relacionados a conceitos como o de seno, cosseno e tangente, por exemplo;

III) Os Procedimentais (o que se deve fazer) estão relacionados a como fazer, por exemplo, regras e estratégias;

IV) Os Atitudinais (como se deve fazer), que estão relacionados ao próprio ser, do modo de se posicionar diante do outro, de situações e diante do mundo em sociedade na qual estão se relacionando, ou seja, associados ao comportamento do cidadão.

Os Conceitos e os princípios são termos abstratos e

[...] os conceitos se referem ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que possuem características comuns e os princípios se referem às mudanças que se produzem no fato, objetos ou situações em relação a outros fatos, objetos ou situações e que normalmente descrevem relações de causa-efeito ou de correlação. (ZABALA, 1998, p.42).

Em vista disso, no ensino da matemática, são exemplos de conceitos: áreas, lados e funções, já os princípios são as relações entre estes e o que vai ser estudado. Neste sentido, é preferível que o aluno compreenda como o conceito aprendido se relaciona e se articula com outros conceitos e com outros

fatos, e possa desenvolver relações significativas entre eles, por exemplo, estabelecer um princípio entre o conceito e a sua relação com um fato que foi apresentado no início da atividade, como a revisão de cálculo da área para o estudo do Teorema de Pitágoras, ou ainda segundo Zabala (1998, p. 42 ) “as conexões que se estabelecem entre diferentes axiomas matemáticos”. É adequado, portanto, que a aprendizagem dos conteúdos conceituais se relacione com atividades que promovam a compreensão de conceitos para o estabelecimento de conexões seguras de aprendizagem.

Além disso, os conteúdos Factuais são baseados em fatos, acontecimentos, situações, dados, fenômenos entre outros, enfim, tudo aquilo que pode ser concreto, ou seja, contextualizado, como a altura de um prédio e sua distância a um dado referencial, como os símbolos nas áreas de Matemática, Química e Física, importando aqui que essa contextualização venha acompanhada de uma problematização, com o intuito de prender a atenção do aluno para que ocorra o aprendizado. Segundo Zabala (1998, p. 42) o aprendizado dos conteúdos factuais, ocorre “basicamente mediante atividade de cópia mais ou menos literais, a fim de ser integrado nas estruturas de conhecimento, na memória”, entrelaçados aqui os exercícios de repetição verbal, como decorar símbolos matemáticos.

Os conteúdos procedimentais envolvem regras, técnicas, métodos, habilidades, estratégias, enfim, são um conjunto de ações coordenadas com a finalidade de atingir o objetivo traçado, e estão vinculados ao como fazer, ou seja, é o que o professor deseja que o aluno aprenda a fazer, como por exemplo: observar, calcular, descrever, analisar, interpretar, desenhar, entre outros. Assim

Trata-se sempre de formas determinadas e concretas de agir, cuja principal característica é que não são realizadas de forma arbitrária ou desordenada, mas de maneira sistemática e ordenada, uma etapa após a outra e que essa atuação é orientada para a consecução de uma meta. (COLL *et al*, 1998, p.78).

Os conteúdos procedimentais necessitam, ainda, da autocrítica e a autorreflexão de ambas as partes, ou seja, do professor que ensina e conduz todo o desenvolvimento do processo e do aluno que aprende, no que diz respeito ao desenrolar dos processos procedimentais. Em relação ao significado do ensino dos procedimentos, segundo Coll *et al* (1998, p.12) “trata-se, afinal, de colocar a ênfase mais sobre os processos que sobre o produto, mais sobre a

maneira como as coisas vão sendo feitas pelos alunos que sobre o que é realizado”. Dessa forma, em uma SD em que se contemple a aprendizagem de conteúdos procedimentais, é importante a clareza das ações e suas funcionalidades para que o conteúdo possa fazer sentido ao aluno, assim as disposições das atividades devem ser compreensíveis e de forma gradual. Ademais,

para que a ação educativa resulte no maior benefício possível, é necessário que as atividades de ensino/aprendizagem se ajustem ao máximo a uma sequência clara com uma ordem de atividades que siga um processo gradual. Esta consideração é visível nos conteúdos mais algoritmos, como, por exemplo, o cálculo, onde o processo de mais simples para o mais complexo é constante. (ZABALA, 1998, p. 82).

Considerando, neste aspecto, a mediação sistemática docente nesse processo de construção de aprendizagem, considera-se que o professor é o responsável pelo diálogo, por discussões e vislumbra técnicas de estudo ativo para a tomada de decisões. Nesse sentido, ainda segundo Zabala (1998, p. 82): “a ordem e o progresso das sequências de ensino e aprendizagem, no caso dos conteúdos procedimentais, estarão determinados, na maioria das vezes, pelas características das ajudas que irão dando ao longo da aplicação do conteúdo”. Freire (1996) corrobora quando nos leva à reflexão crítica de nossa prática pedagógica, na questão educação emancipadora, em que se busca a dialogicidade, se objetiva dar voz ao oprimido, em uma posição em relação à luta de classes. Ademais:

A elaboração do conhecimento exige o envolvimento pessoal, o tempo e o esforço dos alunos, assim, com ajuda especializada, estímulos e afeto por parte dos professores e dos demais colegas. Ajuda pedagógica ao processo de crescimento e construção do aluno para incentivar os progressos que experimenta e superar os obstáculos que encontra. (ZABALA, 1998, p. 97).

Assim, investigar é descobrir e verificar na dialogicidade, o processo de construção do conhecimento.

Então, finalmente, os conteúdos Atitudinais que são aqueles que se referem ao conjunto de valores, atitudes e regras que regem a vida em sociedade, como a solidariedade, o respeito às diversidades e minorias, responsabilidades e o compromisso.

Desse modo, o ensino da Matemática pode possibilitar a construção de conceitos, através de conteúdos procedimentais e das manifestações de atitudes

que podem ser as condições favoráveis à aprendizagem de conteúdo. Nesse sentido, os conteúdos atitudinais estão relacionados a questões de como agir diante de uma situação ou contexto, de cooperação e respeito e empatia entre os indivíduos e o ambiente, da participação das atividades e respeito à diversidade. Assim,

[...] Muitos dos valores que se pretendem ensinar se aprendem quando são vividos de maneira natural; e isso só é possível quando o ambiente de aula, as decisões organizativas, as relações interpessoais, as normas de conduta, as regras de jogo e os papéis que cada um dos meninos e meninas deve assumir pode promover ou não atitudes como cooperação, tolerância e solidariedade. (ZABALA, 1998, p. 84).

De maneira geral, os conteúdos Atitudinais são predisposições para atuar em cooperação em grupo, emitir sua opinião diante de seus pares, estabelecer uma boa relação com o meio ambiente, participar de tarefas, entre outros e abarcar valores, atitudes e normas. Em tempo, as normas são regras de comportamento que devemos seguir em determinadas situações a que são obrigados todos os membros de um grupo social.

Segundo Coll *et al* (1998, p.158) “na escola, não é só o professor, mas também os colegas que influenciam cada sujeito”, visto que a maneira como os alunos interagem com seus pares e os indivíduos envolvidos no processo de ensino pode acarretar momentos de reflexões oportunos de aprendizagem.

Por outro lado, a sala de aula pode ser considerada como uma espécie de “laboratório” do professor de Matemática, para ele que possa analisar as principais características de cada turma, a fim de realizar um plano que leve em conta as especificidades de cada uma, para a organização de atividades procedimentais, em grupos ou duplas com o propósito também, dos Atitudinais, para que os alunos possam aprender, interagindo uns com os outros, ou seja, colaborativamente com seus pares ou até individualmente, valores fundamentais para o convívio em sociedade, se o docente considerar o contexto da atividade pertinente.

A organização dos alunos em equipe, para Zabala (1998, p. 126): “favorece a definição de propostas educativas que levem em conta a diversidade dos alunos. Também será extremamente apropriada para o trabalho dos conteúdos atitudinais no âmbito das relações interpessoais”. Dessa forma, ocorre que a maneira como as atividades se articulam podem determinar a

especificidade de uma SD, visto que algumas formas de ensinar tendem a ser mais conceituais, outras mais procedimentais e outras mais atitudinais.

Contudo, é necessário refletir sobre o modo que será realizado e conduzido o processo de ensino, quando se quer contemplar atividades para a aprendizagem dos conteúdos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais. É importante neste aspecto, como sinalizado anteriormente, o docente ter conhecimento da distância entre o nível de conhecimento que o aluno possui e o que ele pode adquirir com auxílio de alguém com mais experiência.

Todavia, há alunos que são mais visuais e outros, por exemplo, que aprendem melhor ouvindo. Então, é importante levar em conta as múltiplas formas de ensinar, para suprir as necessidades para a efetiva aprendizagem, com o intuito de contribuir no processo de construção de conhecimentos dos alunos. Neste intuito, trata-se da mediação colaborativa do professor no auxílio aos estudantes, neste processo dinâmico de relações em prol do conhecimento, a encontrar sentido para cada atividade proposta. Outrossim,

as relações entre professor, aluno e matéria não são estáticas, mas dinâmicas; por isso, falamos da atividade de ensino como processo coordenado de ações docentes. A condução desse processo, como qualquer atividade humana, requer uma estruturação dos vários momentos de desenvolvimento da aula ou unidade didática. (LIBÂNEO, 2013, p.82).

Em tempo, a linha do enfoque mais globalizador de Zabala (1998) rompe com a organização de conteúdos centrados somente em disciplinas, focando em temas transversais, em temas do cotidiano. Diante do que foi exposto, verifica-se que é preferível ensinar conteúdos que estejam relacionados a atividades funcionais, ou seja, que tenham conexão entre o que é ensinado e o cotidiano ou o que a vida poderá exigir dele (aluno). Tem-se então, em vista, a educação ao longo da vida, que se baseia nos quatro pilares da educação: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser (DELORS, 2010) e que está alinhada com as perspectivas para a educação do século XXI.

Em relação à avaliação da aprendizagem, conforme Zabala (1998), trata-se de avaliar como se propõe conceitos, procedimentos e atitudes. Isso porque procedimentos só podem ser avaliados enquanto saber-fazer e atitudes, fatores estes que implicam na observação dessas atitudes em diferentes situações em relação ao que é dado e ao que não é atribuído valor, como no

trabalho em grupo, em que se observa a comunicação, a colaboração e a solidariedade, entre outros aspectos.

Ademais, no que diz respeito a como avaliar, Zabala (1998) infere que a avaliação é formativa e é inicial, final e integradora. A avaliação inicial, então, é a avaliação diagnóstica e a avaliação final é a verificação da efetiva aprendizagem. A avaliação atitudinal pode ser a observação sistemática de opiniões e manifestações dentro e fora do contexto das aulas.

Nesse íterim, a avaliação inicial é a primeira fase do processo de avaliação, o que o aluno sabe fazer, é o ponto de partida para todo o processo de ensino e de aprendizagem e está relacionada ao que ele é capaz de aprender. Segundo Zabala (1998, p.199): “E uma das primeiras fases do processo consiste em conhecer o que cada um dos alunos sabe, sabe fazer e é, e o que pode chegar a saber, saber fazer ou ser, e como aprendê-lo”. Além disso,

a avaliação é uma tarefa complexa que não se resume à realização de provas e atribuição de notas. A mensuração apenas proporciona dados que devem ser submetidos a uma apreciação qualitativa. A avaliação, assim, cumpre funções pedagógico-didáticas, de diagnóstico e de controle em relação às quais recorre a instrumentos de verificação de rendimento escolar. (LIBÂNEO, 2013, p. 216).

Avaliação reguladora está relacionada às mudanças necessárias que ocorrem durante todo o processo em si, e pode-se verificar como o aluno aprende durante esse processo de ensino e de aprendizagem e a partir daí, adequar o plano a ser executado. Conforme Zabala (1998, p. 200) “[o] conhecimento de como cada aluno aprende ao longo do processo de ensino/aprendizagem, para se adaptar às novas necessidades que se colocam, é o que podemos denominar avaliação reguladora”. Por fim, a avaliação final integradora é um conjunto de atividades que fazem parte do processo de ensino e de aprendizagem, para analisar a avaliar se cada aluno atinge seus objetivos, e se avalia também o processo e o progresso de todo percurso traçado, para, a partir disso, rever os percursos propostos, pois trata-se dos resultados dos conhecimentos adquiridos pelo aluno. Assim,

avaliação somativa ou integradora é entendida como um informe global do processo que, a partir do conhecimento inicial (avaliação inicial), manifesta a trajetória seguida pelo aluno, as medidas específicas que foram tomadas, o resultado final de todo o processo e, especialmente, a partir deste conhecimento, as previsões sobre o que é necessário

continuar fazendo ou o que é necessário fazer de novo. (ZABALA, 1998, p. 200).

Concorda-se com Zabala (1998), quando ele menciona que o meio mais adequado para nos informar sobre a aprendizagem dos alunos é a observação sistemática do aluno na execução das atividades propostas. Nesse sentido, a avaliação da aprendizagem de todo o percurso no decorrer das atividades propostas aos alunos é um ato dinâmico e sistemático, que requer atenção de cada etapa do processo de ensino e de aprendizagem.

Em contrapartida, para que essa avaliação ocorra de forma sistemática e funcional em um AVA, mediada por tecnologias destaca-se o *Design Instrucional* como forma de organização do planejamento das estratégias de ensino e das atividades projetadas pelo professor, inclusive as atividades avaliativas.

#### 4.5 *DESIGN* INSTRUCIONAL

O Google Sala de Aula pode contribuir na implementação de uma SD na metodologia do ensino híbrido no ensino da Matemática nas escolas, mas, para isso, é necessário considerar os pressupostos do *Design Instrucional* (DI), visto que os objetos sem um design instrucional são somente objetos de conhecimento (MERRILL, 2002). Assim, DI é o processo sistemático de planejamento estratégico adequado para o ensino à distância com o uso de TD assim como na sala de aula presencial, auxiliando o professor em sua *práxis* pedagógica, no planejamento das sequências de atividades articuladas para o ensino dos saberes escolares, com o intuito da aprendizagem e que envolvam recursos tecnológicos nas aulas presenciais que utilizam do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).

Neste contexto, Filatro (2008, p.19) define DI “como o processo (conjunto de atividades) de identificar um problema (uma necessidade) de aprendizagem e desenhar, implementar e avaliar uma solução para esse problema.” Nesse sentido, o DI é uma abordagem que envolve metodologias que estrategicamente orientam de maneira sistemática e planejada a utilização de artefatos tecnológicos, ou não, com o objetivo da melhor aprendizagem, tornando-se, assim, uma estratégia de ensino inovadora na construção do conhecimento. Entretanto,

no Brasil, o campo do design instrucional foi redescoberto a partir da necessidade de incorporar tecnologias de informação e comunicação às ações educacionais. Isso porque, no aprendizado eletrônico, a qualidade das ações educacionais, em geral, não é assegurada pela única pessoa que tradicionalmente é responsável por essa tarefa no ensino convencional: o educador. (FILATRO, 2008, p.25).

São consideradas as fases do processo clássico de designer instrucional, segundo Filatro (2008, p. 39): análise, design, desenvolvimento, implementação e avaliação, conhecido como modelo ADDIE (*analysis, design, development, implementation e evaluation*).

**Análise** – Nessa fase é necessário realizar o levantamento de informações, ou seja, tomar conhecimento dos recursos disponíveis, informações possíveis sobre os alunos acerca de como acessar os objetos de aprendizagem, definir objetivos e analisar o contexto da aprendizagem. Para Filatro (2008), a fase da Análise do DI consiste basicamente em entender o problema educacional e projetar uma solução aproximada.

**Design** – é a fase de planejamento das estratégias instrucionais, e é necessário levar em consideração o conteúdo, os exercícios, a avaliação, as mídias etc. Assim

essa fase do design instrucional abrange o planejamento e o design da situação didática propriamente dita, com o mapeamento e sequenciamento dos conteúdos a serem trabalhados, a definição das estratégias e atividades de aprendizagem para alcançar os objetivos traçados, a seleção de mídias e ferramentas mais apropriadas e a descrição dos materiais que deverão ser produzidos para a utilização por alunos e educadores. (FILATRO, 2008, p. 44).

**Desenvolvimento** – fase de organização do material disponível e verificação do funcionamento para analisar se está de acordo com os objetivos propostos. A fase do Desenvolvimento, para Filatro (2008, p.46) “compreende a produção e a adaptação de recursos e materiais didáticos impressos e/ou digitais, a parametrização de ambientes virtuais e a preparação dos suportes pedagógicos, tecnológicos e administrativos”. É a fase antes da implementação e de utilização das atividades programadas.

**Implementação** – fase de utilização dos materiais que foram desenvolvidos. Essa fase, segundo Filatro (2008, p. 46) “constitui a situação didática propriamente dita, quando ocorre a aplicação da proposta de design instrucional” que no aprendizado eletrônico, é subdividido em duas fases a de publicação, que é quando material programado é disponibilizado para o aluno e

há, também a fase da execução, que é quando o aluno interage e utiliza o material disponível para estudo.

Avaliação – etapa de avaliar a aprendizagem dos alunos. Desse modo, nessa fase, para Filatro (2008, p. 47), “avalia-se tanto a solução educacional quanto os resultados de aprendizagem dos alunos, que em última instância, refletirão a adequação do design instrucional”. Assim, para o desenvolvimento e a adequação do ensino e/ou consolidação de aprendizagens presenciais e à distância, ou seja, considerando a forma híbrida, as informações sistemáticas são necessárias.

Nesse intuito, por meio de tecnologias, é preferível o planejamento do conteúdo e a organização harmoniosa das mídias, para adequar os conteúdos escolares presenciais aos recursos tecnológicos existentes e para viabilizar a distribuição das sequências de aulas e/ou atividades, com vistas à facilidade de navegação conforme as características e o perfil dos alunos, por meio da análise comportamental e sociocultural de quem vai acessar e as especificidades das instituições de ensino na implementação de um conteúdo ministrado de forma híbrida e no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Além disso, os modelos do DI podem ser fixos, abertos e contextualizados.

*Design Instrucional Fixo* – Há uma separação entre as fases de planejamento e execução. Assim, o fluxo de aprendizagem segue as regras de estruturação estabelecidas pelo Designer Instrucional, como nos cursos *online* prontos e fixos, em que o aluno só precisa ir realizando a sequência de atividades já preestabelecidas.

*Design Instrucional aberto* – O *Designer Instrucional* adapta o conteúdo e a apresentação conforme o feedback da turma, ou seja, vai sendo construído ao longo da fase de execução.

*Design Instrucional contextualizado (DIC)* – O *designer* recebe o feedback dos alunos, mas sem perder a estruturação planejada, e faz uso da web 2.0 podendo estabelecer mudanças durante a execução.

Nesse contexto, a SD da pesquisa segue os pressupostos do DIC e do ensino híbrido, por considerar ser este o mais adequado com o perfil da turma envolvida no processo de ensino do conteúdo escolhido. Dessa maneira, de modo mais específico, no DIC, a fase da análise, segundo Filatro (2008, p. 44) mobiliza o fato de que “a identificação das necessidades de aprendizagem, a

caracterização dos alunos e o levantamento de restrições constituem apenas um foco inicial de trabalho, que deve ser aprimorado paralelamente à participação dos alunos”.

Nesse modelo do DIC na fase do *design*, segundo Filatro (2008) específica, deve-se considerar todo cenário em que ocorrerá o processo de ensino e de aprendizagem como título, autor ou instituição responsável pela oferta, abordagem pedagógica, objetivos de aprendizagem, papéis, conteúdos, mídias e ferramentas utilizadas, entre outros.

Na fase do desenvolvimento no modelo DIC, o *designer* instrucional, Segundo Filatro (2008, p. 46), "faz a programação de atividades, interações e regras de adaptação a serem aplicadas durante a fase de execução". A partir disso, obtém-se um pacote com as informações necessárias para a execução das unidades descritas

Para Filatro (2008), em relação à fase de implementação no modelo DIC, esta pressupõe participação dos alunos na (re)definição de objetivos, bem como no âmbito da seleção de estratégias de aprendizagem e de mecanismos de avaliação. Nessa perspectiva, para esta, considera-se que, no *Design* Instrucional Contextualizado, o desempenho do aluno é acompanhado pelo docente no AVA e por meio de atividades impressas, levando em conta aqui os aspectos socioeconômicos dos alunos, considerando-se, também, as etapas da Sequência Didática, podendo verificar como os alunos colocam em prática o que foi assimilado na teoria, como em atividades interativas de manipulações com ferramentas tecnológicas.

Para Homa (2019, p. 70) “os paradigmas atuais da educação incentivam o uso de recursos computacionais na prática pedagógica de maneira a proporcionar ao aluno situações para a aprendizagem significativa”. Nesse intuito o Ambiente Virtual de Aprendizagem pode ser considerado uma extensão da sala de aula das escolas, proporcionando uma sala de aula mais interativa e que depende da mediação da orientação do docente para o alcance dos objetivos propostos. O DI, no sentido macro, envolve vários segmentos da educação, por ser multidisciplinar, mas no seu sentido micro local, consideramos implementar o DI básico na nossa pesquisa como estratégia de aprendizagem experimental na organização do assunto virtual e presencial, mediado por recursos tecnológicos dentro da realidade da escola.

Nesta pesquisa o Google Sala de Aula foi utilizado como o AVA, para as atividades *online*, e como repositório para consulta do material disponibilizado para a aprendizagem das RTTR.

Em contrapartida, se pode utilizar o modelo da Sala de Aula Invertida (SAI), em um AVA, para estudos de revisão de assuntos, na forma híbrida, em que o aluno estuda antes o conteúdo, visto que há possibilidade de contribuir, com vistas para a percepção docente dos pontos de fragilidade sobre conteúdos considerados pré-requisitos para o estudo que se vai oferecer ao aluno. Para Bergmann e Sams (2018), a inversão da sala de aula estabelece um referencial que oferece aos estudantes uma educação personalizada, ajustada sob medida às suas necessidades individuais. Para Moran(2015), essa mescla entre sala de aula e ambientes virtuais é fundamental para abrir a escola para o mundo e para trazer o mundo para dentro da escola. Nesse contexto, para melhor ordenamento das atividades, é preferível que se trabalhe na perspectiva do *design* instrucional.

## 5 METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

Trata-se de um estudo de caso de natureza qualitativa elaborado a partir de uma análise descritiva, uma vez que esse tipo de abordagem pode possibilitar uma análise satisfatória dos elementos que influenciam, integram, interagem e que compõem o objeto de estudo, conhecendo, desse modo, as especificidades e as particularidades, com o intuito de compreender ao máximo possível a realidade que envolve o caso. Então, para esse intuito, se torna importante a coleta de dados, oriundos de uma observação direta e participante do pesquisador, *in loco*, para análise das evidências, sendo importante compor um diário de bordo para apresentação dos resultados.

Segundo Godoy (1995), uma das características básicas da pesquisa qualitativa é ter o ambiente natural como fonte direta de dados do pesquisador. Sob esse aspecto, o pesquisador é o instrumento fundamental para a observação do fenômeno em análise, com a finalidade de seleção de dados relevantes para a pesquisa e das análises dos dados. Diante disso, como instrumentos para coleta de dados pode-se utilizar filmagens, gravações e registros escritos.

Em referência ao caráter descritivo, tem-se em vista que se procura identificar e compreender como os fenômenos se manifestam durante o processo de observação em uma visão holística a partir da perspectiva dos participantes em que a exatidão das quantificações poderia ser inviável; por isso, tal abordagem procura compreender e descrever o processo em sua complexidade. Para Godoy (1995, p.63) “os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados ou produto”, ou seja, trata-se de investigar as características de um fenômeno estudado. Assim

os estudos de natureza descritiva propõem-se investigar o "que é", ou seja, a descobrir as características de um fenômeno como tal. Nesse sentido, são considerados como objeto de estudo uma situação específica, um grupo ou um indivíduo. (RICHARDSON, 2012, p. 71).

Em vista disso, para a compreensão da dinâmica da manifestação do fenômeno estudado, é necessário a submersão do pesquisador no campo real do estudo, para que a realidade possa ser interpretada.

Um dos tipos de pesquisa qualitativa é o estudo de caso que, em síntese, se apresenta como uma investigação empírica para a análise dos elementos que fazem parte e influenciam o objeto de pesquisa, para que se conheça suas especificidades. Segundo Yin (2001), são características do estudo de caso: a definição do problema, o delineamento da pesquisa, a coleta de dados, a análise de dados, a composição e a apresentação dos resultados, o que permite uma investigação para a preservação das características holísticas do fenômeno pesquisado. A definição da questão de pesquisa é um aspecto importante para a estratégia adotada, pois questões do tipo “como” e “por que” são mais prováveis ao uso de estudo de caso e conta-se com a observação direta do pesquisador.

Em geral, os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. (YIN, 2001, p.19).

Dessa forma, nesse tipo de pesquisa qualitativa, não há como manipular comportamentos relevantes. Segundo Minayo (2007, p.10) “a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares”. Nesse contexto, o presente estudo se enquadra no escopo da pesquisa qualitativa, visto que visou analisar e investigar as contribuições e desafios das Tecnologias no ensino da Matemática, através de uma sequência didática e com atividades integradas a áreas STEM para a efetiva aprendizagem das RTTR, a fim de verificar sua influência no âmbito do interesse do aluno por uma das áreas relacionadas à educação STEM, tendo o ambiente natural como fonte direta de dados do pesquisador, o que se enquadra em um estudo de caso. Além disso

o universo da produção humana que pode ser resumido no mundo das relações, das representações e da intencionalidade e é objeto da pesquisa qualitativa dificilmente pode ser traduzido em números e indicadores quantitativos. (MINAYO, 2007, p.10).

Sob esta perspectiva, indagou-se para a realização da pesquisa e com intuito de responder à pergunta do estudo: Quais as contribuições de uma sequência didática com Tecnologias, em abordagem uma STEM, para a aprendizagem das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo no Ensino Médio e o interesse dos alunos pelas áreas das Exatas? Então, foram realizadas

consultas bibliográficas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, em busca de trabalhos com temas semelhantes, para a análise da integração das TD no ensino e de aprendizagem das RTTR; Buscou-se, então, organizar uma sequência didática com tecnologias e em abordagem STEM com auxílio do GeoGebra e organizar os materiais para os alunos no Google Sala de Aula e observação das etapas da atividade da Sequência Didática em forma presencial na escola.

### 5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA: ESCOLA E ESTUDANTES.

A pesquisa foi realizada em uma turma do 1º Ano do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual do Amazonas, localizada na periferia, na zona norte de Manaus, situada em uma região considerada de vulnerabilidade social, que atende os alunos de seu entorno e na rodovia próxima a zona rural da cidade. Possui 1098 alunos matriculados, funcionando nos três turnos, com Ensino Médio Regular, diurno e noturno e Educação de Jovens e Adultos no turno noturno. Possui 10 salas de aula.

A Unidade Escolar não possuía computadores na Sala de Informática para os estudantes no ano de realização da pesquisa, sendo que esta funcionava como depósito de livros. Nesse contexto, os alunos selecionados usaram os próprios dados móveis de seus celulares e a professora pesquisadora disponibilizou quatro *notebooks*, o que possibilitou a exploração dos objetos de aprendizagem de forma *offline*.

Das três turmas do 1º ano do Ensino Médio, foi selecionada uma, por ter apenas um aparelho retroprojetor funcionando. O critério de seleção foi voluntário. Deste modo, participaram 13 alunos: 1 aluna tinha 14 anos, 5 alunos tinham 15 anos e 7 alunos tinham 16 anos na data da pesquisa. Em geral, alguns alunos não possuíam acesso à internet em casa e não conseguiram acompanhar as aulas *online* no período da pandemia. Sendo assim, a Sequência Didática foi aplicada em toda a turma selecionada do ensino regular, para a composição da nota bimestral, mas a participação na pesquisa foi de caráter voluntário.

## 5.2 DO PROCEDIMENTO PARA A COLETA DE DADOS

Estavam previstos a ser realizados, realizados 06 (seis) encontros de 45 minutos cada, dentro do horário das aulas, na escola. Assim, também foram enviados os objetos de aprendizagem para o Google Sala de Aula, para que os alunos acessassem e interagissem com eles. Nesse sentido, os estudantes foram observados pelo pesquisador, de forma presencial, em sala de aula, desenvolvendo as atividades nos celulares e/ou smartphones. Os alunos que não possuíam celular ou *internet* usaram material impresso para os estudos e para a coleta de dados. Em momentos oportunos, a pesquisadora disponibilizou os quatro *notebooks*. As aulas foram filmadas com o objetivo de captar momentos que escapassem da observação *in loco* do pesquisador. Por conseguinte, tão logo as análises foram realizadas as filmagens foram descartadas. As observações também foram registradas em um diário para análise *a posteriori*.

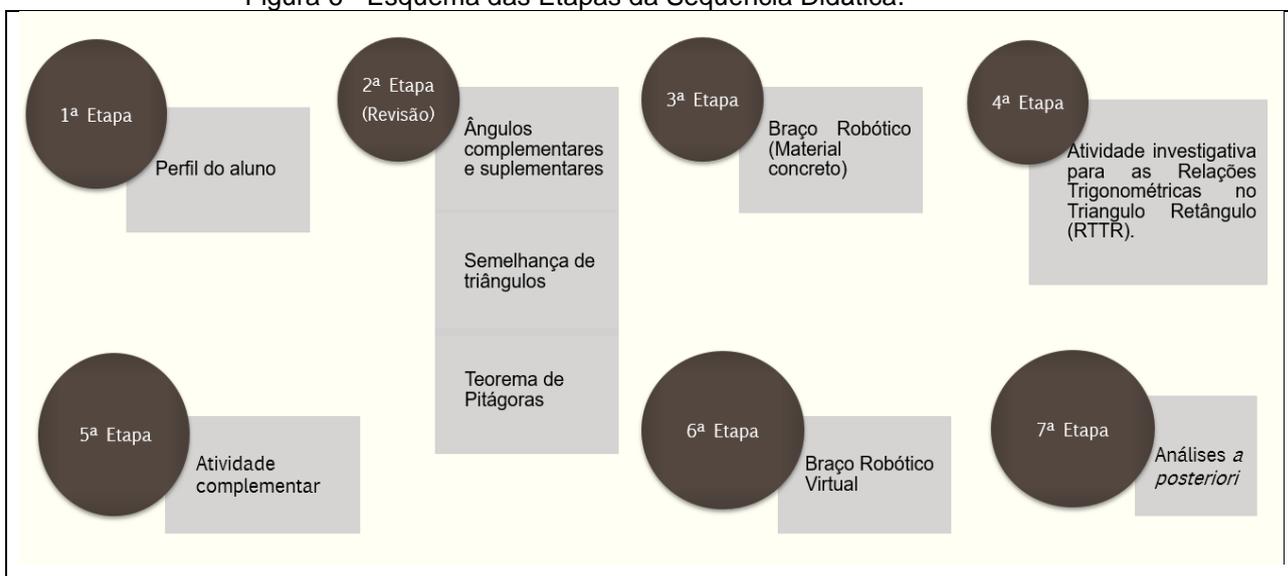
## 5.3 FASES DA PESQUISA

No primeiro momento da fase metodológica, foi realizada a revisão de bibliografia; logo após foram investigados, explorados e selecionados os recursos tecnológicos para integrar o *Google Sala de Aula*, para que os alunos pudessem manipular, em seus celulares ou *smartphones*, os OA. Em seguida, houve o desenvolvimento e a implementação das atividades da Sequência Didática (SD) para as análises da pesquisa e a elaboração do material concreto, com o intuito de validar conceitos matemáticos. Nesse propósito, seguem, em síntese, as fases que foram trabalhadas:

- Revisão de bibliografia, com pesquisas no catálogo de teses e dissertações da CAPES, em busca de trabalhos com temas semelhantes;
- Escolha e organização de recursos tecnológicos e atividades com abordagens STEM com aplicações em situações-problemas que estão relacionados com o conteúdo das RTTR: seno, cosseno e tangente;
- Elaborar uma Sequência Didática com a utilização das TD e que possuam atividades com abordagens STEM, sobre o conteúdo Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo para a integração no Google Sala de Aula, em que conste uma revisão sobre Trigonometria básica, para

verificar os conhecimentos prévios dos alunos. A Figura 6 apresenta o Esquema das Etapas da Sequência Didática.

Figura 6 - Esquema das Etapas da Sequência Didática.



Fonte – A pesquisa.

- Desenvolvimento de material concreto para que os alunos se sintam motivados em relação à atividade;
- Observação dos estudantes, através de filmagens e anotações em diário;
- Validação da pesquisa nos questionários impressos e nos formulários do Google Sala de Aula, em que se analisa se houve interesse nas atividades e se o interesse foi consequência das atividades com o uso das TD em abordagem STEM.

A pesquisa foi enviada para apreciação do Comitê de Ética da Plataforma Brasil e aprovada dia 28/10/2021, sob Parecer nº 5.069.899.

## 6 SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SUA APLICAÇÃO

Neste capítulo, apresenta-se a sequência de atividades para além do livro didático, que podem proporcionar por meio de atividades interativas a construção de conceitos das RTTR, com tecnologias em abordagem STEM, com o intuito de fomentar o interesse por alguma das áreas das Exatas.

O livro didático, por vezes, é o único suporte para o professor de escola pública. Conforme Lima e Borba (2022, p. 165) “É importante ressaltar que os conteúdos presentes nos livros didáticos estão pautados nas orientações curriculares oficiais”. Nesse sentido, uma etapa importante são as análises dos manuscritos para que os livros selecionados sejam disponibilizados para a escolha dos professores. Assim

as escolas públicas têm autonomia para escolher duas opções de coleções de editoras diferentes, indicando a ordem de prioridade ou se não deseja receber livros diferentes da primeira opção. O FNDE recomenda que a escolha dessas coleções ocorra a partir de uma reflexão coletiva entre os professores e com base no guia do livro didático, além de consulta direta aos exemplares do professor disponibilizados pelas editoras. (SCHIVANI *et al*, 2020, p.06).

Segundo Schivani *et al* (2020, p. 02): “apesar de todo o desenvolvimento e acesso às tecnologias digitais que temos hoje em diferentes segmentos da sociedade, o livro didático continua em destaque na Educação Básica”. Os livros didáticos ainda têm formato impresso e são produtos culturais, logo, é preferível que estes ainda devam dialogar com a realidade contemporânea do aluno e atender a influência das novas tecnologias, visto que as TD estão inseridas na cultura digital da atualidade e podem interferir de forma positiva no processo de ensino e de aprendizagem. Entende-se, nesse sentido, que as práticas na Educação Matemática variam no decorrer do tempo e precisam estar de acordo com as demandas educacionais da contemporaneidade.

Em relação à escolha das duas opções de coleções de editoras diferentes da escola, em que ocorreu a pesquisa, as mais votadas pelos professores de Matemática em 2021, para o triênio, 2022,2023 e 2024, para o 1º ano do Ensino Médio foram: 1ª colocada - A coleção Ser Protagonista – Matemática e suas Tecnologias, de Smole (2020), e a 2ª colocada - A coleção Conexões – Matemática e suas Tecnologias, de Leonardo (2020). A Figura 7 apresenta a captura de tela do comprovante “Relatório de Escolas participantes

da escolha de livros”, que foi extraído do site do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) do site do MEC (Ministério da Educação).

Figura 7 - Captura de tela do comprovante do “Relatório de Escolas participantes da escolha de livros” da escola da pesquisa.

Matemática e suas Tecnologias	0180P21202 - SER PROTAGONISTA MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS	EDICOES SM LTDA.	0193P21202 - CONEXÕES MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS	EDITORA MODERNA LTDA	E.M. 1º Ano: - Vol. 1 - Vol. 2 E.M. 2º Ano: - Vol. 3 - Vol. 4 E.M. 3º Ano: - Vol. 5 - Vol. 6	E.M. 1º Ano: - Vol. 1 - Vol. 2 E.M. 2º Ano: - Vol. 3 - Vol. 4 E.M. 3º Ano: - Vol. 5 - Vol. 6
Ciências da Natureza e suas Tecnologias	0221P21203 - MULTIVERSOS - CIÊNCIAS DA NATUREZA	EDITORA FTD S A	0201P21203 - SER PROTAGONISTA CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS	EDICOES SM LTDA.	E.M. 1º Ano: - Vol. 1 - Vol. 2 E.M. 2º Ano: - Vol. 3 - Vol. 4 E.M. 3º Ano: - Vol. 5 - Vol. 6	E.M. 1º Ano: - Vol. 1 - Vol. 2 E.M. 2º Ano: - Vol. 3 - Vol. 4 E.M. 3º Ano: - Vol. 5 - Vol. 6
					E.M. 1º Ano: - Vol. 1 - Vol. 2	E.M. 1º Ano: - Vol. 1 - Vol. 2

Fonte: Site MEC, 2022.

Coleção 01 (mais votada): a coleção Ser Protagonista – Matemática e suas Tecnologias (2020) é composta de 6 (seis) livros, assim distribuídos: 1) *Números e Álgebra*; 2) *Álgebra e Educação Financeira*; 3) *Grandezas e Medidas e Trigonometria*; 4) *Geometria Plana e Espacial*; 5) *Estatística e Probabilidade* e 6) *Pensamento Computacional e Fluxogramas*. Em particular, a subdivisão da trigonometria faz parte do livro *Grandezas e Medidas e Trigonometria*, e é apresentada na Figura 8, a seguir:

Figura 8 - Conteúdos do livro *Grandezas e Medidas e Trigonometria* da coleção 01

Unidade 1 – Grandezas e áreas:	Capítulo 1: Grandezas e Medidas.
	Capítulo 2: Áreas de figuras planas.
Unidade 2 - Trigonometria no triângulo:	Capítulo 3 – Relações trigonométricas no triângulo retângulo.
	Capítulo 4: Relações trigonométricas em um triângulo qualquer.
Unidade 3 - Trigonometria: arcos e funções	Capítulo 5: Arcos de circunferência e ciclo trigonométrico.
	Capítulo 6: Funções trigonométricas.

Fonte: Coleção Ser Protagonista (SMOLE, 2020).

Então, conforme a Figura 8, em relação à unidade 2 - Trigonometria no triângulo e capítulo 3, sobre as Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo a subdivisão do conteúdo das Relações Trigonométricas no Triângulo

Retângulo, é apresentado conforme a Figura 9, uma Subdivisão do Conteúdo das RTTR do livro *Grandezas e Medidas e Trigonometria* da coleção 01”, a seguir:

Figura 9 - Subdivisão do Conteúdo das RTTR do livro *Grandezas e Medidas e Trigonometria*  
Fonte: Coleção Ser Protagonista (SMOLE, 2020).

O referido livro, o capítulo 3 inicia-se com um pequeno relato histórico sobre algumas aplicações da trigonometria. O primeiro Tópico é sobre o Teorema de Tales e traz problemas e exercícios resolvidos. Após estes, são apresentados problemas e exercícios propostos. No segundo tópico, sobre as Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo, de início, há uma pequena contextualização sobre as relações de lados e suas medidas, bem como são apresentados exemplos das relações entre as medidas dos lados dos catetos com as da hipotenusa, culminando na conceitualização de seno, cosseno e tangente, seguida de exemplos.

O terceiro tópico é cálculo de seno, cosseno e tangente de ângulos agudos especiais. Segue com demonstrações de cálculos sobre seno, cosseno e tangente de  $30^\circ$  e de  $60^\circ$  e logo após, sobre seno, cosseno e tangente de  $45^\circ$ .

Capítulo 3 – Relações trigonométricas no triângulo retângulo.	Teorema de Tales
	Relações trigonométricas no triângulo retângulo.
	Cálculo de seno, cosseno e tangente de ângulos agudos especiais. Seno, cosseno e tangente de $30^\circ$ e de $60^\circ$ . Seno, cosseno e tangente de $45^\circ$ .
	Construindo a tabela trigonométrica.
	Relações entre seno, cosseno e tangente.

Então, tal tópico é finalizado com problemas e exercícios resolvidos e propostos. O quarto tópico apresenta como construir uma tabela trigonométrica, com auxílio de um transferidor e traz exemplos utilizando tecnologia. Então, por fim, o quinto tópico, Relações entre seno, cosseno e tangente, que menciona através das relações existentes no mesmo triângulo retângulo encontramos outras relações trigonométricas derivadas. Desse modo, segue-se com o mesmo esquema depois da apresentação do conteúdo de cada tópico: com problemas e exercícios resolvidos e propostos.

Coleção 02 (2ª mais votada): A coleção *Conexões – Matemática e suas Tecnologias* (2020) é composta de 6 (seis) livros, assim distribuídos seus

volumes: 1) *Grandezas, álgebra e algoritmos*; 2) *Funções e aplicações*; 3) *Estatística e probabilidade*; 4) *Trigonometria*; 5) *Geometria plana e espacial* e 6) *Matrizes e geometria analítica*. Em particular, as Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo fazem parte do volume 4, *Trigonometria*, então, a Figura 10 apresenta os conteúdos do volume Trigonometria da coleção 02, seguir:

Figura 10 - Conteúdos do volume Trigonometria da coleção 02.

Capítulo 1 – Semelhança de Triângulos	1. Proporcionalidade entre segmentos.
	2. Semelhança.
	3. Relações métricas no triângulo retângulo.
Capítulo 2 - Trigonometria no triângulo retângulo	1. Razões trigonométricas.
	2. Seno, cosseno e tangente dos ângulos notáveis.
	3. Uso da calculadora e da tabela trigonométrica.
Capítulo 3 – Ciclo trigonométrico e trigonometria em um triângulo qualquer	1. Arcos de uma circunferência.
	2. Ciclo trigonométrico.
	3. Seno, cosseno e tangente
	4. Trigonometria em um triângulo qualquer.
Capítulo 4 - Funções trigonométricas	1. Funções periódicas.
	2. Ciclo trigonométrico.
	3. A função seno.
	4. A função cosseno.
	5. A função tangente.
	6. Equações trigonométricas.
	7. Construção de gráficos.

Fonte: Coleção Conexões (LEONARDO, 2020)

Em relação à apresentação do conteúdo das RTTR, a Figura 11 apresenta o conteúdo da RTTR do livro *Trigonometria* da coleção 2, a seguir:

Figura 11 - Subdivisão do Conteúdo das RTTR do livro Trigonometria da coleção 02.

Capítulo 2 - Trigonometria no triângulo retângulo	
1. Razões trigonométricas	1.1. Explorando razões em um triângulo retângulo usando o computador.
	1.2. Seno, cosseno e tangente de um ângulo.
	1.3. Relações entre seno, cosseno e tangente de ângulos agudos.
2. Seno, cosseno e tangente dos ângulos notáveis	
3. Uso da calculadora e da tabela trigonométrica	3.1. Tabela de razões trigonométricas
Exercícios complementares	
Autoavaliação	

Fonte: Coleção Conexões (LEONARDO, 2020).

Em 1.1 da seção 1. “Razões Trigonômétricas”, conforme Figura 11, “Explorando razões em um triângulo retângulo usando o computador”, há a construção e a demonstração passo a passo, através de figuras de tela de um Software de Geometria Dinâmica das RTTR, mas os demais conteúdos desse capítulo seguem basicamente a mesma sistemática, com demonstrações e exercícios resolvidos e, logo em seguida, finaliza com exercícios propostos, exercícios complementares e uma autoavaliação.

Entretanto, em diversas circunstâncias, na atual era digital, o docente pode observar o desinteresse dos alunos em relação ao livro didático. Deste modo, o que basicamente acontece é que eles recorrem aos livros quando são obrigados. Além disso, as obras didáticas possuem metodologias diretas com perguntas e respostas e possuem poucos desafios problemas interessantes para os estudantes, e, muitas vezes, não têm conseguido colocar os alunos como protagonistas de seu próprio processo de aprendizagem. Em contrapartida, é preferível que os livros didáticos sejam utilizados com o auxílio de alguma complementação didática para questionamentos e inferências daí adjacentes. Nesse contexto, as TD, em situações práticas, podem contribuir ao potencializar o aprendizado de conteúdos por meio de atividades interativas.

Apesar de em boa parte das escolas públicas os livros didáticos serem os únicos materiais disponíveis para a aprendizagem, é possível complementá-los, com atividades com suporte nas TD de acordo com a organização e planejamento do professor.

Em tempo, a trigonometria começa a ser trabalhada no 9º do Ensino Fundamental II e perpassa pelo Ensino Médio. Desse modo, é importante verificar se as obras escolhidas atendem ao Ensino Integrado, a fim de analisar e planejar de que forma as TD podem auxiliar o trabalho docente e como os estudantes podem ser beneficiados. Em vista disso,

[...] relutar contra a tendência tradicional de ensino, o ensino de Trigonometria ainda é baseado na abstração, em manipulação algébrica, deixando de lado o sentido e a visualização geométrica, prejudicando assim a aprendizagem dos alunos. Daí vem a importância da realização de pesquisas sobre o ensino e aprendizagem de trigonometria para servirem de subsídio para os professores. (SILVA e ROCHA, 2020, p.02).

Nesse sentido, definiu-se como proposta para o desenvolvimento da SD na abordagem STEM as atividades com trigonometria com auxílio das TD. A

atividade principal foi a manipulação de braços robóticos virtuais desenvolvido no SGDG , sendo necessários os conhecimentos das RTTR que, dentro, do contexto de robótica, estão diretamente vinculados às áreas de Exatas do STEM.

As atividades estavam disponíveis para os alunos no AVA do Google Sala de Aula, para observar se as atividades colaboravam na aceitação da disciplina das exatas. Dessa forma, implementou-se atividades com conexão com conceitos matemáticos da Trigonometria, com o objetivo de oportunizar momentos diferentes para o aluno pensar.

A pesquisa foi organizada em seis etapas, com as atividades com a robótica apresentadas na sexta etapa, com o intuito de despertar o interesse para as atividades posteriores com os braços robóticos virtuais desenvolvidos no SGDG. Assim, foi realizada a apresentação do braço robótico real e, logo após, foram efetuadas as revisões de trigonometria. Como proposta, foram previstos 06 (seis) encontros de 45 minutos cada, dentro do horário das aulas, na escola, por considerar que o conteúdo a ser aplicado na pesquisa faz parte também do currículo escolar, os quais foram elaborados para validar as hipóteses da pesquisa. Para compreensão da sistematização da SD apresenta-se na Figura 12 as etapas previstas.

Figura 12 - Etapas da Sequência Didática.

1ª Etapa: Perfil do aluno	
Objetivo	Traçar o perfil do aluno com o propósito de verificar o grau de interesse deste pelas áreas relacionadas ao STEM, ou seja, a fim de identificar se há preferência pelas disciplinas de exatas e averiguar as percepções dos alunos em relação a essas áreas, para que, ao final da pesquisa, fossem confrontadas as análises <i>a priori</i> e <i>posteriori</i> , para inferir se houve mudanças no interesse e na preferência dos alunos.
Instrumento	Por meio de uma Avaliação diagnóstica. Assim, foram desenvolvidas questões para os alunos do 1º ano do Ensino Médio, através de um questionário estruturado desenvolvido em formulário eletrônico sob o título “Perfil do aluno”, que ficou disponível no Google Sala de Aula da turma, para que cada aluno pudesse responder.
2ª Etapa: Revisão – (1ª parte): Soma dos ângulos internos, ângulos complementares e suplementares; (2ª parte): Teorema de Pitágoras e (3ª parte): e Semelhança de triângulos.	
Objetivo	Identificar pontos de fragilidade no conhecimento relativo a triângulos e a possibilidade de retomada e/ou recuperação dos conceitos e conteúdos anteriores básicos para o estudo das RTTR. Assim, pretendeu-se mobilizar conhecimentos prévios e retomar conceitos anteriores. Ressalta-se a importância de conceitos básicos da Trigonometria para o desenvolvimento das atividades com os braços robóticos virtuais, visto que o funcionamento depende de tais conhecimentos.
Instrumento	Para a 1ª parte da Revisão, foram utilizados Vídeos da Plataforma <i>Khan Academy</i> . Então, para a segunda e terceira partes, houve revisões através

	de dois OA (01 e 02) desenvolvidos no SGD do PPGEICIM. Tais instâncias foram implementados no AVA do Google Sala de Aula para que os alunos estudassem em casa conforme orientação do professor e posterior desenvolvimento e fechamento dos estudos em sala de aula, no modelo da Sala de Aula Invertida (SAI).
Habilidades	EF09MA12 - Reconhecer as condições necessárias e suficientes para que dois triângulos sejam semelhantes; EF09MA13 – Demonstrar relações métricas do triângulo retângulo, entre elas o teorema de Pitágoras, utilizando, inclusive, a semelhança de triângulos; EF06MA23 - Reconhecer a abertura do ângulo como grandeza associada às figuras geométricas; EF06MA25 - Determinar medidas da abertura de ângulos, por meio de transferidor e/ou tecnologias digitais;
Procedimentos Metodológicos	Acessar a plataforma <i>Khan Academy</i> assistir o vídeo; Aula expositiva realizar as atividades: i) Revisão sobre ângulos complementares; ii) Introdução à semelhança de triângulos; iii) postulados/critérios da semelhança de triângulos e interagir com o objeto de aprendizagem (OA 01) e iv) Teorema de Pitágoras e interagir com objeto de aprendizagem (OA 02).
Avaliação	Avaliação Integradora com a resolução de Atividades Avaliativas no decorrer do conteúdo ministrado.
Recuperação	Solicitar a resolução de Atividades Complementares referentes ao assunto ministrado.
<b>3ª Etapa: Material concreto (Braço Robótico).</b>	
Objetivo	Despertar o interesse em relação às atividades com os braços virtuais desenvolvidos no SGD do PPGEICIM, visto que o contexto de realidade pode oferecer significado à aprendizagem. Assim, buscou-se desenvolver a atividade inicia com a apresentação do braço robótico que traz a necessidade dos conhecimentos matemáticos para o controle adequado do mesmo.
Instrumento	Apresenta-se, aos alunos, o braço robótico real, bem como os comandos e as principais funcionalidades para interagirem, ao tentar realizar alguns movimentos por exploração.
Material	Dois Kit Braço Robótico 1 em MDF e 1 em Acrílico, 2 Uno R3 + Cabo USB para Arduino, 2 Protoboard 400 pontos, 4 Jumper (macho/macho) 20 unidades de 20 cm, 8 micros Servos, 2 Sensor Shield V5.0 para Arduino, 2 Fonte 5V 1A Bivolt, 8 Servos 9g SG90 Tower Pro – 180°.
<b>4ª Etapa: atividade investigativa para as RTTR (Seno, Cosseno e Tangente).</b>	
Objetivo	Construir conceitos de Seno, Cosseno e Tangente através dos procedimentais.
Instrumento	Nesta etapa, utiliza-se o objeto de aprendizagem de Semelhança de triângulos (OA 01) para o estudo das RTTR.
Habilidades	(EM13MAT308) Resolver e elaborar problemas em variados contextos, envolvendo triângulos nos quais se aplicam as relações métricas ou as noções de congruência e semelhança. (EM13MAT512) Investigar propriedades de figuras geométricas, questionando suas conjecturas por meio da busca de contraexemplos, para refutá-las ou reconhecer a necessidade de sua demonstração para validação, como os teoremas relativos aos quadriláteros e triângulos.
Hipóteses para a atividade	l) tomar como referência diferentes ângulos, que são congruentes nos três triângulos, um de cada vez e proceder com as divisões no OA 01: a) dos catetos opostos pela hipotenusa; b) dos catetos adjacentes pela hipotenusa; c) dos catetos opostos pelo cateto adjacente.

	<p>II) perceber que, por serem semelhantes, essas divisões vão resultar sempre no mesmo valor, ou seja, em uma constante <math>k</math> qualquer;</p> <p>III) observar que no Triângulo de raio 1: o que vale para um triângulo vale para os outros 2 também;</p> <p>IV) enxergar que, por causa da semelhança entre eles, podemos colocar os triângulos sobrepostos ao iniciar a animação.</p>
5ª Etapa – Atividade Complementar	
Objetivo	Recuperar a defasagem de aprendizagem para os alunos que ainda possuísem algum grau de dificuldade no contexto do assunto. É preferível que se realize uma Avaliação reguladora e formativa, como uma atividade complementar, para acompanhamento do processo de ensino, ou seja, se faz necessário verificar se houve a efetiva aprendizagem do aluno, em que, se houver a constatação de que o estudante não aprendeu, é necessário voltar a aplicar o conteúdo de outra forma.
Instrumento	Por meio de um formulário eletrônico que ficou disponível no <i>Google Sala de Aula</i> da turma e de forma impressa para que cada aluno pudesse respondê-lo.
6ª Etapa: Braço Robótico Virtual, desenvolvido no SGD, (Simulador Virtual).	
Objetivo	Discutir utilizando-se dos conhecimentos prévios e resolver a problemática do funcionamento do robô.
Instrumento	Uso do braço robótico virtual como situação-problema, de maneira que os estudantes utilizem os conhecimentos das RTTR em um contexto que traz significado ao conteúdo estudado.
7ª Etapa: Análises <i>a posteriori</i>	
Objetivo	Investigar as percepções dos alunos em relação às atividades após o término da SD. O intuito é verificar se houve grau de interesse do estudante nas áreas STEM ao término das atividades.
Instrumento	Por meio de um formulário eletrônico disponível no <i>Google Sala de Aula</i> da turma e de forma impressa para que cada aluno pudesse respondê-lo.

Fonte: a pesquisa.

Nesse sentido, o modo sistêmico do *Design* Instrucional auxiliou para que o processo de ensino e de aprendizagem ocorresse de forma dinâmica e objetiva para o estudo, proporcionando corrigir eventuais falhas. Assim, optou-se por fazer atividades nas quais os alunos primeiro pudessem ter contato com os conteúdos na perspectiva da Metodologia Ativa da Sala de aula Invertida (SAI), em que, na primeira parte foi feita a revisão sobre ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice, foram enviados materiais da Plataforma *Khan Academy* com vídeos e atividades sobre trigonometria para o *Google Sala de Aula*. A expectativa inicial não se efetivou e, dessa forma a Revisão se tornou aula, sendo mudada para o formato presencial. A Figura 13 apresenta a Organização das atividades para a SD .

Figura 13 - Organização das atividades.

1ºAno do Ensino Médio		
Eixo/Unidade Temática: Geometria e Medidas		
A p r e n d i z a g e m	Conceituais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ângulos complementares, suplementares e Opostos pelo Vértice</li> <li>- Semelhança de Triângulos;</li> <li>- Teorema de Pitágoras</li> <li>- Identificação das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo</li> </ul>
	Procedimentais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exploração na Plataforma <i>Khan Academy</i> para a revisão de Ângulos complementares suplementares e opostos pelo vértice.</li> <li>- Compreensão e utilização de fórmulas matemáticas</li> <li>-Utilização do aplicativo GeoGebra para a construção de conceitos matemáticos através de manipulações e visualizações.</li> </ul>
	Atitudinais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cooperação em grupo e saber lidar com opiniões contrárias e empatia.</li> <li>- Participação, motivação, engajamento e interação.</li> <li>- Observação de regras</li> </ul>
Avaliação	Avaliação Integradora	- Avaliação todo o processo e o progresso com atividades específicas.

Fonte: a pesquisa.

Entende-se que a maneira como as atividades se articulam pode determinar a especificidade de uma SD, visto que algumas formas de ensinar tendem a ser mais conceituais, outras mais procedimentais e outras mais atitudinais.

A seguir são apresentadas as análises das etapas da SD implementadas na pesquisa para à consecução dos objetivos propostos com o intuito de responder à pergunta que norteia o estudo e validar as hipóteses previstas.

## 6.1 ANÁLISE DOS DADOS

No primeiro dia, a professora pesquisadora explicou aos alunos sobre a pesquisa, acerca dos objetivos, bem como sobre os procedimentos que seriam realizados com a turma, esclarecendo as dúvidas do referido estudo. Logo após, ela leu, explicou e distribuiu para os alunos o Termo de Consentimento de Livre Esclarecido (TECLE) e o Termo de Assentimento de Livre Esclarecido (TALE) para a assinatura dos pais e/ou responsáveis e para os alunos que tivessem interesse em participar da pesquisa.

Para as atividades colaborativas, com o intuito da aprendizagem de conteúdo das RTTR, procedeu-se com a divisão das equipes, conforme discriminado a seguir, para a execução das tarefas propostas na pesquisa: em um total de 39 alunos, que correspondeu a 13 grupos de 3 alunos, para as atividades em equipe, dos quais 13 alunos com o Termo de Consentimento de Livre Esclarecido (TECLE) e o Termo de Assentimento de Livre Esclarecido (TALE) devidamente assinado, entre os motivos da não assinatura dos termos, estão o esquecimento e o não comprometimento em participar da pesquisa por parte dos alunos.

Em tempo, o Aluno B1 estava com os documentos devidamente assinados, mas permaneceu afastado por meio de atestado médico das atividades escolares, durante a aplicação da pesquisa. Ressaltando ainda, que todos os alunos da turma realizaram as atividades para a obtenção da nota bimestral, mas somente 13 participaram da pesquisa. Deste modo:

Equipe A: Aluno A1, Aluno A2 e Aluno A3;

Equipe B: Aluno B1, Aluno B2 e Aluno B3;

Equipe C: Aluno C1, Aluno C2 e Aluno C3;

Equipe D: Aluno D1, Aluno D2 e Aluno D3;

Equipe E: Aluno E1, Aluno E2 e Aluno E3;

Equipe F: Aluno F1, Aluno F2 e Aluno F3;

Equipe G: Aluno G1, Aluno G2 e Aluno G3;

Equipe H: Aluno H1, Aluno H2 e Aluno H3;

Equipe I: Aluno I1, Aluno I2 e Aluno I3;

Equipe J: Aluno J1, Aluno J2 e Aluno J3;

Equipe K: Aluno K1, Aluno K2 e Aluno K3;

Equipe L: Aluno L1, Aluno L2 e Aluno L3;

Equipe M: Aluno M1, Aluno M2 e Aluno M3.

Neste cenário, foram analisados os alunos que estavam com os termos assinados, ou seja, os alunos: Aluno A1, Aluno A2, Aluno A3, Aluno D3, Aluno E2, Aluno E3, Aluno F1, Aluno F3, Aluno G2, Aluno G3, Aluno H2, Aluno K1, Aluno K3.

Assim, a implementação da SD que ocorreu no Ambiente Virtual de Aprendizagem do Google Sala de Aula e seguiu o modelo ADDIE: *analysis, design, development, implementation e evaluation*, ou seja: Análise, Design,

Desenvolvimento, Implementação e avaliação. Vale ressaltar, que a SD estava estruturada desde o início da pesquisa, mas no decorrer do processo, sofreu algumas modificações para se adequar à realidade dos alunos. A Figura 14 mostra a captura de tela do Google Sala de Aula.

Figura 14 - Captura de tela do AVA no Google Sala de Aula.



Fonte: a pesquisa.

Para Filatro (2008), os ambientes virtuais de aprendizagem também vêm incorporando funcionalidades de planejamento e edição de unidades de aprendizagem. Para Berlanda (2017), a educação matemática tende a enriquecer ao aliar-se aos ambientes informatizados, pois estes oferecem possibilidades de experiências inovadoras, investigativas e criativas. Além disso, a aprendizagem não é estática, ela é dinâmica e pode haver alterações, no caso da pesquisa, houve a necessidade de se reagendar atividades reprogramadas algumas vezes.

### 6.1.1 Primeira etapa – Perfil do aluno

Identificação do perfil do aluno por meio de um questionário, desenvolvido em formulário eletrônico postado e disponível no AVA do Google Sala de Aula da turma e impresso para os discentes que não tinham acesso à internet, composto de seis perguntas, como método investigativo para verificar o grau de percepção dos alunos pelas áreas STEM, para que, ao final da pesquisa, fossem confrontadas as análises *a priori* e *a posteriori*, para inferir se houve interesse pelas áreas STEM. Dos 13 alunos, 12 responderam a essa primeira

parte da atividade. A Figura 15 apresenta as perguntas que constavam no questionário do formulário eletrônico do “Perfil do aluno” que foi postado no AVA do Google Sala de Aula

Figura 15 - Questionário do "Perfil do aluno".

Perfil do aluno		
Nome Completo		
Idade		
1) Quais são as disciplinas no Ensino Médio que você mais gosta? Marque três.		
Matemática	Educação Física	Cultura Digital
Física	Língua estrangeira	Educação Financeira, Fiscal e Empreendedora
Química	Sociologia	
Biologia	História	
Língua Portuguesa	Geografia	
2) As disciplinas que você menos gosta são as que você tem mais dificuldades?		
Sim		Não
3) Marque três áreas nas quais você teria interesse em cursar:		
Engenharia da Computação	Administração	Outro: _____
Engenharia Mecânica	Farmácia	
Engenharia Civil	Letras	
Matemática	Vendas	
Física	Marketing	
Medicina	Publicidade e Propaganda	
Biologia	Arquitetura	
Agronomia	Jornalismo	
Direito	Estética e cosmética	
4) O que você vê como mais atraente nas áreas que escolheu?*		
Paga muito bem	Influência da família.	Gosta da área
Outro: _____		
5) O que você acha das áreas das Ciências Exatas? Como Engenharia, Ciência da Computação e Matemática?		
São desafiadoras	Não faz ideia do que seja	Acha que são difíceis
	Ótimos salários	Outro: _____
6) E se você fosse convidado para cursar uma das áreas do item 5 (cinco). Você gostaria?		
Sim		Não

Fonte: a pesquisa.

Na Figura 16, é apresentado o gráfico do resultado da primeira pergunta do questionário sobre as preferências dos alunos.

Figura 16 – gráfico do resultado da primeira pergunta do questionário.



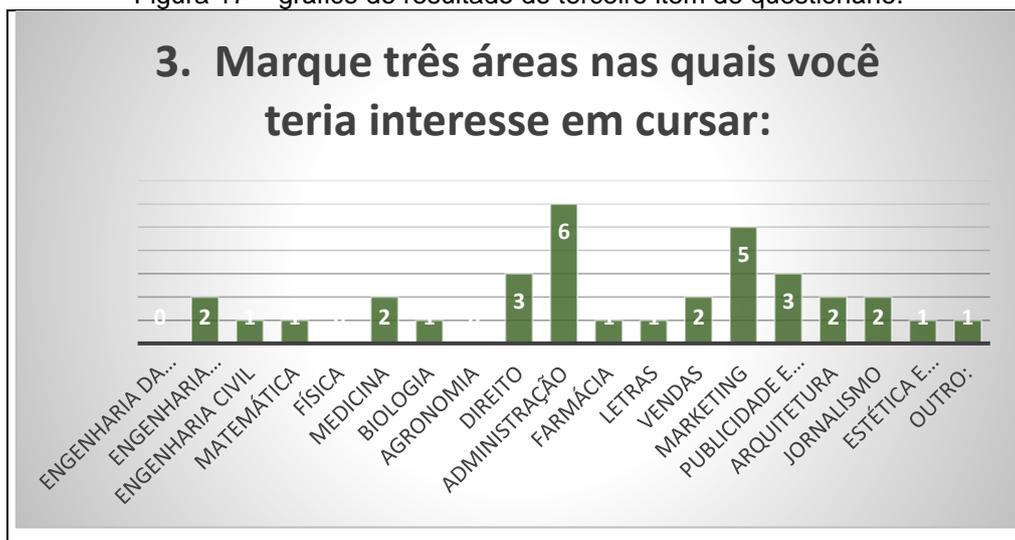
Fonte: a pesquisa.

Conforme a Figura 16, observa-se o interesse maior pelas áreas das humanidades ficando as áreas das Exatas em segunda posição. Neste sentido, Língua Portuguesa obteve 9 votos; Educação Física 7 votos; seguidos de Cultura Digital e Matemática com 6 votos; Educação Financeira, Fiscal e Empreendedora com 5; Química com 4; Língua Estrangeira 3; Sociologia e Biologia com 02 votos; História e Física com 1 voto e Geografia com nenhum voto. Some-se a isso o fato de que, nesse item, os alunos poderiam marcar até 3 disciplinas de sua preferência. Ressalta-se, ainda, que um mesmo professor ministrava as disciplinas de Matemática, de Cultura Digital e de Educação Financeira, Fiscal e Empreendedora, sendo que essas duas últimas disciplinas foram adicionadas ao currículo do Novo Ensino Médio.

Em relação ao resultado da segunda pergunta do questionário “As disciplinas que você menos gosta são as que você tem mais dificuldades?”, ou seja, sobre as dificuldades em relação às disciplinas na escola se percebeu que houve um percentual de respostas equilibrado em que 50% responderam que as disciplinas que menos gosta são as que tem mais dificuldades e 50% responderam que as disciplinas que menos gosta são as que tem mais dificuldades, logo não se identifica uma relação clara sobre as preferências e dificuldades com a disciplina

Na Figura 17 é apresentado o gráfico do resultado do terceiro item do questionário sobre as áreas de interesse que os alunos gostariam de seguir.

Figura 17 - gráfico do resultado do terceiro item do questionário.



Fonte: a pesquisa.

Neste item, averiguou-se se havia o interesse pelas áreas das Ciências Exatas e verificou-se o maior interesse pelas carreiras de Administração, Marketing, Direito e Publicidade, em detrimento das demais áreas e, em particular, das relacionadas com as áreas STEM.

Na quarta pergunta sobre as áreas escolhidas: 9 alunos afirmaram que suas escolhas foram por gostar da área, 4 afirmaram que suas escolhas foram porque paga bem e 1 escolheu por influência da família. Essa pergunta se mostrou pertinente, em vista do fato de que ela reafirma a preferência por áreas diferentes das carreiras STEM.

Já no item 5, quando questionados sobre o que acham das áreas das Ciências Exatas, como Engenharia, Ciência da Computação e Matemática, dos 12 alunos, 9 classificaram como desafiadores; 1 sinalizou que não faz ideia do que seja e acha que são difíceis; 1 aluno que tem ótimo salário e a Aluna F1 marcou “outro” e escreveu “eu acho bem interessante”. Esse item foi relevante, uma vez que, percebeu-se que os estudantes veem essas áreas como um obstáculo a ser vencido.

Com relação à sexta pergunta, 10 alunos marcaram que aceitariam cursar uma das áreas do item 5 se fossem convidados e 2 marcaram “não”, que não iriam cursar se fossem convidados. Essa pergunta se mostrou pertinente à pesquisa, devido ao fato de que se observa que a maioria dos estudantes aceitaria cursar áreas relacionadas ao STEM, mesmo estes tendo assinalado áreas diferentes, conforme a questão 03. Nessa primeira etapa o objetivo foi

analisar o perfil do aluno para identificar se havia preferências por áreas relacionadas a educação STEM. Nesse sentido, foi percebido uma maior inclinação para as áreas das humanas, mas sem descarte das áreas de exatas, o que confirma os dados da OCDE (2017) sobre o desinteresse dos jovens nas carreiras relacionadas ao STEM.

### 6.1.2 Segunda etapa – Revisão

Na segunda parte da SD, constava uma revisão, sendo que, para a aprendizagem das RTTR, seriam necessários os conhecimentos anteriores básicos sobre conteúdos relacionados à trigonometria. Nessa etapa, após as orientações, foi enviado o conteúdo das atividades relacionadas à revisão para o Google Sala de Aula, como metodologia ativa no desenvolvimento da SAI, mas não se obteve o retorno esperado, visto que tal iniciativa teve como objetivo, também, trabalhar a recuperação dos conceitos sobre: Ângulos complementares e suplementares e Teorema de Pitágoras e, ainda, identificar pontos de fragilidade no conhecimento relativo a triângulos, para que, no encontro presencial, se pudesse trabalhar com atividades investigativas e exploratórias.

Sendo assim, foi necessário ao professor pesquisador realizar a mediação, para que os alunos não perdessem o objetivo das atividades e este pudesse conduzir a pesquisa por meio de perguntas norteadoras, para a realização dos cálculos necessários para a construção de conceitos, a fim de levar os estudantes a entenderem a revisão de Teorema de Pitágoras e Semelhança de triângulo, com auxílio dos objetos de aprendizagem 01 e 02 do Programa do PPGECIM, desenvolvidos no SGD para demonstração do conteúdo apresentado, favorecida pelo uso dos OA interativos, em que os alunos puderam, através da manipulação e da visualização, organizar a compreensão dos conceitos matemáticos. A Figura 18 apresenta a captura de tela da 2ª etapa da Revisão.

Figura 18 - Captura de tela da 2ª etapa da Revisão

2ª etapa: Consta uma revisão sobre Semelhança de Triângulos com o objeto de aprendizagem do Programa de Pós-graduação no Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) (📄 ⚙️ 😊 ⚙️). Deste modo, siga as instruções:

\* Para Semelhança de Triângulos: Assista os vídeos (Conceitos básicos de triângulos semelhantes e Postulados de semelhança) e responda o formulário.

	<p><b>Conceitos básicos de triângulo...</b>            Vídeo do YouTube 9 minutos</p>		<p><b>Postulados de semelhança</b>            Vídeo do YouTube 12 minutos</p>
	<p><b>Semelhança de Triângulos.pdf</b>            PDF</p>		<p><b>Relações Trigonométricas – ...</b>  <a href="https://www.geogebra.org/m/xsn8t">https://www.geogebra.org/m/xsn8t</a></p>
	<p><b>Semelhança de Triângulos</b>  <a href="https://docs.google.com/forms/d/ε">https://docs.google.com/forms/d/ε</a></p>		

Fonte: a pesquisa.

### 6.1.2.1 Primeira parte da Revisão: Ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice.

Após as orientações anteriores, em que se havia enviado um *link*, da plataforma *Khan Academy*, que direciona para vídeos no *YouTube*, e também se buscou enviar o conteúdo de estudos para o AVA no Google Sala de Aula, como metodologia ativa da SAI, o que não ocorreu. Foi observado, nesta etapa, o desinteresse e a falta de autonomia dos alunos em estudar na proposta da SAI. Nesse contexto, houve a necessidade de dividir a revisão em 3 partes, por falta de bases sólidas de conhecimento por parte dos alunos, tendo eles reconhecido que tinham dúvidas sobre o assunto seno que alguns não viram o conteúdo da Revisão proposta no período pandêmico da Covid 19. Desse modo, o que era para ser uma revisão *online*, seguindo os pressupostos da SAI, se tornou aula presencial sobre o referido assunto. Corrobora-se, assim, afirmação da UNESCO (2020), sobre os impactos da pandemia na educação, assim como a insuficiência das aulas remotas como alternativa de ensino durante a pandemia. No entanto, verificou-se a importância do conhecimento do nível de preparo dos alunos. Além disso,

[...] a partir de um diagnóstico do nível de preparo prévio dos alunos para acompanhar a matéria, conforme idade e desenvolvimento mental, estabelecem-se padrões de desempenho para a maioria da classe, podendo daí para frente exigir tudo o que se pode esperar deles (LIBÂNEO, 2013, p. 39).

Dessa forma, torna-se importante o docente ter conhecimento do nível do conhecimento prévio dos alunos para o andamento de atividades sequenciadas. Segundo Zabala (1998), o meio mais adequado para nos informar sobre a aprendizagem dos alunos é a observação sistemática, situada no âmbito das atividades propostas. Corrobora-se assim, na perspectiva da avaliação sistemática e contínua da Sequência Didática.

Mais adiante, em um segundo momento da aula, foi solicitado aos alunos que resolvessem, duplas, uma atividade proposta sobre o assunto da primeira parte da revisão. Para Zabala (1998, p.126), uma distribuição em equipe será extremamente apropriada para o trabalho dos conteúdos atitudinais no âmbito das relações interpessoais.

Nesse ínterim, o aprendizado do conteúdo atitudinal cooperativo já se centra nessa etapa, visto que alguns alunos não dispunham, naquele momento, de *internet* e/ou celulares e, assim, ocorreu o compartilhamento dos aparelhos. Tal abordagem está em conformidade com Zabala, (1998), no sentido de que este afirma, que muitos dos valores que se pretendem ensinar se aprendem quando são vividos de maneira natural. Todavia, observou-se que houve dificuldades em resolver a atividade.

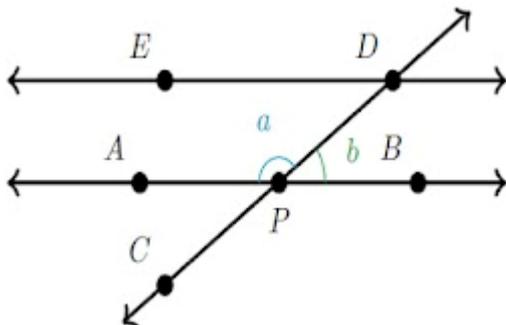
Foi previsto que a Revisão geral abrangeria os conteúdos de ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice; Triângulos Semelhantes e Teorema de Pitágoras, mas, devido às dificuldades dos alunos em resolver as atividades *online* e impressas, que foram propostas, foi necessário dividir a revisão e reagendar separado por assunto. A Figura 19 apresenta a atividade proposta para a revisão sobre Ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice.

Figura 19 - revisão sobre Ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice.

Ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice.

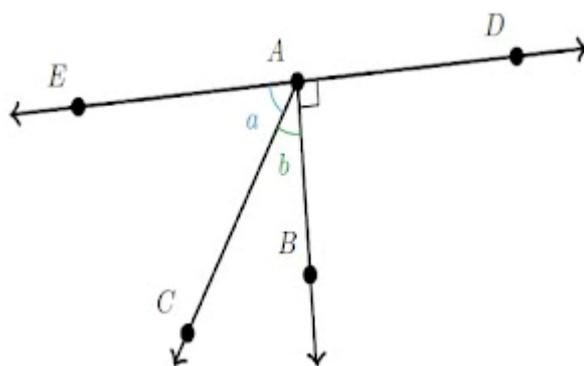
Nome:

1. Qual é a relação entre os ângulos  $a$  e  $b$ ? (Retirada da Plataforma *Khan Academy*)



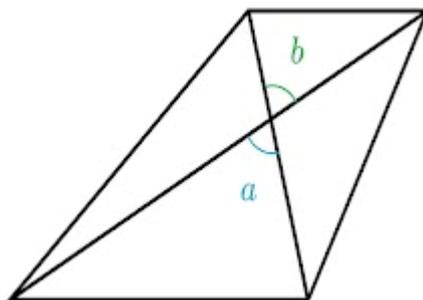
- a) Ângulos opostos pelo vértice    b) Ângulos complementares    c) Ângulos suplementares    d) Nenhuma das anteriores

2. Qual é a relação entre os ângulos  $a$  e  $b$ ? (Retirada da Plataforma *Khan Academy*)



- a) Ângulos opostos pelo vértice    b) Ângulos complementares    c) Ângulos suplementares    d) Nenhuma das anteriores

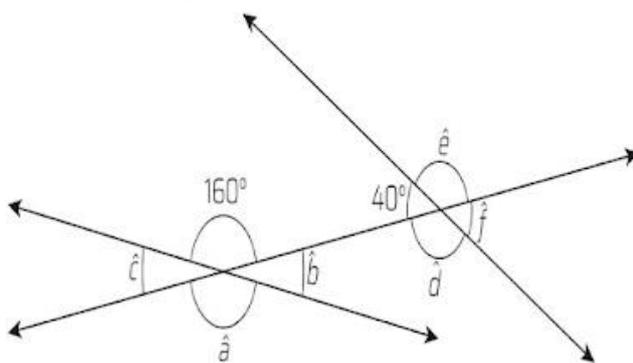
3. Qual é a relação entre os ângulos  $a$  e  $b$ ? (Retirada da Plataforma *Khan Academy*)



- a) Ângulos opostos pelo vértice    b) Ângulos complementares    c) Ângulos suplementares    d) Nenhuma das anteriores

4. Calcule as medidas dos ângulos: (retirado do livro didático “Ser protagonista”, p. 48).

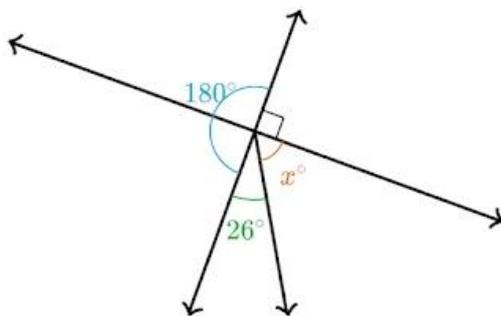
$\hat{a}$ ,  $\hat{b}$ ,  $\hat{c}$ ,  $\hat{d}$ ,  $\hat{e}$  e  $\hat{f}$ .



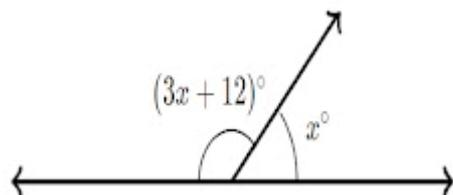
5. Dois ângulos são complementares e um deles mede o dobro do outro. Qual é a medida de cada um desses ângulo? (retirado do livro didático “Ser protagonista”, p. 48).

6. Dois ângulos são suplementares e um deles mede a metade do outro. Quanto mede cada ângulo? (retirado do livro didático “Ser protagonista”, p. 48).

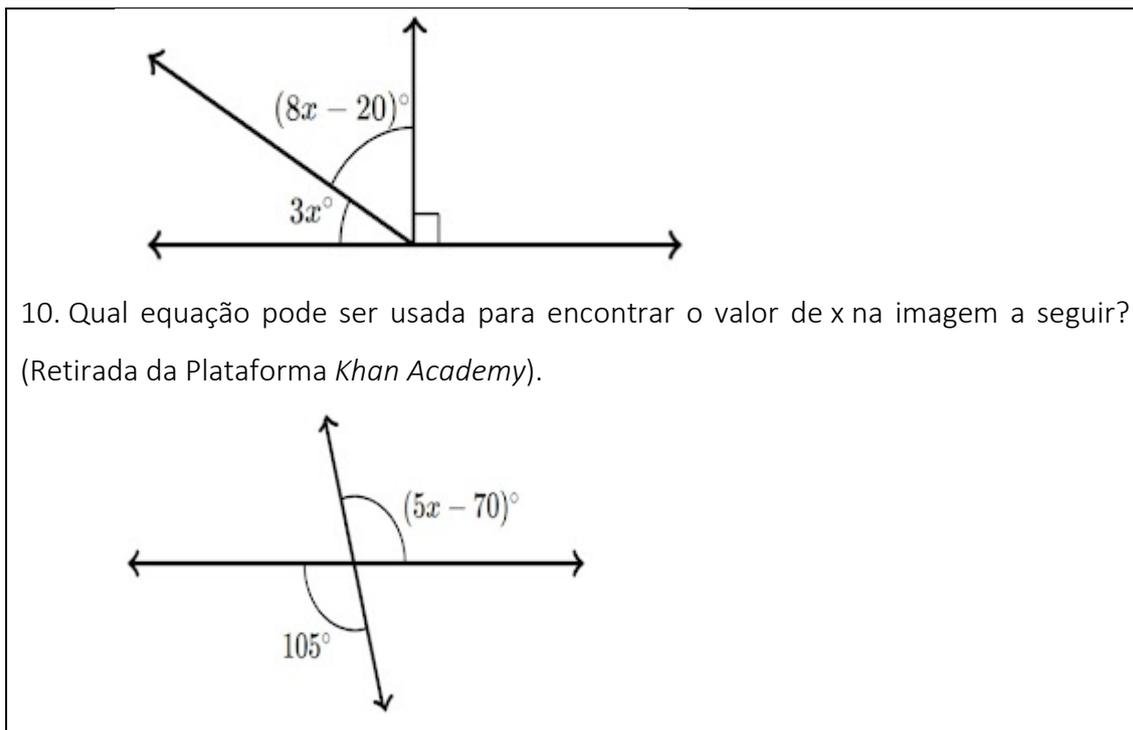
7. Qual o valor de  $x$ ? (Retirada da Plataforma *Khan Academy*)



8. Qual equação pode ser usada para encontrar o valor de  $x$  na imagem a seguir? (Retirada da Plataforma *Khan Academy*).



9. Qual equação pode ser usada para encontrar o valor de  $x$  na imagem a seguir? (Retirada da Plataforma *Khan Academy*).



Fonte: *Khan Academy* e livro didático da coleção “Ser protagonista” (SMOLE,2020).

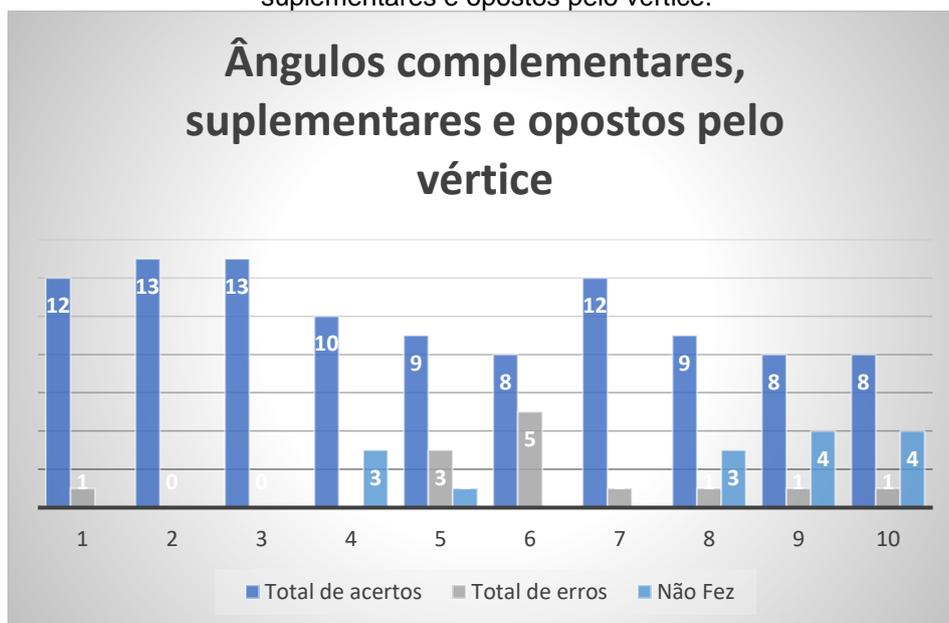
Nesse sentido, a dinâmica da SD no Google Sala de Aula se mostrou prática, visto que há a possibilidade de agendar e reagendar a programação de atividades. Ademais, para Zabala (1998), para que a ação educativa resulte no maior benefício possível, é necessário que as atividades de ensino e de aprendizagem se ajustem ao máximo a uma sequência clara, com uma ordem de atividades que siga um processo gradual.

Em tempo, houve a possibilidade de articulações entre as datas de disponibilidade, conforme a necessidade do professor pesquisador e da atividade. Para Filatro (2008), no aprendizado eletrônico, a qualidade das ações educacionais, em geral, não é assegurada pela única pessoa que tradicionalmente é responsável por essa tarefa no ensino convencional: o educador. Nesse sentido, o modo sistêmico do *Design* Instrucional auxiliou para que o processo de ensino e de aprendizagem ocorresse de forma dinâmica e objetiva para o referido estudo, proporcionando corrigir as eventuais falhas que surgiram.

Na Figura 20 é apresentado o gráfico sobre o resultado da atividade proposta sobre ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice. Verificou-se que os alunos que erraram mais as questões 5 e 6, de acordo com seus relatos, alegaram “falta de atenção”, porque “queriam terminar logo”, haja

vista, que as questões 5 e 6 não traziam imagens/representações, o que pode ter contribuído para o erro, uma possível dificuldade em traduzir a linguagem verbal para numérica. Em tempo, sobre as questões que alguns alunos deixaram de fazer, foi alegado que “se confundiram” na hora de realizar a atividade, mas consideraram as questões fáceis após a correção na aula para sanar as dúvidas.

Figura 20 - Gráfico do resultado da atividade proposta sobre ângulos complementares, suplementares e opostos pelo vértice.



Fonte: a pesquisa.

A aluna A2 comentou que acessou o *link* da plataforma *Khan Academy*, que estava no AVA do Google Sala de Aula, e mencionou que as atividades são “claras e aprendeu ainda um pouco mais” na referida plataforma sobre o assunto.

Segundo Cool *et al* (2000), o que importa é que os alunos possam construir significados e atribuir sentido àquilo que aprendem. Verifica-se nesse aspecto, pela fala da Aluna A2, que, apesar da pouca aceitação, a disponibilidade de alternativas de estudos como vídeos complementaram as aulas presenciais e se mostrou relevante para a aprendizagem. Ademais, concorda-se com Groenwald *et. al.* (2009) quando estes afirmam que a vantagem do uso de uma sequência didática em uma plataforma de ensino é a possibilidade da utilização de diferentes recursos, com padrão superior de qualidade.

Em suma, em função da insuficiência dos conhecimentos necessários para o andamento das atividades da pesquisa, já vislumbrado no planejamento das atividades, a revisão acabou se tornando uma aula sobre os temas, sendo

necessários três encontros para a aprendizagem. Neste aspecto, concorda-se com Zabala (1998) sobre a necessidade de haver um planejamento suficientemente flexível para poder se adaptar às diferentes situações da aula, como também deve levar em conta as contribuições dos alunos desde o princípio.

#### 6.1.2.2 2ª Etapa – 2ª parte da Revisão: Semelhança de Triângulos

Mediante a exploração do OA 01 do PPGECIM, desenvolvidos no SGD, sobre Semelhança de triângulos, os alunos precisariam, por meio da atividade de manipulação e de visualização do OA 01, encontrar a constante de proporcionalidade através das relações entre os lados correspondentes. O intuito da atividade é, portanto, trabalhar com triângulos semelhantes para, posteriormente seguir para as RTTR com o mesmo objeto de aprendizagem, pois, pretende-se que o aluno, primeiro, realize as divisões e verifique que essas relações se mantêm constantes e identifique isso nas várias relações que existem em um triângulo retângulo qualquer, para depois, seguir com as atividades para a conceituação de seno, cosseno e tangente

Além disso, o OA 01 possui dois controles deslizantes azuis nos vértices do triângulo amarelo e dois botões “Trocar ângulo” e “Animar”, azul e verde, respectivamente. Esse Objeto de Aprendizagem tem a possibilidade de mudar os ângulos de referência através da movimentação dos botões deslizantes azuis nos vértices do triângulo de cor amarela e, ao mesmo tempo, tornar os valores dos lados dos outros dois triângulos verde e alaranjado proporcionais. Assim, ao clicar no botão “Animar” os triângulos se “empilham” a partir do ângulo de referência e os lados proporcionais.

Nesse sentido, ao movimentar esses dois botões, é possível a mudança dos valores dos ângulos e do tamanho dos lados dos três triângulos. Ao clicar no botão “Troca ângulo”, por exemplo, há a possibilidade de trocar o ângulo de referência, e, com esse procedimento, há a visualização dos valores dos lados dos três triângulos, que, de qualquer forma são semelhantes, para que os alunos realizem as atividades desse conteúdo procedimental, com o intuito concluir que as três figuras geométricas, são semelhantes.

Assim, ao clicar no botão “Animar” os triângulos se sobrepõem a partir do ângulo de referência e os lados proporcionais. O OA 01, que também faz

parte da 4ª etapa da SD, para fins de construções de conceitos do Seno, Cosseno e Tangente. Nesse sentido, para Coll *et al* (1998) trata-se, afinal, de colocar a ênfase mais sobre os processos que sobre o produto, mais sobre a maneira como as coisas vão sendo feitas pelos alunos que sobre o que é realizado.

Nesta etapa verificou-se os conhecimentos prévios dos alunos sobre os critérios de semelhança de triângulos. O objetivo era eles concluíssem que: os lados correspondentes são proporcionais e que os ângulos internos correspondentes são congruentes. Dessa forma, professor pesquisador mediou o processo para que os alunos procedessem com as divisões entre os lados correspondentes dos triângulos, encontrando a razão de semelhança entre eles. Para direcionar as atividades dos alunos foram feitos questionamentos os quais são apresentados no quadro da Figura 21:

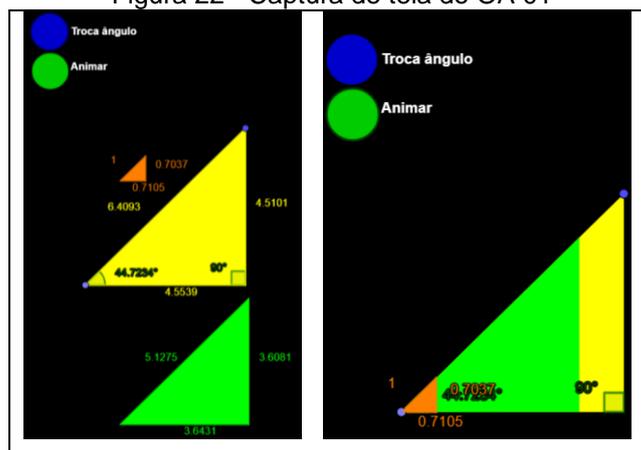
Figura 21 - Questionamentos realizados aos alunos.

- 1) Ao tomarmos como referência um ângulo no triângulo amarelo, deixar fixado e procedermos com as divisões dos lados correspondentes. O que você observa entre: os triângulos verde e amarelo?
- 2) Ao tomarmos como referência um ângulo no triângulo amarelo, deixar fixado e procedermos com as divisões dos lados correspondentes. O que você observa entre: os triângulos alaranjado e amarelo?
- 3) Ao tomarmos como referência um ângulo no triângulo amarelo, deixar fixado e procedermos com as divisões dos lados correspondentes. O que você observa entre: os triângulos alaranjado e verde?
- 4) Faça o mesmo procedimento da questão anterior tomando como referência diferentes ângulos e triângulos. Observando os lados correspondentes. E descreva o que observou.
- 5) Ao manipular o botão para a animação do objeto de aprendizagem, descreva o que você observou e o porquê que você acha que acontece.

Fonte: a pesquisa.

Esperava-se que os alunos determinassem a razão K, identificando que relação é a mesma para os três triângulos quando tomados os lados 2 a 2 entre os triângulos. A Figura 22 apresenta a captura de tela do OA 01.

Figura 22 - Captura de tela do OA 01



Fonte: a pesquisa.

Os alunos realizaram a exploração do OA 01 por meio dos cálculos procedimentais para encontrar a constante de proporcionalidade, em que analisaram e inferiram que os três triângulos eram semelhantes, por terem lados proporcionais e os ângulos congruentes. Então, a partir disso, eles puderam sobrepor esses referidos triângulos usando o botão animar. Segundo Zabala (1998), a elaboração do conhecimento exige o envolvimento pessoal, o tempo e o esforço dos alunos; assim, com ajuda especializada, estímulos e afeto por parte dos professores e dos demais colegas.

Os estudantes utilizaram e compartilharam os próprios celulares e dados móveis para baixar os objetos de aprendizagem (OA 01) do GeoGebra – PPGEICIM. Nessa primeira atividade interativa, eles demonstraram estar motivados com a tarefa, visto que, era a primeira vez que utilizavam esse tipo de recurso em sala de aula na escola. Pela fala dos alunos, destaca-se relevância do uso de objetos de aprendizagem interativos, integrados a atividades exploratórias:

Aluno E3: *“Professora, entendi que eles são semelhantes porque os lados dos três triângulos são proporcionais, a conta dá igual e os ângulos têm a mesma medida”.*

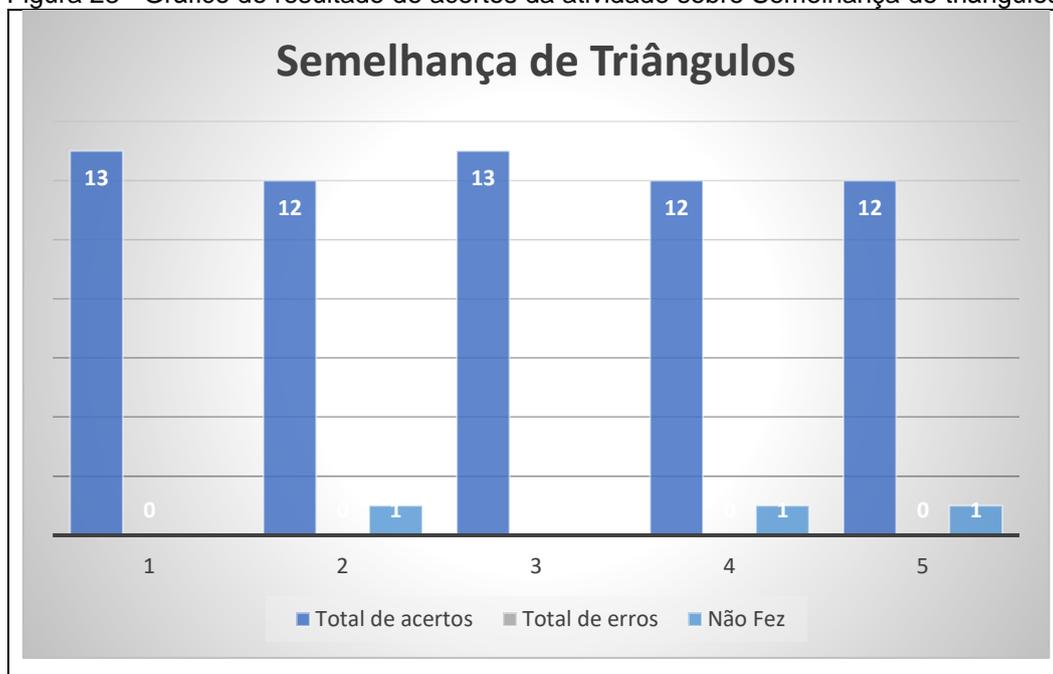
Aluna A1: *“Verdade”.*

Aluna E2: *“Não importa o tamanho dos triângulo”*

Em conformidade com Bairral *et al* (2015) diferentes recursos tecnológicos permitem projetar tarefas diversas, que podem mudar os processos cognitivos dos estudantes e modificar profundamente as investigações matemáticas.

A Figura 23 mostra o gráfico do resultado da atividade sobre Semelhança de Triângulos que os alunos realizaram, no qual verificou-se que a quase totalidade dos alunos participantes da pesquisa acertaram as questões da atividade.

Figura 23 - Gráfico do resultado de acertos da atividade sobre Semelhança de triângulos.



Fonte: a pesquisa.

Nessa etapa da SD, o objetivo da atividade era que, por meio dos procedimentos corretos, através de cálculos das razões dos lados entre os triângulos e concluíssem que o resultado das razões se mantém, sendo esta a constante de proporcionalidade.

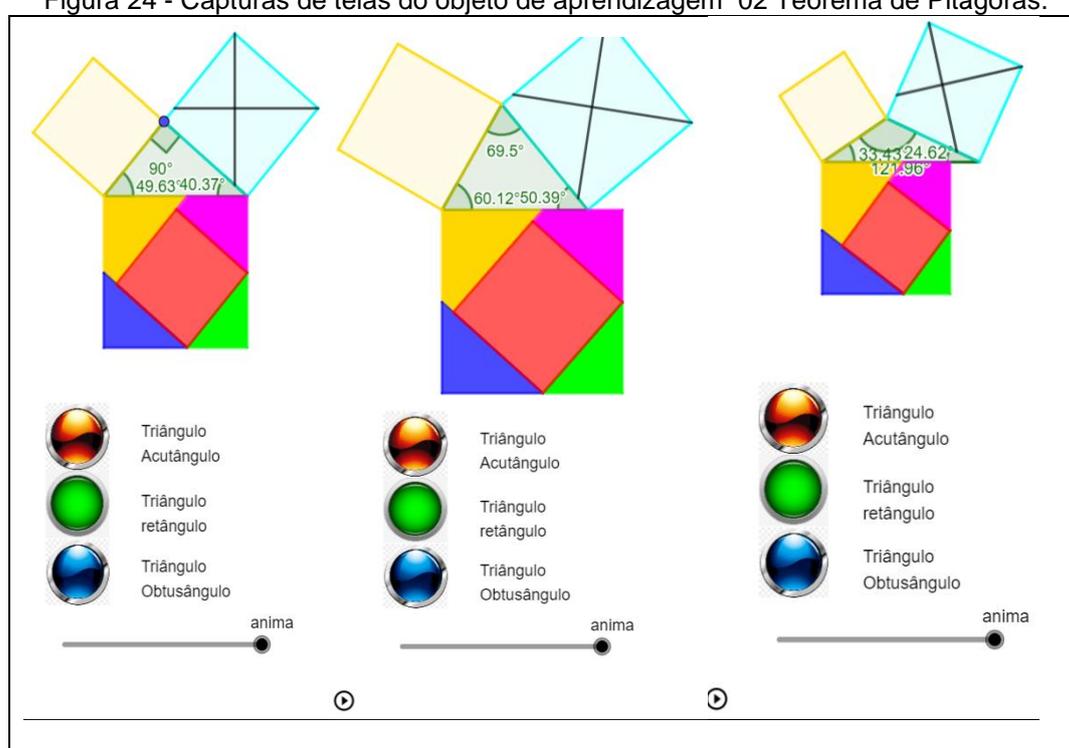
Considera-se, assim, que a revisão, que acabou se tornando a aula do conteúdo, alcançou seu objetivo. Em relação à aprendizagem de conteúdos procedimentais, concorda-se com Coll *et al* (1998, p.78) de que, nesse aspecto, trata-se de formas determinadas e concretas de agir, cuja principal característica é que não são realizadas de forma arbitrária ou desordenada, mas de maneira sistemática e ordenada.

#### 6.1.2.3 Segunda Etapa – 3ª parte da Revisão: Teorema de Pitágoras

Para o teorema de Pitágoras utilizou-se o objeto de aprendizagem (OA 02), desenvolvido no SGD, possui três botões, os quais, quando acionados, mostram visualmente a relação dos lados das áreas dos quadrados associados

aos lados do triângulo, sendo possível sobrepor as áreas dos quadrados dos catetos sobre a área do quadrado da hipotenusa. Desse modo, esperou-se que o aluno, ao acionar as animações, observasse e: I) conceitualizassem o que seria o Triângulo acutângulo e obtusângulo; II) verificasse que, mesmo aumentado ou diminuindo, através do botão azul, o tamanho dos lados do triângulo retângulo, o Teorema de Pitágoras só é verificável no triângulo retângulo e; IV) explicasse o que ocorre com triângulos acutângulo e obtusângulo quando são acionadas as animações. A Figura 24 apresenta a captura de tela do objeto de aprendizagem 02 Teorema de Pitágoras.

Figura 24 - Capturas de telas do objeto de aprendizagem 02 Teorema de Pitágoras.



Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/zxmasubs>.

Esperava-se que os alunos identificassem que:

- No triângulo acutângulo a área de um dos lados definido pela hipotenusa deverá ser menor que a soma das áreas dos outros dois dos lados do triângulo definidos pelos catetos.
- No triângulo obtusângulo que a soma das áreas dos lados definidos pelos catetos deverá ser menor que a área do lado definido pela hipotenusa.
- O Teorema de Pitágoras só é verificável no triângulo retângulo.

Nessa etapa, se fez importante os direcionamentos dados pela professora-pesquisadora, para que os discentes identificassem as diferentes

situações, sendo instigados em buscar padrões. Assim, apresentou-se os quadrados com as dimensões dos catetos do triângulo retângulo. Neste sentido, o docente teve que relembrar os discentes que a área do quadrado é lado ao quadrado ( $l^2$ ) de onde decorre Pitágoras, para que visualizassem que  $l_1^2 + l_2^2$  é igual à soma das áreas dos quadrados. A atividade sobre o Teorema de Pitágoras seguiu o roteiro conforme apresentado na Figura 25:

Figura 25 - Roteiro de atividades.

- 1) Selecione o botão do triângulo acutângulo e, logo após acionar o botão das animações, descreva o que você observa, em relação ao que ocorre com a soma das áreas definidos pelos catetos em relação ao lado definido pela hipotenusa.
- 2) Selecione o botão do triângulo obtusângulo e, logo após acionar o botão das animações, descreva o que você observa em relação ao que ocorre com a soma das áreas definidas pelos catetos em relação ao lado definido pela hipotenusa.
- 3) Selecione o botão do triângulo retângulo e, logo após acionar o botão das animações, descreva o que você observa em relação ao que ocorre com a soma das áreas definida pelos catetos em relação ao lado definido pela hipotenusa.
- 4) Deixe aqui suas observações quanto às análises. Por que o Teorema funciona para um e para os outros não funciona?
- 5) Conceitue:
  - a. Triângulo acutângulo;
  - b. Triângulo obtusângulo;
  - c. Triângulo retângulo.

Fonte - A pesquisa

No decorrer da atividade, foi possível observar que os alunos, através das animações do OA 02, chegaram à conclusão de que o Teorema de Pitágoras só pode ser verificável no triângulo retângulo. Como o tempo de aula terminou, ficou programado para terminar a atividade no dia seguinte. Além disso, as oscilações no sinal da *internet* dos celulares fizeram com que a atividade demorasse mais do que o esperado.

Em tempo, os alunos haviam baixado o objeto de aprendizagem 02 em seus celulares e iniciaram os procedimentos. Nessa atividade, os estudantes demonstraram interesse em interagir com o OA 02. Observou-se que todos os discentes realizaram a atividade com facilidade e conseguiram conceituar os triângulos acutângulo, obtusângulo e retângulo, bem como, verificar que o Teorema de Pitágoras só é verificável no triângulo retângulo. Em relação ao

SGDG, concorda-se com Lopes (2013) o que difere numa atividade com o recurso do software é a possibilidade de movimentação dos objetos e, a partir desses movimentos, o aluno investigar o que acontece com a sua construção.

Sobre a aprendizagem no SGDG, concorda-se com Berlanda (2017), pois a dinamicidade proporcionada é fundamental para facilitar a visualização em geometria, o que torna o processo mais rápido do que se fosse trabalhado manualmente, sem tecnologias. Para Homa e Groenwald (2016), para o ensino de Geometria, o GeoGebra torna-se uma poderosa ferramenta de aprendizagem, desde que as atividades estejam organizadas em uma sequência, de acordo com os objetivos estabelecidos. Além disso,

outra característica considerada no site Oficial do GeoGebra é que o software permite ao professor planejar aulas onde conteúdos complexos poderão ser estudados de forma dinâmica, possibilitando um melhor entendimento ao aprender. (OLIVEIRA, 2018, p.57).

Sobre a 3ª e 4ª etapa da SD, foram definidas como atividade principal a manipulação de braços robóticos virtuais e reais, para os quais são necessários os conhecimentos das RTTR que dentro do contexto de robótica, estão diretamente vinculados às áreas de exatas do STEM.

### 6.1.3 Terceira etapa – Braço robótico (Material concreto)

Após alguns contratemplos ocorridos na escola, como no caso de um dia de aula suspensa e o outro em foi preciso que todos os alunos da escola saíssem mais cedo, por problemas na parte elétrica da escola, sendo necessário adiar a atividade por 2 dias e reagendar as atividades no Google Sala de Aula.

Nesta etapa da SD, introduziu-se o braço robótico, relacionando Matemática e Engenharia como sugere a Educação STEM. Segundo Homa (2021), a robótica está muito mais associada às engenharias de produção, sendo amplamente utilizadas nas linhas de produção automatizadas.

Assim, os alunos foram divididos em equipes com 3 alunos para os quais foi apresentado o braço robótico real para os estudantes executarem comandos, com o propósito de motivá-los em relação as atividades posteriores com os braços robóticos digitais (simuladores) e, ao final, verificar se houve uma mudança no interesse por algumas das áreas das Ciências Exatas.

Nesta etapa, os alunos interagiram com o braço robótico, por exploração em que são apresentadas as principais funcionalidades e tentam descobrir a movimentação dele para executar o desafio que lhes foi dado. Ademais, o contexto de realidade dá significado à aprendizagem e, por isso, as atividades definidas como atividade principal iniciam com a apresentação do braço robótico.

No início da atividade, a professora permitiu que os alunos interajam com o braço robótico, por exploração. Desse modo, o professor pesquisador apresenta as principais funcionalidades e lança o desafio de pegar o objeto que está próximo ao braço robótico e colocar mais distante do ponto inicial.

Deste modo os alunos organizaram em etapas os movimentos necessários para a execução da tarefa, conforme a Figura 26:

Figura 26 - Etapas de movimentação do robô

- i) Sair da posição inicial girando o corpo da posição inicial até a final;
- ii) Colocar na posição correta para pegar o objeto previamente posicionado;
- iii) Executar os movimentos certos para que o braço pegue o objeto à frente.

Fonte: a pesquisa.

Os comandos do braço robótico são realizados no computador no qual o mesmo está ligado, sendo necessário selecionar na ação o valor para movimentar cada articulação do braço robótico:

- Letra “a”, com valores de 35 a 150 – realiza o movimento de girar o corpo do robô;
- Letra “b”, com valores de 100 a 180 – baixa e levanta o braço do robô;
- Letra “c” com valores de 90 a 180 - movimenta o braço do robô para a frente e para trás;
- Letra “d” com valores de 0 a 45 – abre e fecha a garra do braço do robô.

O procedimento era que os alunos combinassem as letras com valores correspondentes para realizarem os movimentos certos no braço robótico para executarem a tarefa sugerida de forma correta. São descritas as ações das equipes para compreensão do envolvimento dos alunos e que todas as ações foram realizadas por tentativa e erro, algo esperado para a atividade.

1ª equipe ( Alunos A1,A2 e A3).

No início da atividade, as alunas A1 e A2 auxiliaram o aluno A3, que executava os comandos no computador. Deste modo, falaram alguns comandos

para que o aluno os executasse. Neste intuito, conseguiram movimentar o corpo do robô de um lado para o outro. Numa das ocasiões, o aluno A3, após digitar errado um comando sugerido por A1, perguntou sorrindo para as alunas A1 e A2 “que letra coloquei?” Então, ele refez o comando de forma correta, e conseguiu movimentar o braço do robô. No decorrer do processo, as Alunas A2 e A3 também participaram da tarefa e conseguindo digitar alguns comandos e errando outros, mas logo após refizeram e acertaram o movimento desejado. Nesse momento, os três componentes analisaram o porquê de os comandos estarem errados, mas conseguiram movimentar o braço robótico e, depois de 2 tentativas o robô abriu a garra para pegar e movimentar o objeto para cima.

A Professora pesquisadora solicitou, então, aos alunos para baixarem o braço robótico a fim de que pudessem abrir a garra e deixar o objeto no lugar solicitado à equipe. O grupo conseguiu assim, executar o movimento de forma correta e os alunos se mostraram satisfeitos com o resultado. Diante disso, a Aluna A1 sorrindo disse “professora, é 10 né?”

Esta atividade se mostrou importante, visto que foi percebido que os alunos se sentiram motivados e se engajaram em realizar a atividade através da colaboração mútua e da interatividade entre os componentes da equipe, o que era o intuito previsto nesta etapa, posto que, no momento da interação dos alunos com o material concreto, tal abordagem trouxe o empenho dos alunos para a resolução da atividade, e posterior engajamento na atividade com o braço robótico virtual.

2ª Equipe (Alunos E2 e E3).

Os alunos E2 e E3, após algumas tentativas e erros, conseguiram girar o corpo do robô. Ao executar cada comando, verificaram o movimento do robô, bem como discutiram e analisaram cada comando e o respectivo movimento. Após, alguns erros de comandos, digitaram o comando certo para girar o corpo do robô e levantar o braço robótico. A professora, então, pediu para abaixar e pegar o objeto. Os discentes conseguem, mas o objeto caiu da garra, sendo necessário refazer a atividade, mas agora com propriedade na sequência de movimentos necessários.

Esta atividade se mostrou relevante, visto que foi percebido que os alunos estavam centrados e motivados em resolver o desafio. Então, observa-

se que houve respeito mútuo e engajamento em que os alunos se alternaram na digitação dos comandos.

3ª Equipe (Alunas F1 e F3).

A dupla de alunas conseguiu girar o corpo do robô, voltar e esticar o braço. Após alguns comandos errados, analisaram e discutiram como fazer para pegar o objeto, mas não conseguiram executar parte do desafio.

Foi percebido que, no início da atividade, as alunas estavam apreensivas, o que dificultou um pouco na execução da tarefa. Entretanto, no decorrer do processo, demonstraram mais confiança. Esta atividade se demonstrou relevante, uma vez que foi percebido motivação, cooperação e engajamento entre as alunas, que era o que se esperava para a atividade com o simulador virtual.

4ª Equipe ( Alunos G2, G3 e H2).

Os alunos, no início, se confundiram um pouco com os comandos, mas, após algumas tentativas frustradas, conseguiram girar o corpo do robô, esticar o braço robótico, encolher, abrir a garra, pegar o objeto e girar o braço com o objeto. Foi percebido o interesse, motivação e engajamento em resolver o desafio fato que foi reafirmado com suas ações posteriores o simulador.

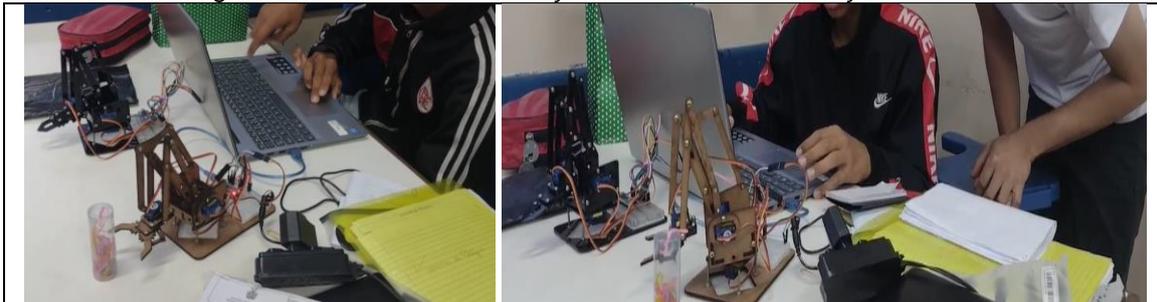
5ª Equipe (Alunos K1 e K3)

Os alunos K1 e K3 analisaram os comandos, executaram alguns comandos conseguiram esticar o braço, pegar o objeto e levantar a garra com o objeto. Para vencer o desafio os alunos se alternaram na digitação dos comandos.

Esta atividade se mostrou adequada mostrando a motivação, o engajamento, a cooperação e respeito mútuo para a realização da tarefa que são características estas que são requisitadas nos Conteúdos Atitudinais. A distribuição em equipes, para Zabala (1998), também é extremamente apropriada para o trabalho dos conteúdos atitudinais no âmbito das relações interpessoais. Além disso, segundo Libâneo (2013), as relações entre professor, aluno e matéria não são estáticas, mas dinâmicas.

A Figura 27 mostra um dos momentos de interação dos alunos com braço robótico.

Figura 28 - Momento de interação dos alunos com braço robótico.



Fonte: a pesquisa

Percebeu-se que esta atividade foi importante, visto que, todos os alunos manifestaram interesse e motivação, ao executar o desafio que lhes foi dado sendo isto algo considerado essencial para a atividade com o simulador virtual que é menos interessante. Assim, a atividade no ambiente concreto levou ao engajamento, colaboração entre os componentes das equipes, sendo verificada a cooperação, o respeito mútuo e às opiniões contrárias.

Durante as gravações dos vídeos foram feitas perguntas como: “É muito caro um desses, professora?”; “o mais caro foi o braço robótico de MDF ou de acrílico” e “ainda vamos ter mais aulas assim?”. Nesse momento, a professora pesquisadora informou aos alunos que, em outra aula, realizariam uma atividade semelhante, mas em um simulador virtual. Assim durante as gravações notou-se falas como “legal”, “quando professora?”; “É no computador?”.

O Aluno A3 mencionou que “queria aprender robótica”.

Observou-se que os discentes estavam motivados para as atividades posteriores com os braços robóticos digitais. Ao final das atividades, para complementar a tarefa com o material concreto e verificar se houve mudança de comportamento por uma das áreas do STEM, os alunos responderam a um questionário.

Neste cenário, dos 13 alunos selecionados, 12 realizaram esta referida atividade e, ao final, responderam ao questionário proposto para esta fase, com vistas à validação da 3ª Etapa – Atividade com o braço robótico

Foi disponibilizada, uma atividade impressa, para os alunos que estavam sem acesso à *internet* e também digital pelo formulário do Google Sala de aula. A Figura 29 apresenta as perguntas que constavam no formulário sobre a atividade com o braço robótico da 3ª Etapa:

Figura 29 - Primeiras impressões sobre o braço robótico

1. Você achou a atividade interessante? \*

Sim

Não

Talvez

---

2. Gostaria de aprender robótica? \*

Sim

Não

Talvez

---

3. Como você pensa que o braço robótico funciona: você enxerga a matemática \* na robótica? Qual conteúdo matemático você enxerga no braço robótico?

Sua resposta

---

4. Deixe um comentário. \*

Fonte: a pesquisa

Em relação à segunda pergunta, 6 alunos afirmaram que gostariam de aprender robótica e 6 talvez. Nenhum aluno marcou que “não gostaria” de aprender robótica. Referente a esse item notou-se que foi relevante, dado que, percebe-se que os alunos não descartaram a possibilidade de estudarem um curso de alguma área relacionada ao STEM.

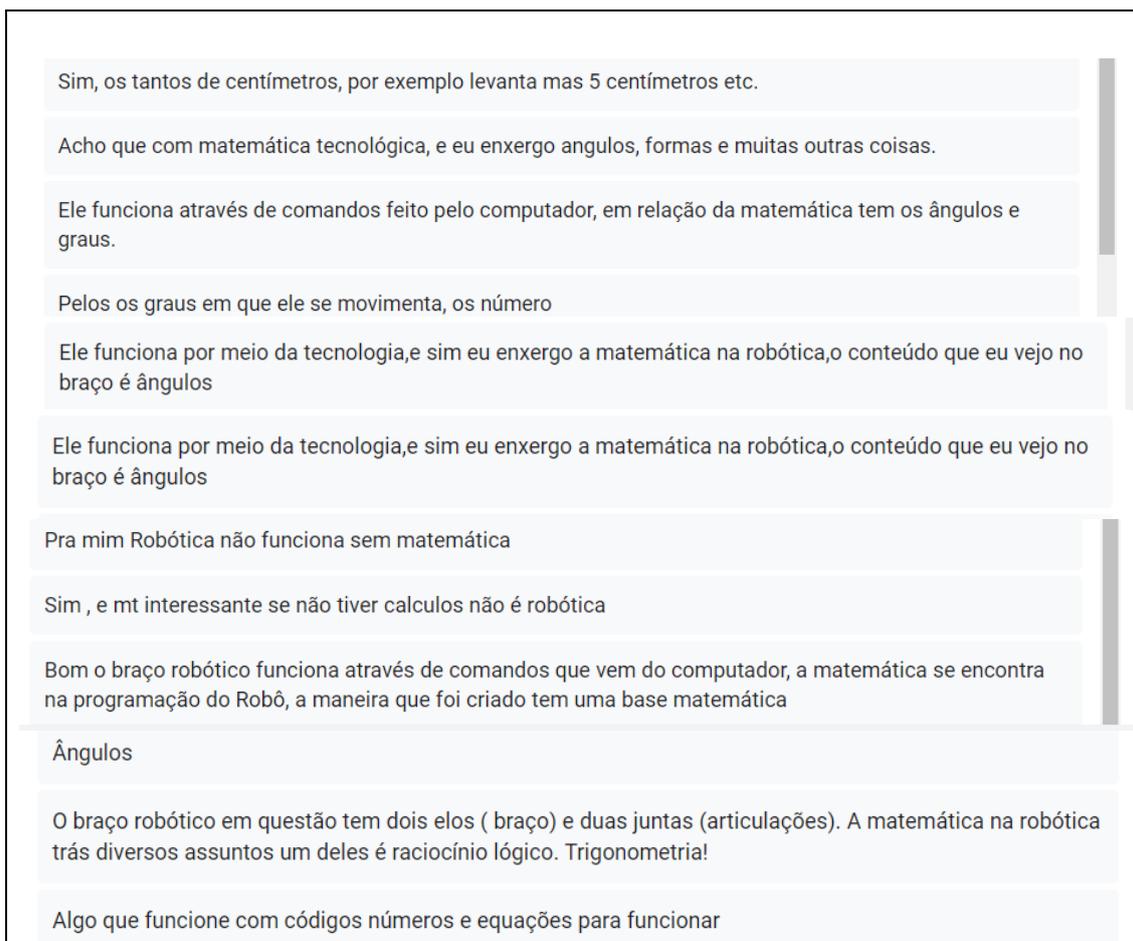
Sobre a 3ª e a 4ª perguntas, foram selecionadas algumas capturas de tela das respostas no Google Formulários:

**3.** Como você pensa que o braço robótico funciona: você enxerga a matemática na robótica? Qual conteúdo matemático você enxerga no braço robótico?

A

Figura 30 apresenta a captura de tela das respostas da 3ª pergunta do formulário do Google Sala de Aula dos 12 alunos pesquisados.

Figura 30- Captura de tela das respostas da 3ª pergunta do Formulário do Google Sala de Aula

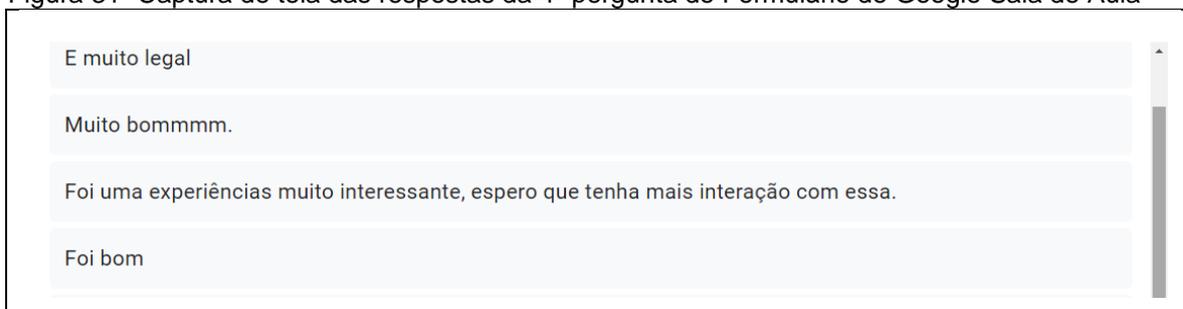


Fonte: a pesquisa.

Esta pergunta se mostrou adequada para a pesquisa, visto que, o intuito era que os alunos percebessem a aplicação de conteúdos matemáticos, de forma significativa, ou seja, que a matemática fizesse sentido para o aluno ao integrar com áreas de conhecimento interessantes para eles.

A Figura 31 apresenta a captura de tela das respostas da 4ª pergunta do Formulário do Google Sala de Aula (Figura 25), em que consistia em um comentário dos alunos sobre as atividades.

Figura 31- Captura de tela das respostas da 4ª pergunta do Formulário do Google Sala de Aula



Bom, aprender ângulo por meio da prática é muito bom, dessa forma temos desenvolvimento sobre o assunto bem rápido

Achei legal o conteúdo

Achei a aula bem interativa, gosto de interagir com colegas e professores

A matemática na robótica influência muito no aprendizado dos alunos, é bom saber que a matemática está em todos os lugares!

Achei bem legal, por que as vezes sou meio excluído de alguns assuntos

Gostei de mais de mecher no robô

Já estudei um pouco da robótica

Bom eu gostei bastante desse assunto, e um assunto super interessante e que leva os alunos a conhecer melhor a área da robótica e Engenharia.

Fonte: a pesquisa.

Este item se mostrou adequado para o estudo, que traz as percepções dos alunos sobre as atividades da disciplina de Matemática, que comumente é vista como insípida e desinteressante para os discentes. Desse modo, verificou-se que, ao relacionar teoria com prática o aprendizado torna-se mais significativo e prazeroso.

Em geral, os estudantes demonstraram entusiasmo na área da robótica, que faz parte das áreas do STEM. Para Zabala (1998), os desafios têm que ser alcançáveis, já que um desafio tem sentido para o aluno quando este sente que, com seu esforço e ajuda necessários, pode enfrentá-los e superá-los. Desse modo, reforça-se Homa (2021) que afirma que a educação STEM usa da transdisciplinaridade buscando engajamento do aluno em atividades que envolvam estas temáticas.

#### 6.1.4 Quarta etapa – Atividade investigativa para as Relações Trigonométricas.

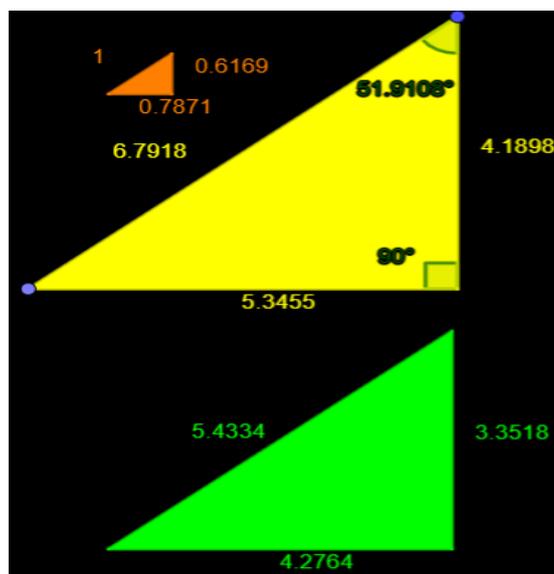
Apresenta-se a descrição das da Etapa 4:

- Os alunos se organizaram em trios: Um aluno com a calculadora e os outros nos cálculos. Foi utilizado o Objeto de Aprendizagem 01 para visualização e manipulação nos celulares. Foram observadas as conversas e no Google formulários estava a atividade para os alunos, em que constou as respostas por equipe.

- Professor- pesquisador realizou anotações para grupo e foram verificadas as interações dos componentes na atividade colaborativa.

A figura apresenta a Figura 32 apresenta a captura de tela do OA 01, com um exemplo da atividade para a etapa 04.

Figura 32 - Captura de tela do OA 01 com exemplo da atividade



Considerar os três triângulos semelhantes, o ângulo de referência  $51.9108^\circ$  e o valor da hipotenusa.

- Dividir o cateto oposto ao ângulo pela hipotenusa.

$$\text{Triângulo amarelo } \frac{5.3455}{6.7918} \cong 0,787$$

$$\text{Triângulo Laranja } \frac{0.7871}{1} \cong 0,787$$

$$\text{Triângulo verde } \frac{4.2764}{5.4334} \cong 0,787$$

Note que as razões obtidas são iguais. Chamamos essa razão de seno do ângulo  $51.9108^\circ$ . Essas razões constantes, não dependem do triângulo, mas do ângulo que é considerado igual nos três triângulos.

- Dividir o cateto adjacente ao ângulo pela hipotenusa.

$$\text{Triângulo amarelo } \frac{4.1898}{6.7918} \cong 0,616$$

$$\text{Triângulo Laranja } \frac{0.6169}{1} \cong 0,616$$

$$\text{Triângulo verde } \frac{3.3518}{5.4334} \cong 0,616$$

A essas razões constantes, que não dependem do triângulo, mas do ângulo considerado, são chamadas de cosseno.

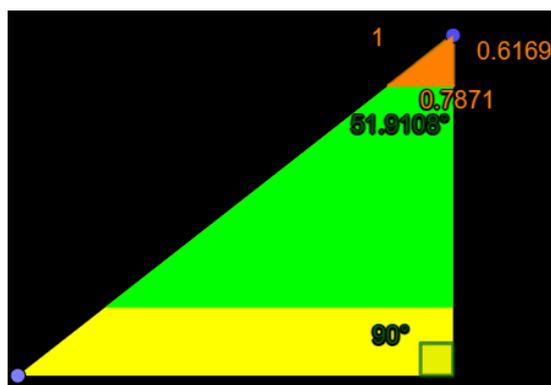
- Dividir o cateto oposto ao ângulo pelo cateto adjacente.

$$\text{Triângulo amarelo } \frac{5.3455}{4.1898} \cong 1.275$$

$$\text{Triângulo Laranja } \frac{0.7871}{0.6169} \cong 1.275$$

$$\text{Triângulo verde } \frac{4.2764}{3.3518} \cong 1.275$$

Então, por fim, considera-se as razões constantes, que também não dependem do triângulo, mas do ângulo considerado, são chamadas de tangente. Logo, elas possuírem o mesmo ângulo de referência podem ser sobrepostos por serem semelhantes. As relações seno, cosseno e tangente são chamadas de razões trigonométricas, em relação ao ângulo agudo considerado.



Fonte: a pesquisa.

As respostas das equipes 1, 2, 3 e 4 foram obtidas por meio de um formulário eletrônico, postado no AVA do Google Sala de Aula. Essas atividades foram desenvolvidas com vistas à construção de conceitos de seno, cosseno e tangente. Deste modo, as respostas do formulário serviram para validar esta etapa, visto que, após as manipulações, as observações, cálculos e análises do OA 01, os alunos teriam que responder qual foi o entendimento da equipe, logo após executarem o procedimento. A seguir são feitas análises das respostas às perguntas que constavam no formulário da 4ª Etapa das RTTR (APÊNDICE A):

1. Mexa nos vértices do triângulo amarelo para formar um ângulo entre 30° e 40°. Clique no botão animar para sobrepor os triângulos verde e laranja. O que você observou?

- a) Os triângulos são semelhantes;
- b) Os triângulos não são semelhantes;
- c) Não sei.

Em relação à primeira pergunta, foi observado que todos marcaram a opção correta. Nesse item, o esperado era que inferissem que, por causa da semelhança entre eles, pode-se colocar os triângulos sobrepostos. Visto que:

Somente na medida em que se produz este processo de construção de significados e de atribuição de sentido se consegue que a aprendizagem de conteúdos específicos cumpra a função que lhe é determinada e que justifica a sua importância: contribuir para o crescimento pessoal dos alunos, favorecendo e promovendo o seu desenvolvimento e socialização. (COLL *et al*, 1998, p14)

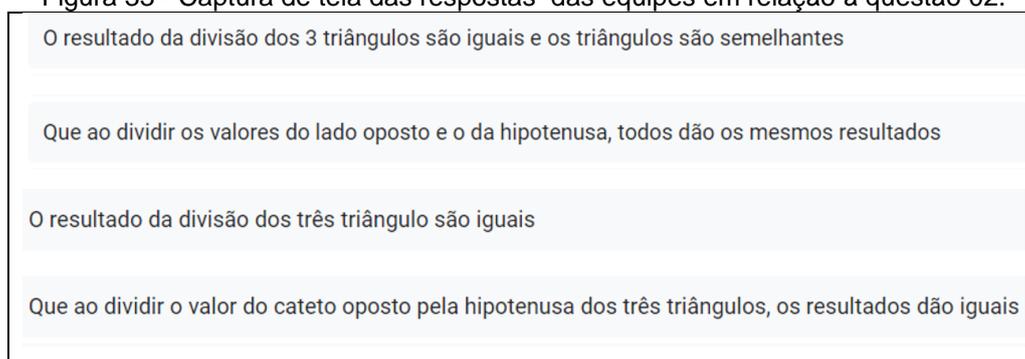
Assim, como esperado a mediação do professor para o processo de construção de significados e sentidos foi importante para a atribuição de sentido na atividade realizada pelos alunos.

- Aluno E3: “é porque os ângulos são congruentes e os lados proporcionais”.
- Aluno A2: “Os ângulos têm a mesma medida”. Nesse caso, notou-se que a aluna se referia aos ângulos correspondentes.

2. Proceda com a divisões entre o valor do lado oposto ao ângulo considerado (anote o valor do ângulo) e o valor da hipotenusa, dos triângulos amarelo, laranja e verde. O que você observou?

A Figura 33 mostra a captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 02 no Google Sala de Aula, em que, foi percebido que, após os procedimentos solicitados, os alunos chegam às respostas esperadas pelas análises prévias. Deste modo, ao encontrarem uma razão  $K$  qualquer, percebe-se que eles conseguiram verificar que essa relação é a mesma para os três triângulos, ao calcular o seno do ângulo.

Figura 33 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 02.

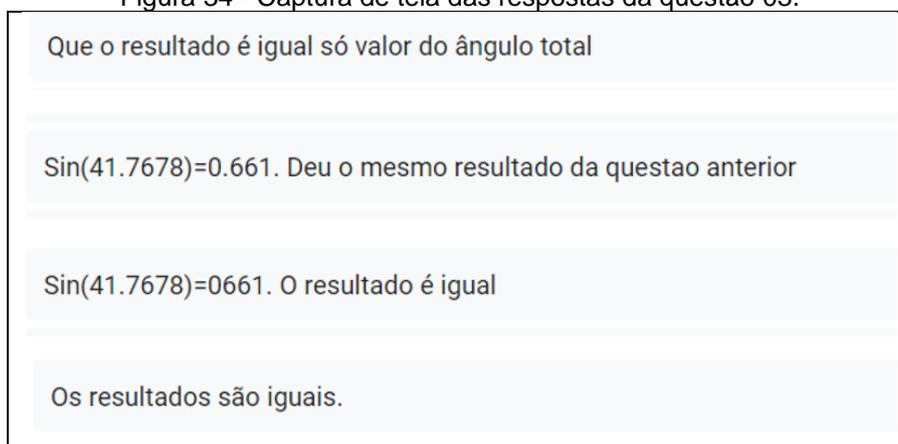


Fonte: a pesquisa.

As TD podem promover uma aprendizagem que faça mais sentido aos na medida em que se constroem conceitos através dos significados procedimentais Segundo Coll *et al* (1998, p.14) a concepção transmissiva e cumulativa da aprendizagem é substituída por outra concepção, baseada na aprendizagem significativa. Na Figura 34, é apresentada a captura de tela das respostas da questão 03 do formulário, que foi postada no Google Sala de Aula. Essa questão complementa a anterior, visto que os alunos realizaram as comparações entre o valor encontrado na calculadora e o resultado do procedimento das divisões.

3. Use a calculadora e calcule o seno do ângulo considerado no item 2. O que você observou?

Figura 34 - Captura de tela das respostas da questão 03.

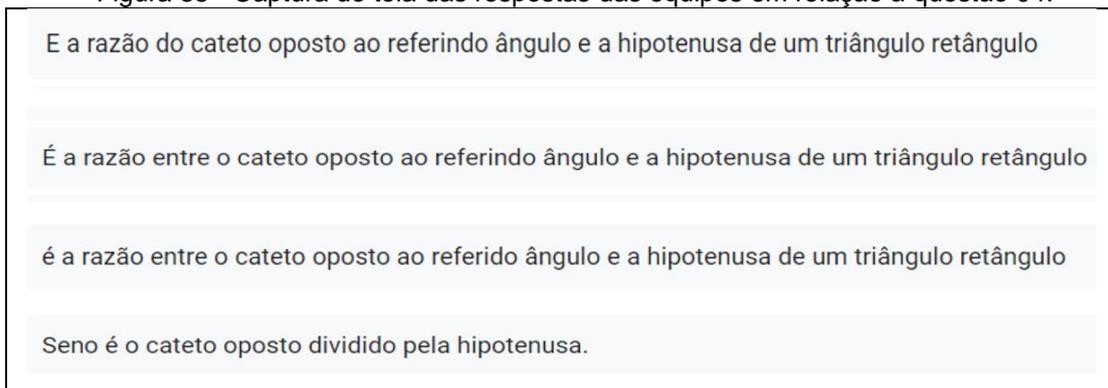


Fonte: a pesquisa.

Para Coll *et al* (1998, p.14) “O que importa é que os alunos possam construir significados e atribuir sentido àquilo que aprendem”. A Figura 35 apresenta a captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 04 no formulário do Google Sala de Aula. Observou-se que as respostas correspondem a um dos objetivos da 4ª etapa: Conceituar seno.

4. Escreva com suas palavras o que você entendeu como o seno de um ângulo.

Figura 35 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 04.



Fonte: a pesquisa.

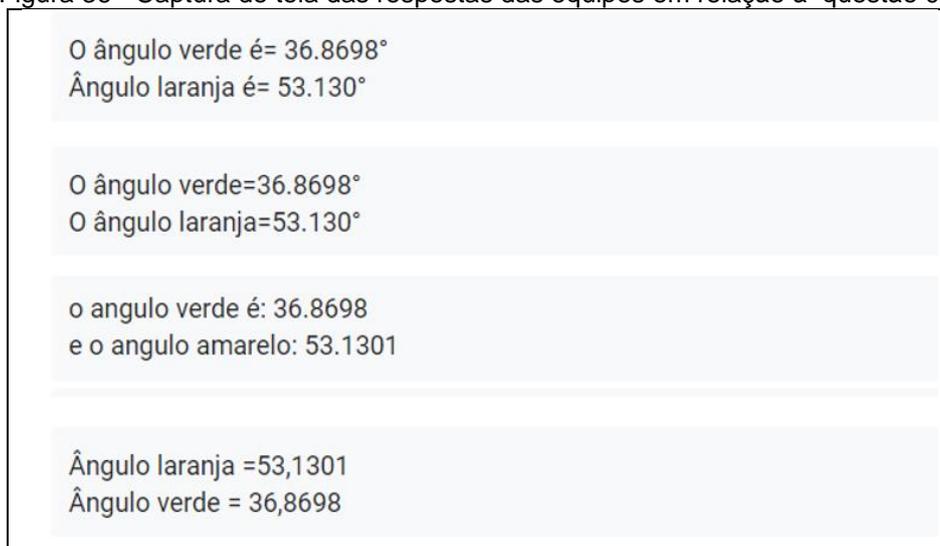
A Figura 36 apresenta as respostas das equipes para a questão 05. Nessa questão, foi observado que o OA 01 foi importante para que os alunos construíssem o entendimento sobre o arco seno. Para Coll *et al* (1998) para que os dados e os fatos adquiram significado, os alunos devem dispor de conceitos que lhes permitam interpretá-los. Esta atividade favoreceu a compreensão e utilização de fórmulas matemáticas.

5. Para um triângulo retângulo de lados com medidas 3, 4 e 5. Determine os ângulos (verde e laranja) do triângulo retângulo usando a função inversa do seno (arco seno).

E3: “[...] professora, então isso é o arco seno, é a volta”

A1: “O arco seno é o ângulo”

Figura 36 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 05.

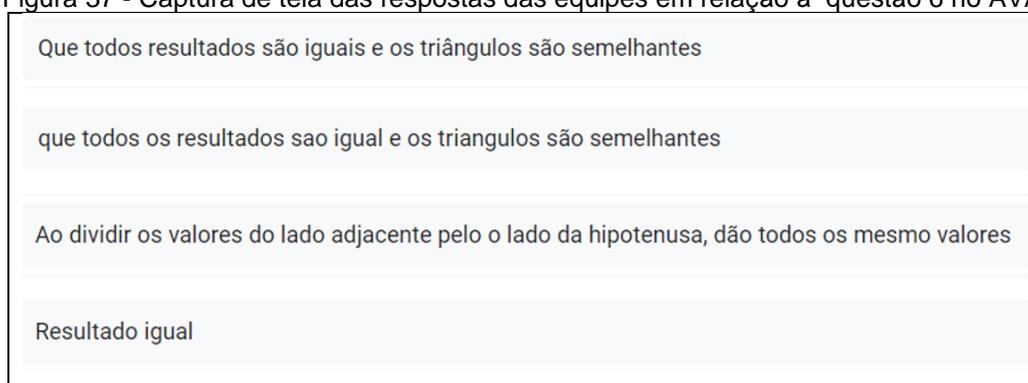


Fonte – A pesquisa.

A Figura 37 apresenta as respostas das equipes em relação à questão 06. Observou-se neste item, que os alunos encontraram, uma razão constante e perceberam que é o mesmo valor para os três triângulos. O pesquisador ficou atento aos comentários em sala e alguns alunos observaram que o cateto do triângulo de raio 1 já é a constante. Para Coll *et al* (1998) a aprendizagem de fatos e conceitos apoia-se, quase sempre, no uso de procedimentos previamente aprendidos.

6. Proceda com as divisões entre o valor do lado adjacente ao ângulo considerado (anote o ângulo) e o valor da hipotenusa, nos triângulos amarelo, laranja e verde. O que você observou?

Figura 37 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 6 no AVA.

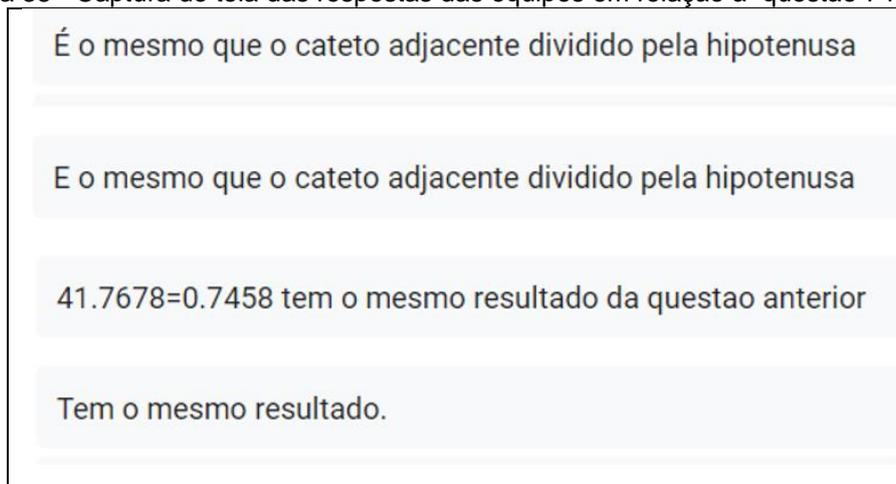


Fonte: a pesquisa.

A Figura 38 apresenta as respostas das equipes em relação à questão 07. Essa questão complementa a anterior, na qual os alunos fizeram as comparações entre o valor encontrado na calculadora e o procedimento das divisões entre o valor da medida do lado adjacente ao ângulo de referência e o valor da medida do lado da hipotenusa. Para Coll *et al* (1998) para ocorrer uma aprendizagem significativa de conceitos, é necessário pelo menos que o material tenha significado. Dessa forma, as TD, implementadas de forma sistemática na SD, tiveram o intuito de ser compreensível e fazer sentido para o aluno, o que se mostrou importante para a construção de conceitos uma vez que mobilizou conhecimentos anteriores.

7. Use a calculadora e calcule o cosseno do ângulo considerado no item 6. O que você observou?

Figura 38 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 7 no AVA



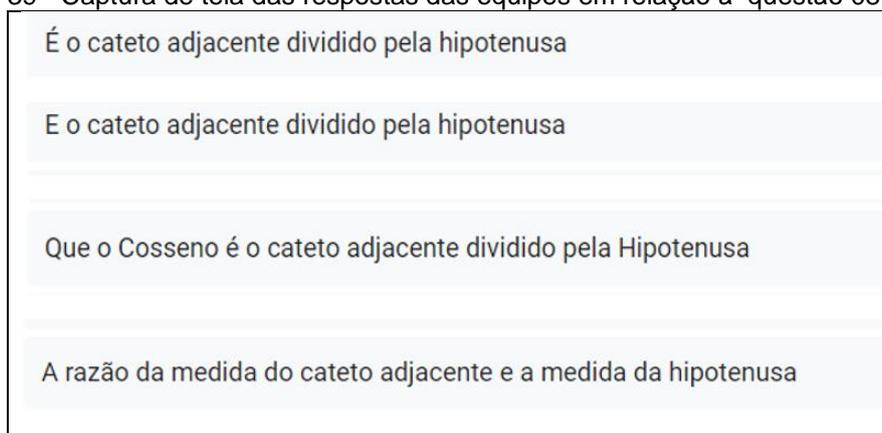
Fonte: a pesquisa.

A Figura 39, apresenta as respostas das equipes em relação à questão 08. Observa-se que as respostas correspondem a um dos objetivos da 4ª etapa: Conceituar cosseno. Para Coll *et al* (1998) não se trata tanto de estabelecer “a melhor” forma de ensinar conceitos, mas de tomar precauções para que as atividades por descobertas se tornem significativas em situações de aquisição de conceitos.

Em vista disso, a predisposição dos alunos em aprender se torna um fator primordial para o alcance dos objetivos da efetiva aprendizagem.

**8.** Escreva com suas palavras o que você entendeu como o cosseno de um ângulo.

Figura 39 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 08 no AVA



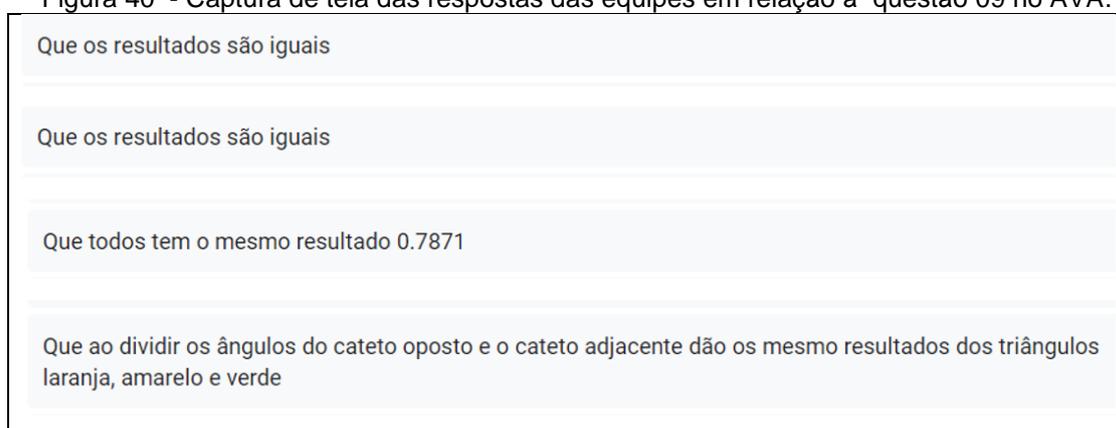
Fonte: a pesquisa.

A Figura 40 apresenta as respostas das equipes em relação a questão 09. Observa-se neste item, que os alunos encontram, a razão na divisão entre os três triângulos, já consolidados pelos alunos como semelhantes, e percebem que é o mesmo valor para os três triângulos. Observando os alunos,

o pesquisador identificou uma facilidade na realização da atividade por estarem familiarizados com os procedimentos anteriores. Para Coll *et al* (1998, p.77) “o que se propõe para a aprendizagem dos alunos são conjuntos de ações cuja realização permite chegar finalmente a determinadas metas”. E que para tal finalidade é necessário o planejamento de ações estruturadas e sistematizadas.

**9.** Proceda com a divisões entre o valor do lado oposto (cateto oposto) e o valor do lado adjacente (cateto adjacente) ao ângulo considerado (anote ângulo) nos triângulos amarelo, laranja e verde. O que você observou?

Figura 40 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 09 no AVA.

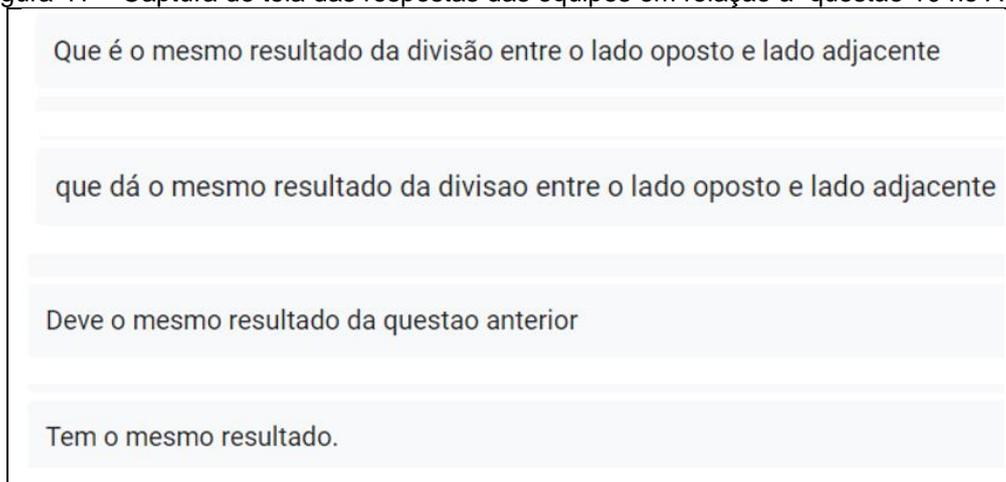


Fonte: a pesquisa.

A Figura 41 apresenta as respostas das equipes em relação à questão 10. Essa questão complementa a anterior, ao realizar as comparações entre o valor encontrado na calculadora e o procedimento das divisões entre o valor da medida do lado oposto ao ângulo de referência e o valor da medida do lado adjacente ao ângulo de referência. Novamente corrobora Cool *et al* (1998, p.14) “o que importa é que os alunos possam construir significados e atribui sentido àquilo que aprendem”. Neste sentido, o planejamento de atividades potencialmente significativas é importante para o processo de ensino discente.

**10.** Pegue a calculadora e calcule a tangente do ângulo (que você anotou no item 9) dos triângulos amarelo, alaranjado e verde. O que você observou?

Figura 41 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 10 no AVA.

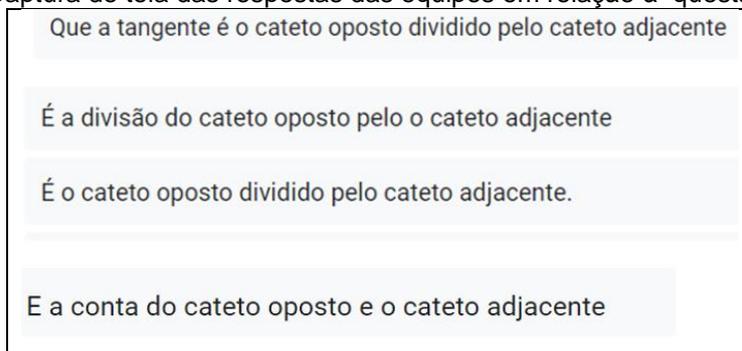


Fonte: a pesquisa.

A Figura 42 apresenta as respostas das equipes em relação à questão 11. Observou-se que as respostas correspondem a um dos objetivos da 4ª etapa: Conceituar tangente.

**11.** Escreva com suas palavras o que você entendeu como a tangente de um ângulo.

Figura 42 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 11 no AVA.



Fonte: a pesquisa.

A Figura 43 apresenta as respostas das equipes em relação à questão 12. Nesta questão, observa-se que os alunos entenderam que o arco seno do seno fornece o valor do ângulo. Para Zabala (1998, p. 63) “a aprendizagem é uma construção pessoal que cada menino e cada menina realizam graças à ajuda que recebem de outra pessoa”. Neste sentido, a mediação consciente e crítica do professor é um fator primordial para a efetiva aprendizagem discente.

**12.** Se o valor do seno de um ângulo é 0,4848. Determine o ângulo usando o arco seno.

Figura 43 - Captura de tela das respostas da questão 12 no AVA.



Fonte: a pesquisa.

Na questão 13 todas as equipes sinalizaram a opção “SIM”, referente ao fato de que entenderam o que era o seno e sua inversa, o arco seno. A pesquisadora observou pelas discussões durante a atividade que o OA 01 foi importante para o entendimento sobre o seno e o arco seno. Para Zabala (1998) “É imprescindível prever propostas de atividades articuladas e situações que favoreçam diferentes formas de se relacionar e interagir”. Visto que, as atividades em grupo favorecem a discussão, o diálogo e formas de entendimento eficazes para a construção do conhecimento.

**13.** Veja na questão 12 que a operação inversa do seno é o  $\text{sen}^{-1}$  o qual denominamos de arco seno. Você entendeu o que é o seno e sua inversa?

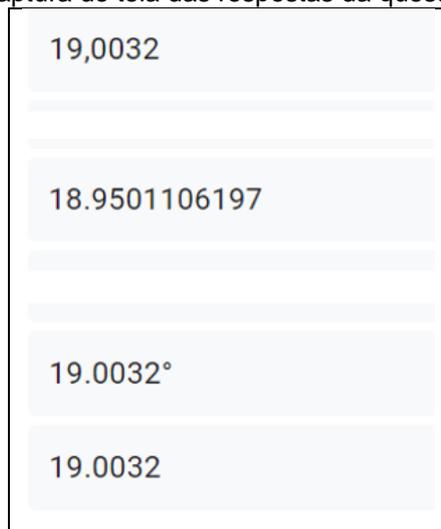
Sim

Não

A Figura 44 apresenta as respostas das equipes em relação à questão 14. Nesse sentido, observamos que as três equipes acertaram e uma errou. Quando questionado ao grupo que errou, os integrantes afirmaram que se tratava de um erro de digitação na calculadora. Fazendo o seno do ângulo determinado pelo grupo, chega-se ao valor 0,9458. Estando o dígito 8 logo acima do 5, confirma-se que foi somente um erro de digitação.

**14.** Se o valor do cosseno de um ângulo é 0,9455. Qual é o ângulo?

Figura 44 - Captura de tela das respostas da questão 14 no AVA.



Fonte – A pesquisa.

Em relação a questão 15, todas as equipes assinalaram de forma positiva que entenderam o que seria o cosseno e sua inversa, o arco cosseno. Para Zabala (1998) para poder levar em conta as contribuições dos alunos, além do clima adequado, é preciso realizar atividades que promovam o debate que permitam formular questões e atualizar o conhecimento prévio.

Desta forma, o trabalho em equipe pode possibilitar um ambiente favorável para o alcance de objetivos, tanto esperado pelos alunos quanto pelo planejamento do professor.

A Figura 45 apresenta as respostas das equipes em relação à questão 16 e observou-se que nem todos os alunos conseguiram expressar, de forma clara sobre o que entenderam em relação às divisões entre os lados dos triângulos retângulos. Ressalta-se que o tempo de aula terminou antes de começarem a responder este item e os alunos apressaram-se ir para o intervalo. Entretanto, a leitura da pesquisadora é que a pergunta foi respondida de qualquer maneira, mas que não invalida todas as atividades antes realizadas.

**16.** Explique com suas palavras: o que você entendeu sobre as divisões entre os lados dos triângulos retângulos.

Figura 45 - Captura de tela das respostas das equipes em relação à questão 16 no AVA.

Entendi sobre os lados e os seus nomes, os nomes das fórmulas a serem usadas, e como calcular cada ângulo para descobrir o resultado

As relações trigonométricas são resultado da divisão entre as medidas de dois lados de um triângulo retângulo, e por isso são chamadas de razões

que todos os resultados são iguais e os triangulos semelhantes

Os triângulos retângulos são quando um triângulo tem um lado de  $90^\circ$ ... E as

Fonte: Dado da pesquisa.

O objetivo da 4ª etapa da pesquisa era que os alunos construíssem os conceitos de seno, cosseno e tangente, através de atividades procedimentais com a utilização de fórmulas matemáticas. O que foi favorecido pelas atividades interativas construídas no SGD, visto que as manipulações e visualizações se mostraram adequadas por possibilitar de forma dinâmica, sistemática e interativa o desenvolvimento das construções de tais conceitos previstos. Uma vez que, os alunos realizaram as atividades e os cálculos, realizando comparações e inferências, explorando várias configurações de triângulos retângulos, com o auxílio da mediação colaborativa docente.

Dessa forma, concorda-se com Libâneo (2013), quando este afirma que é pelo exercício de pensamento, sempre com a ajuda do professor, que os alunos vão progredindo na formação de conceitos e no desenvolvimento das suas capacidades cognoscitivas. Em tempo, ressalta-se a importância do favorecimento do planejamento de materiais potencialmente significativos disponíveis para os alunos.

Conforme Coll *et al*(1998), a tentativa de ensinar conteúdos específicos não é intrinsecamente negativa; tudo depende de quais conteúdos se quer ensinar e, sobretudo, de como eles são ensinados e como eles são aprendidos. Desse modo, há fortes indícios sobre o objetivo de conceituar seno, cosseno e tangente por meio da interação com o OA 01 e dos cálculos das razões, pois os alunos perceberam que por serem semelhantes, essas divisões resultaram sempre no mesmo valor, ou seja, em uma constante associada ao ângulo que se está trabalhando e a uma das operações denominadas como seno, cosseno e tangente. Para Libâneo

[...] se os conteúdos são acessíveis e didaticamente organizados, sem perder o caráter científico e sistematizado, haverá mais garantia de uma assimilação sólida e duradoura, tendo em vista a sua utilização nos conhecimentos novos e a sua transferência para as situações práticas. (LIBÂNEO, 2013, p. 160).

Nesse sentido, em relação às TD, no âmbito da informática ressalta-se a afirmação de Zabala (1998), que segundo tal instância se transforma num instrumento que contribui para a construção de conceitos, e que permite fazer simulações de técnicas ou procedimentos. Para Moran e Bacich (2015), a colaboração e uso de tecnologias não são antagônicos. Assim, as TD podem potencializar o aprendizado no ensino da Matemática de forma significativa e funcional quando se realiza um planejamento que se vislumbre a características das turmas.

#### 6.1.5 Quinta etapa – Atividade complementar

Nesta etapa houve alguns contratempos por conta da semana de atividade extraclasse devido à semana da pátria, de 29 de agosto a 2 de setembro. Teve também, o feriado estadual dia 5 de setembro (elevação do Amazonas à categoria de província), no dia 6 foi ponto facultativo e no dia 7 de setembro foi feriado nacional. Houve ainda, uma Feira de Linguagens 14 à 15 de setembro, e os alunos estavam engajados nos preparativos desta feira na semana anterior (8 a 13 do mesmo mês).

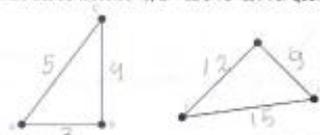
Na 5ª etapa estava prevista uma Avaliação (APÊNDICE B). reguladora e formativa na forma de uma atividade complementar para acompanhamento do processo de ensino, ou seja, verificar se houve a efetiva aprendizagem do aluno. Deste modo, para esta etapa foi elaborada uma atividade para os alunos que ainda possuísem algum grau de dificuldade no assunto proposto das RTTR.

Concorda-se com Zabala (1998, p.220) quando afirma que “a avaliação é um elemento-chave de todo o processo de ensinar e aprender, sua função se encontra estreitamente ligada à função que se atribui a todo processo”. A atividade foi realizada de forma presencial e individualmente, de modo que a pesquisadora e professora da turma observou que os alunos responderam adequadamente às perguntas da atividade proposta. Na Figura 46 apresenta-se as respostas de A1 para a atividade complementar.

Figura 46 – Respostas da atividade complementar de A1

1. Os ângulos do triângulo retângulo com medidas de lado  $AB=3$ ,  $BC=4$  e  $CA=5$  são iguais aos do triângulo retângulo com medidas de lados  $DE=9$ ,  $EF=12$  e  $FD=15$ ? Por quê?

R: Os triângulos são semelhantes, porque os lados são proporcionais e os ângulos são congruentes.

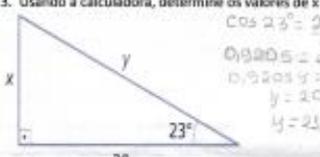


2. Calcule o seno, o cosseno e a tangente de cada ângulo agudo.



$\text{sen } P = \frac{10}{26} = \frac{5}{13}$   
 $\text{cos } P = \frac{24}{26} = \frac{12}{13}$   
 $\text{tang } P = \frac{10}{24} = \frac{5}{12}$

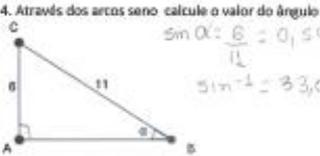
3. Usando a calculadora, determine os valores de x e de y indicados no triângulo a seguir



$\text{cos } 23^\circ = \frac{20}{y}$   
 $0,9205 = \frac{20}{y}$   
 $0,9205y = 20$   
 $y = \frac{20}{0,9205}$   
 $y = 21,7273$

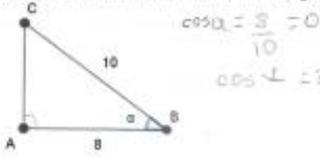
$\text{sen } 23^\circ = \frac{x}{y}$   
 $0,3907 = \frac{x}{21,7273}$   
 $x = 8,485$

4. Através dos arcos seno calcule o valor do ângulo alfa ( $\alpha$ ) da figura a seguir:



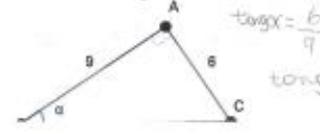
$\text{sen } \alpha = \frac{6}{11} = 0,5454$   
 $\text{sen}^{-1} = 33,0520^\circ$

5. Através do arco cosseno calcule o valor do ângulo alfa ( $\alpha$ ) da figura a seguir:



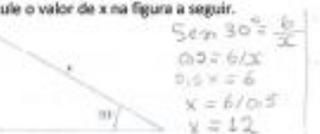
$\text{cos } \alpha = \frac{3}{10} = 0,3$   
 $\text{cos}^{-1} = 71,335^\circ$

6. Através do arco tangente calcule o valor de cada ângulo ( $\alpha$ ) da figura a seguir:



$\text{tang } \alpha = \frac{6}{9} = 0,6666$   
 $\text{tang}^{-1} = 33,6874^\circ$

7. Calcule o valor de x na figura a seguir.



$\text{sen } 30^\circ = \frac{6}{x}$   
 $0,5 = \frac{6}{x}$   
 $0,5x = 6$   
 $x = \frac{6}{0,5}$   
 $x = 12$

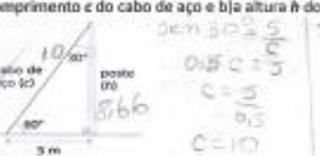
8. Um ajudante de pedreiro estava descarregando areia de um caminhão por uma rampa de madeira apoiada à caçamba. Se a rampa tem 3 m de comprimento e forma com o solo um ângulo de  $30^\circ$ , qual é a altura entre a caçamba e o solo, representada por h?



$\text{sen } 30^\circ = \frac{h}{3}$   
 $\frac{1}{2} = \frac{h}{3}$   
 $2h = 3$   
 $h = \frac{3}{2} = h = 1,5\text{m}$

9. Uma das extremidades de um cabo de aço está presa ao topo de um poste, formando com este um ângulo de  $30^\circ$ , enquanto a outra extremidade está fixada no chão a 5 m do pé do poste. Considerando essas informações, determine:

a) o comprimento do cabo de aço e a altura h do poste



$\text{sen } 30^\circ = \frac{h}{c}$   
 $0,5c = h$   
 $c = \frac{h}{0,5}$   
 $c = 2h$

$\text{tang } 60^\circ = \frac{h}{5}$   
 $1,7320 = \frac{h}{5}$   
 $\text{tang } 5 = h = 8,66$

Fonte: a pesquisa.

As respostas de A1 são semelhantes aos dos demais alunos com as respostas adequadas indicando a apropriação dos conteúdos matemáticos relativos à RTTR.

Segundo Libâneo (2013, p.216) “A avaliação é uma tarefa didática necessária e permanente do trabalho docente, que deve acompanhar passo a passo o processo de ensino e aprendizagem”. Assim, pela atividade complementar os alunos puderam retomar os conhecimentos necessários para o desenvolvimento da investigação da etapa subsequente com o Braço Robótico Virtual, considerada como a principal atividade na proposta da SD com uma abordagem da Educação STEM.

#### 6.1.6 Sexta etapa – Braço Robótico virtual (Simulador Virtual)

Como última atividade, reservou-se a atividade com o simulador de braço robótico com o propósito de trabalhar conceitos estudados. Para Libâneo (2013), a matéria a ser transmitida proporciona determinados procedimentos de ensino que, por sua vez, levam a formas de organização de estudo ativo dos alunos.

A atividade de cunho exploratória com o robô virtual, foi adaptada para o celular para facilitar a maior participação dos alunos. Para os alunos conseguirem explorar esse objeto de aprendizagem, era necessário que eles informassem os valores de rotação e posição da garra de forma precisa, pois tal abordagem, requer conhecimentos matemáticos para solução da tarefa. A Figura 47 apresenta a captura de tela da 6ª etapa postada no AVA.

Figura 47 - Captura de tela da 6ª etapa.

**6ª etapa:** Atividade com o simulador virtual, atividade investigativa e de exploração para por em prática os conteúdos estudados. Deixe aqui dúvidas e comentários. (☺ ∪ ☺).

Orientação: Pegue a bola vermelha fornecendo o valor de quanto o braço robótico tem que estender e o ângulo de rotação que ele deve girar.



Coordenada Polar – GeoGe...  
<https://www.geogebra.org/m/fgyak>



Atividade Simulador Virtual  
Formulários Google

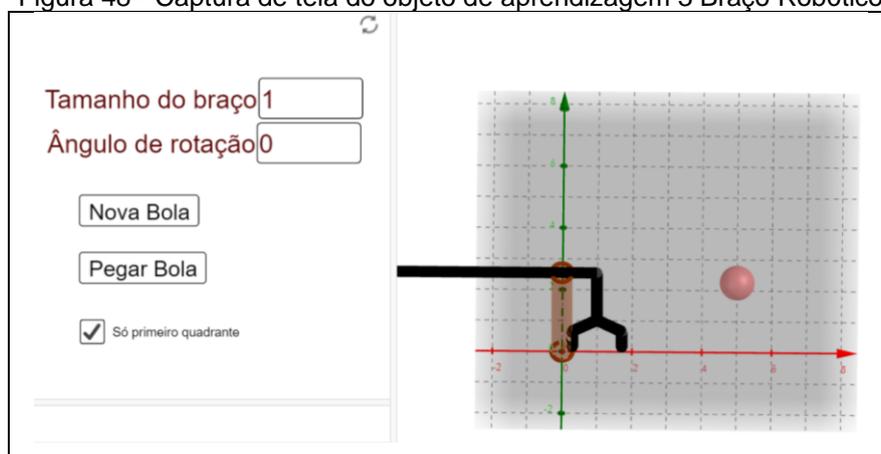
Fonte: a pesquisa.

A atividade consistia em pegar a bola vermelha fornecendo o valor de quanto o braço robótico tem que estender e o ângulo de rotação que ele deve girar.

A turma foi dividida em 4 equipes com 3 componentes, entre os alunos: D3, E2, E3; A1, A2,A3; F1, F3, G2; G3, K1, K3. Desse modo, as análises foram realizadas por equipes. Para Zabala (1998), a ordem e o progresso das sequências de ensino e de aprendizagem, no caso dos conteúdos procedimentais, estarão determinados, na maioria das vezes, pelas características das ajudas que irão sendo apresentadas ao longo da aplicação do conteúdo.

No início, a professora informou aos grupos que eles deveriam estender o braço robótico, que é a distância da garra em relação a base e depois rotacionar para posicionar a garra sobre a bola, usando como procedimento os cálculos que estudaram. Deste modo o ângulo de rotação pode ser fornecido como um valor positivo, movimento anti-horário, ou negativo, movimento horário. A Figura 48 apresenta a captura de tela do objeto de aprendizagem 3 Braço Robótico 1.

Figura 48 - Captura de tela do objeto de aprendizagem 3 Braço Robótico



Fonte – PPGECIM

Como mostra a Figura 48, a visualização o OA 03 é dividido em três áreas. Conforme Homa (2021), na área da esquerda acima ficam as instruções, os comandos de movimento e os botões de Nova Bola e Pegar Bola e mais abaixo, dessa primeira área mencionada, fica a tela CAS (Computer Algebra System) do GeoGebra que pode ser utilizado para a realização dos cálculos. Na

terceira área, à direita, fica a visualização tridimensional do braço robótico com a possibilidade de interação para mudança da vista.

Segundo Homa (2021), o simulador dispõe de um controle que permite limitar, ao primeiro quadrante, o posicionamento aleatório da bola, e dessa forma, diminuindo o grau de complexidade da situação problema. Então, que foi previsto:

- Que eles identificassem a hipotenusa do triângulo retângulo como a distância a ser fornecida;
- Que, se eles soubessem como calcular, deveriam realizar os procedimentos necessários;
- Se não sabem, deveriam explicar por que não sabem.

Salienta-se que cada equipe estava com um simulador de braço robótico no notebook, disponibilizado pela pesquisadora, com a bola posicionada em coordenadas diferentes, podendo a bola vermelha mudar de posição aleatoriamente ao clicar no botão “Nova Bola”.

Como foi previsto, houve dúvidas com a necessidade de os alunos consultarem o material de apoio no AVA e apontamentos no caderno.

De imediato todos os alunos exploram o simulador usando valores em ações infrutíferas de tentativa e erro. A Professora pesquisadora levantou a discussão realizando a mediação sobre como poderiam ser os procedimentos para a realização da tarefa. Entretanto, no primeiro momento não conseguiram identificar o triângulo retângulo formado pelas coordenadas da bola e o braço robótico. Para dar andamento na atividade foi necessário discutir o problema para que eles conseguissem visualizar o triângulo retângulo a partir da posição inicial do braço até a bola vermelha.

Para Libâneo (2013), as relações entre professor, aluno e matéria não são estáticas, mas dinâmicas; por isso, fala-se da atividade de ensino como um processo coordenado de ações docentes. Dessa forma, abriu-se o diálogo entre professora e os alunos e a discussão foi conduzida para que eles conseguissem visualizar que é necessário a malha quadriculada para obter as unidades de medidas.

Para Lévy (1999), a competência do professor deve dirigir-se no sentido de incentivar a aprendizagem e o pensamento. Nesse início da atividade

identificou-se dificuldades, em relação ao manuseio de OA 03 e a falta de autonomia por parte da maioria dos alunos.

Aluno E3: “Tem que contar os quadradinhos”, em conversa com os componentes da equipe. Os alunos D3 e E3 seguiram as orientações do colega e identificaram o triângulo retângulo. A seguir o aluno E3 falou para os alunos D3 e E1 “Teorema de Pitágoras” e sinaliza que a equipe conseguiu encontrar o valor certo da Hipotenusa, após algumas tentativas frustradas e erros de digitação. Depois eles iniciaram o procedimento para encontrar o ângulo de rotação, neste momento o aluno E3 falou com os colegas D3 e E2 “divide o cateto oposto pelo cateto adjacente, vê quanto é que dá, agora”.

Ressalta-se que esta equipe foi a primeira a encontrar o valor correto da hipotenusa e do ângulo de rotação. Todos participaram da atividade de forma espontânea, se mostraram motivados e engajados.

O grupo A1, A2, A3 ficou com dúvida de onde começar a contar, realizando tentativas de cálculo e discutindo entre eles até que o aluno A1: “Ah, agora que vim entender!” e indicou para os colegas da equipe, os alunos A2 e A3, que parte na malha quadriculada do simulador poderia ser os catetos e faz o desenho no caderno, mostrando para A2 e A3 e iniciando os cálculos.

Se constatou que todos do grupo (Aluno A1, Aluno A2, Aluno A3) se engajaram e participaram desta primeira parte da atividade, discutindo e analisando erros, se empenhando e mostrando que estavam satisfeitos quando perceberam que conseguiram encontrar o valor certo.

Os alunos F1 e F3 e G2 sinalizam dificuldades para encontrar valores para o cálculo da hipotenusa. Nesse momento, a professora abriu uma discussão entre os componentes da equipe para que visualizassem e avançassem, identificando o procedimento correto e realizando os cálculos.

Com relação ao grupo, esta equipe sentiu mais dificuldade que as outras equipes, mas conseguiram finalizar o procedimento correto. Notou-se engajamento, participação, respeito mútuo e motivação.

O grupo de alunos G3, K1 e K3 queriam, no primeiro momento, realizar os procedimentos memorizando os valores dos resultados dos cálculos, porque segundo eles, o desafio seria fácil, mas perceberam que era mais prudente anotar para não haver esquecimento de valores encontrados. Ao encontrarem o valor da hipotenusa correto, clicaram outras vezes em “Nova Bola”, para

realizarem novamente os cálculos, com valores diferentes com a finalidade de sanar as dúvidas. Neste grupo, houve empenho e participação de todos os componentes, e estes estavam engajados na busca da solução do desafio.

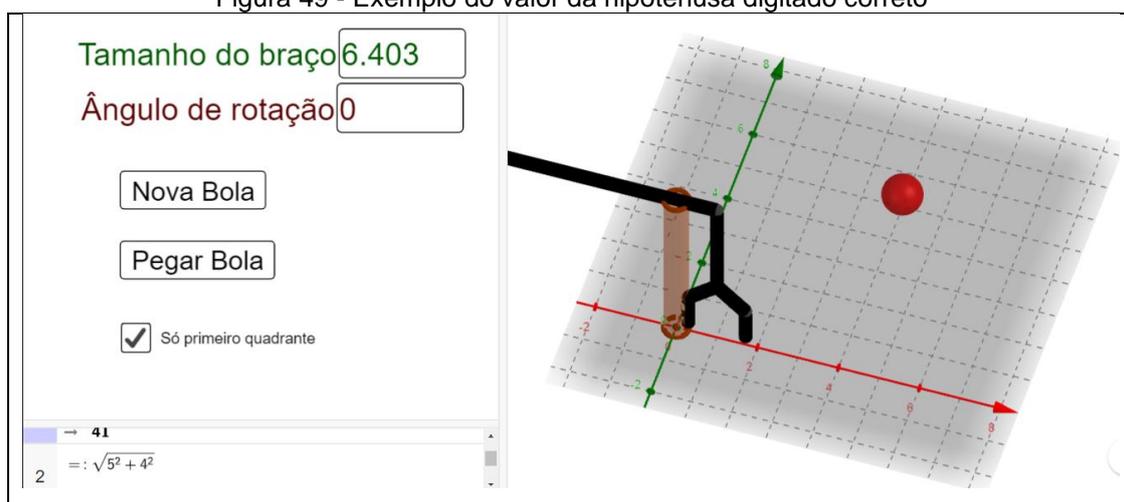
Durante os procedimentos, a professora informou aos discentes para que considerassem até a quarta casa decimal para os valores encontrados. Todas as equipes encontram os valores para hipotenusa, ou seja, o valor de quanto o braço robótico tem que estender para pegar a bola vermelha e que esse resultado seria necessário que o valor fosse digitado correto.

Nesta primeira fase foi observado que todos os alunos ficaram empenhados e motivados em descobrir os movimentos do braço robótico.

Esta atividade se mostrou essencial para que os alunos percebessem a aplicação do teorema de Pitágoras para o cálculo da hipotenusa. Notou-se que a revisão feita no início da SD foi importante para a resolução dessa fase da atividade, visto que, foi identificado pontos de fragilidade no conhecimento relativo a triângulos.

Vale ressaltar que o resultado do valor do cálculo da hipotenusa fica verde quando está correto. O valor fica vermelho quando está errado e o robô não realiza movimento algum. A Figura 49 apresenta um exemplo do valor da hipotenusa digitado correto.

Figura 49 - Exemplo do valor da hipotenusa digitado correto



Fonte - PPGEICIM

A Professora novamente foi ao quadro e apontando para o simulador, dessa vez, iniciou a discussão sobre o procedimento para encontrar o valor para que o braço robótico rotacione com a bola vermelha.

Professora: “Para o braço rotacionar é preciso encontrar o ângulo de rotação”.

Aluna A1 para os alunos A2 e A3 “Agora falta o ângulo, né?”

Aluna A2 para os alunos A1 pra A3: “a gente fez o seno”

Aluna A1 : “Professora, depois tem que colocar, a inversa, o arco seno”.

A professora pesquisadora levantou a discussão sobre o assunto que foi estudado, incentivando a realizarem seus cálculos e tentarem pegar a bola vermelha.

A aluna F1 para os alunos F3 e G2: “pode ser tanto pela tangente, cosseno ou seno”

Aluna K1 para os alunos G3 e K3 sobre o procedimento: “Seno, Cosseno, tangente e as inversas”.

As equipes procederam com o cálculo do seno, cosseno, tangente e as suas inversas. Mas alguns colocaram o valor das razões trigonométricas no simulador para rotacionar, não funcionando. Novamente a professora pesquisadora inicia a discussão para que os alunos consigam perceber os cálculos que ainda faltam para determinar os ângulos.

Aluno K3 para os alunos K1 e G3: “é preciso encontrar as inversas”.

Alunos G3, K1, K3: falam o valor dos catetos e da hipotenusa que encontraram, realizam o cálculo da inversa e o braço não rotaciona

Aluno E3 para os alunos D3 e E2: A inversa é  $\text{Sen}^{-1}$  (Estavam com calculadora).

Aluno E3 os alunos D3 e E2: “Ah, agora que vim lembrar”

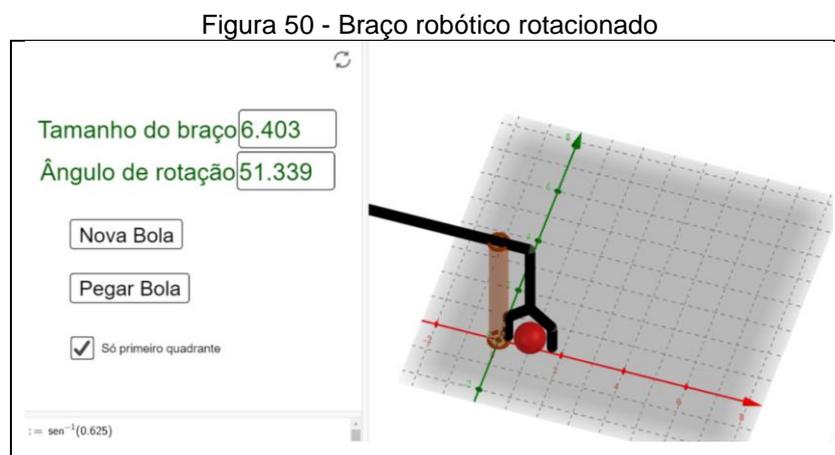
O grupo formado por D3, E1 e E2 encontrou o valor do arco seno, mas ao digitar, percebeu que não funcionou. Todos os alunos procederam com os cálculos e testaram os valores encontrados.

Aluno E1 “Professora descobrimos por que estava dando errado, não estávamos diminuindo do  $180^\circ$ ”. Observou-se que estavam realizando o cálculo para um ângulo entre  $90^\circ$  e  $180^\circ$ , sendo necessário para encontrar o suplementar que seria o ângulo de rotação.

No momento da discussão, todos os grupos procederam de forma semelhante para encontrar o ângulo suplementar, visto que as discussões eram abertas para a sala e, durante as conversas, todos os grupos tiveram o mesmo entendimento.

Aluna A2 para A1 e A3: “encontramos a hipotenusa, depois o cálculo para encontrar o seno, achamos a inversa e o suplementar”.

A Figura 50 traz a imagem do braço robótico rotacionado, após ser digitado os valores corretos.



Fonte - PPGECIM.

Aluno E3: esse é o ângulo de rotação do braço, (aponta para o simulador, no notebook) estava dando errado porque não estávamos diminuindo do 180° e verifica que fica “verdinho” quando os cálculos estão corretos.

Aluno A2: “Professora, a gente calculou todos”.

A equipe formada pelos alunos G3, K1 e K3, também realizam os procedimentos corretos, conseguindo rotacionar o braço robótico e ao final batem palmas de felicidade, dizendo que iriam repetir todos os procedimentos novamente.

Aluno K1: Professora “Para o cálculo do braço robótico é os catetos ao quadrado depois soma e tiramos a raiz quadrada” é o cálculo da hipotenusa. Para o ângulo é o arco seno, arco cosseno ou arco tangente”.

Aluno G2:” Para o braço robótico pegar a bolinha nós usamos o seno e depois o arco seno”.

Aluno G2: “Achei muito fácil”.

Aluno E3: “Professora, tentamos um monte de vezes e deu errado, depois que deu certo”.

Depois que descobriram todo o procedimento de movimento do braço robótico os alunos refizerem os cálculos e testaram outras vezes com outras posições da bola vermelha, pois acharam divertido.

Sobre as percepções dos alunos em relação à atividade em abordagem STEM, as falas dos alunos mostraram interesse.

A2: “Gostei bastante”.

A1: “É melhor quando a gente faz assim, do que a aula normal.”

E3: “Eles conseguiram aprender (os alunos da sala).”

G2: “Achei muito fácil, acertei muita coisa (sobre os cálculos corretos)”.

Nessa etapa, o intuito foi concentrar a atenção do aluno na tarefa e engajar o estudante em altos níveis de pensamento cognitivo e raciocínio lógico.

A educação STEM, para Homa (2021), é uma educação que valoriza a ação dos estudantes, o educar pela pesquisa, a discussão, a reflexão e o trabalho com situações problemas da vida moderna. Desse modo, foi observado como os alunos pensaram e refletiram no passo a passo de como se dá o processo. Então, inferiu-se que esse processo contribuiu para a construção do conhecimento.

A pesquisa foi conduzida com perguntas norteadoras para levar os alunos entenderem o que é seno, cosseno e tangente por atividades exploratórias por aplicações. Entretanto, no início da atividade, percebeu-se a falta de autonomia por parte de alguns alunos que necessitaram do auxílio do professor para realizar a tarefa.

Contudo, através do SV, os discentes conseguiram identificar a hipotenusa do triângulo retângulo e procederam com os cálculos necessários. Isto é, nessa etapa da SD, os alunos conseguiram identificar a hipotenusa no triângulo retângulo como a distância necessária para pegar a bola vermelha, e procederam com os diferentes cálculos das Relações Trigonométricas para determinar o ângulo de rotação.

Apesar de dificuldades no cálculo das inversas os alunos se mostraram motivados em realizar a atividade realizando questionamentos, interações e cooperação entre as equipes. Em vista disso, esta atividade se mostrou importante para que conseguissem visualizar a conversão da representação retangular para polar no espaço, aplicando os conhecimentos da trigonometria, dando atenção aos ângulos suplementares na determinação dos ângulos pelas operações inversas das relações trigonométricas com o auxílio e a mediação do professor.

Segundo Homa (2021), o uso de simuladores na educação busca a integração da teoria e da realidade em um ambiente virtual que permite a experimentação sem riscos físicos àquele que aprende e sem danos aos dispositivos, aparelhos ou equipamento e está associado com o grau de realidade que o mesmo representa quando comparado com o equipamento real. Além, de estarem alinhados com a abordagem STEM, por integrar a matemática, a tecnologia e a robótica em contexto de ensino.

Conforme Homa (2021) o simulador foi idealizado para aplicação de conteúdo matemático em uma situação de Engenharia, na forma de braço robótico. Para Pugliese (2020) *STEM Education* aparece como uma resposta a um currículo desconectado das exigências da indústria contemporânea e do mercado de trabalho ao qual os alunos estão submetidos atualmente.

Por outro, lado, além de verificar/analisar o que impactou ou não impactou na aprendizagem do aluno, ou seja, na aprendizagem das RTTR, ao final das atividades foi também analisado se houve mudança de comportamento e/ou interesse por uma das áreas do STEM. Desse modo, ao término, os alunos responderam às perguntas do Formulário “Atividade Simulador Virtual”, sobre as percepções em relação a atividade em abordagem STEM no Simulador. A Figura 51 apresenta as perguntas norteadoras do Formulário eletrônico.

Figura 51 - Perguntas norteadoras

<p>Pergunta norteadora:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Como você calcula o quanto o braço robótico tem que estender para pegar a bola vermelha?</li><li>2. Como você determina o quanto o braço robótico tem que rotacionar?</li><li>3. Você gostou da atividade de hoje?</li><li>4. As atividades com o auxílio de tecnologias te ajudaram a entender o conteúdo?</li></ol>
--

Fonte: a pesquisa.

Nesse sentido, em relação à primeira e à segunda perguntas desse formulário, os estudantes, no geral, afirmaram que conseguiram visualizar o triângulo retângulo e realizar os procedimentos para pegar a bola vermelha, ou seja, o valor da hipotenusa e que para rotacionar, precisariam realizar os procedimentos dos cálculos das razões trigonométricas no triângulo retângulo.

Em relação à terceira pergunta norteadora do formulário “Atividade Simulador Virtual”, 10 alunos marcaram que gostaram da atividade, sendo que o Aluno G3 sinalizou que gostou muito e o aluno K1 escreveu “demais”.

Na quarta e última pergunta, quando questionados se “As atividades com tecnologias te ajudaram a entender o conteúdo?”, 11 sinalizaram que sim e o aluno K1 escreveu novamente “Demais”.

Para Zabala (1998), os desafios têm que ser alcançáveis, já que um desafio tem sentido para o aluno quando este sente que, com seu esforço e ajuda necessária, pode enfrentá-lo e superá-lo. Nesse momento, sua tarefa será gratificante.

Para Almeida (2020), a trigonometria é um ramo importante da matemática e também essencial para o bom desempenho de estudantes que venham a escolher, no futuro, áreas ligadas as ciências exatas. Além disso, o OA 3, por ser um simulador virtual, se mostrou prático e dinâmico nessa atividade investigativa, uma vez que, pelos procedimentos de cálculos, os alunos, através das manipulações e das visualizações conseguiram consolidar a construção dos conceitos desenvolvidos na etapa 4.

Os simuladores virtuais, para Homa (2021), são uma alternativa para a Robótica Educacional, que permite a exploração sem prejuízos decorrentes de manipulações equivocadas. Além disso, mantêm-se a integração entre áreas como Engenharia, Ciências e Matemática, relacionadas ao STEM.

Após a realização das atividades previstas foi incluída mais uma Atividade no *Kahoot* como forma de validar o processo de aprendizagem das RTTR. A Figura 52 traz a captura de tela da atividade interativa no *Kahoot*.

Figura 52 - Captura de tela da atividade com o Kahoot.



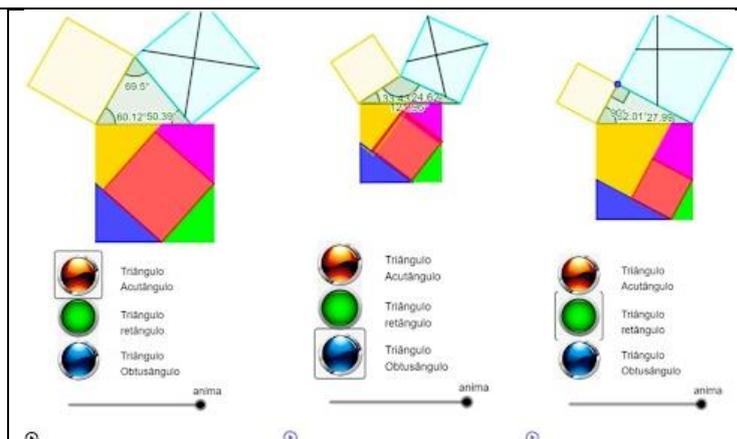
Fonte: Site Kahoot.

### 6.1.7 Análises a posteriori

Após a atividade foi feita pesquisa com um questionário via formulário eletrônico com o objetivo de analisar se houve mudança do interesse por uma das áreas do STEM, da qual participaram 13 alunos. A Figura 53 apresenta as perguntas da Entrevista para os alunos do 1º ano do Ensino Médio.

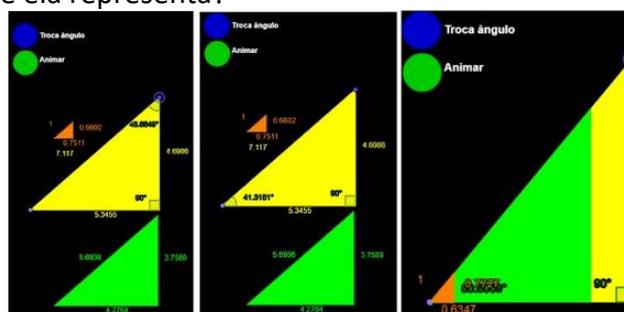
Figura 53 - Entrevistas para os alunos do 1º ano do Ensino Médio

1. O que você achou das atividades propostas:  
Interessantes                      Chatas                      Cansativas  
Outro: \_\_\_\_\_
2. Você entendeu a aplicação e o cálculo da Hipotenusa?    Sim              Não
3. Você entendeu o cálculo e a aplicação do seno, do cosseno e da tangente?  
Sim                      Não
4. Você compreendeu o cálculo e a aplicação do arco seno, do arco cosseno e do arco tangente?                      Sim                      Não
5. Depois de realizar as atividades propostas, você consideraria fazer um curso de:  
Engenharia                      Física                      Matemática                      Robótica  
Não consideraria              Outro: \_\_\_\_\_ -
6. Considerando a questão 5, se a resposta for não, escreva porque não cursaria?
7. Considerando a questão 5, antes de realizar as atividades, você já pensava em cursar algumas das áreas citadas na questão?    Sim              Não
8. Na sua opinião, em relação à figura a seguir, qual foi a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?



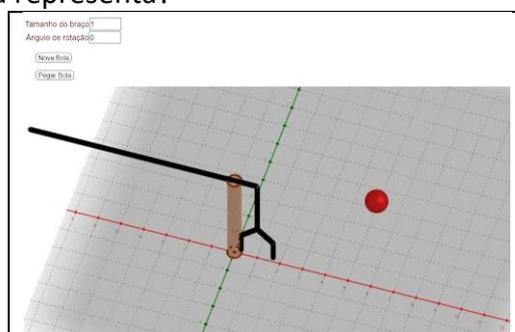
Fonte: PPGECIM

9. Na sua opinião, em relação à figura a seguir, qual a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?



Fonte: PPGECIM

10. Na sua opinião, em relação à figura a seguir, qual a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?



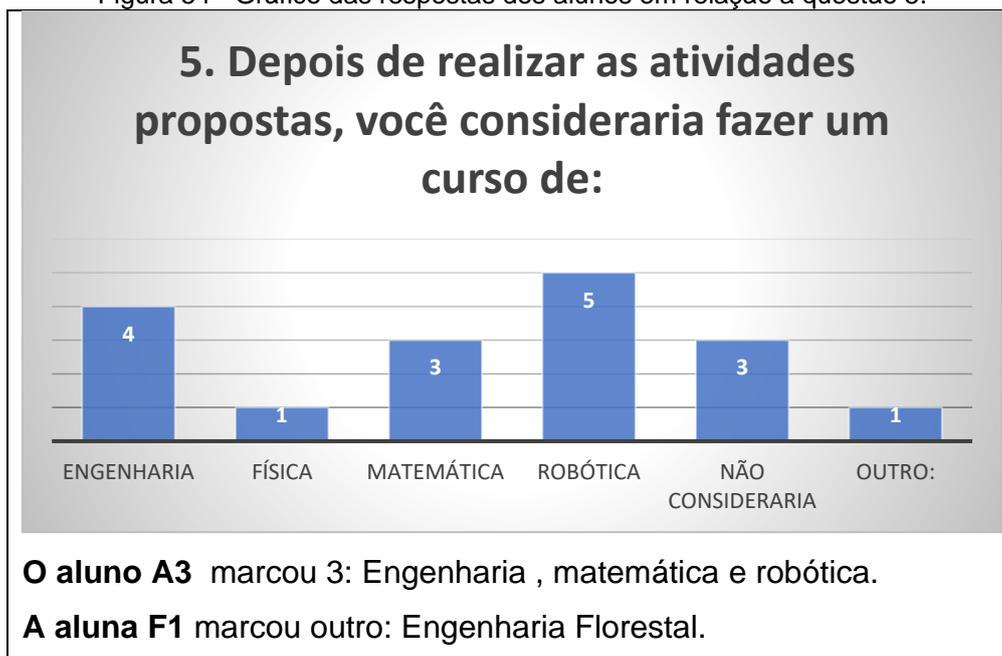
Fonte – PPGECIM.

Fonte: a pesquisa.

Em relação a primeira pergunta, 10 alunos acharam as atividades interessantes, 2 acharam cansativas e o Aluno A3 escreveu “Super incrível”.

Na segunda , terceira e quarta pergunta, os 13 alunos afirmaram que entenderam o cálculo da Hipotenusa, a aplicação do seno, do cosseno e da tangente e a aplicação do arco seno, do arco cosseno e arco tangente respectivamente. A Figura 54 mostra o gráfico das respostas dos alunos em relação a questão 5.

Figura 54 - Gráfico das respostas dos alunos em relação a questão 5.



Fonte: a pesquisa.

Em relação à questão 6, quando indagados acerca do porquê de não terem interesse em cursar as áreas de exatas, três alunos responderam:

- Aluna A2: “ Porque não é algo que chame a minha atenção”
- Aluna K1 “Gosto, porém não tenho interesse na área”
- Aluno K3: “porque não me identifico com nenhuma, por mais que eu ache legal”.

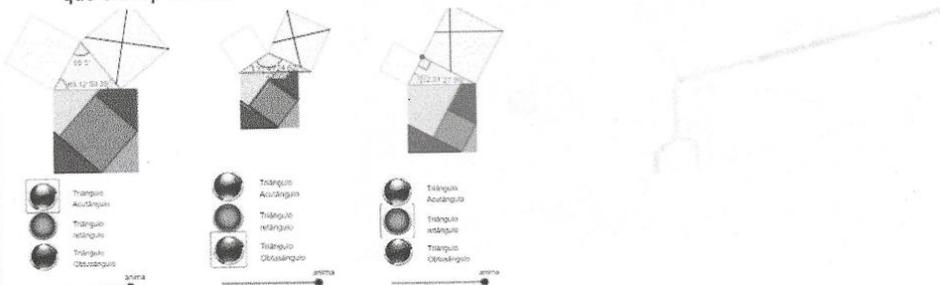
Já na questão 7, 4 alunos afirmaram que já pensavam em cursar alguma das áreas apresentadas na pesquisa e 9 não pensavam.

Na questão 08 sobre as contribuições do OA 02, percebeu-se que os alunos entenderam, através dessa atividade interativa, o Teorema de Pitágoras e as Figura 55 revelam as respostas dos alunos A2, E3 e F3, respectivamente em relação à questão 08 do questionário.

Figura 55 - Respostas dos Alunos A2, E3 e F3 em relação a questão 8.

Aluno A2

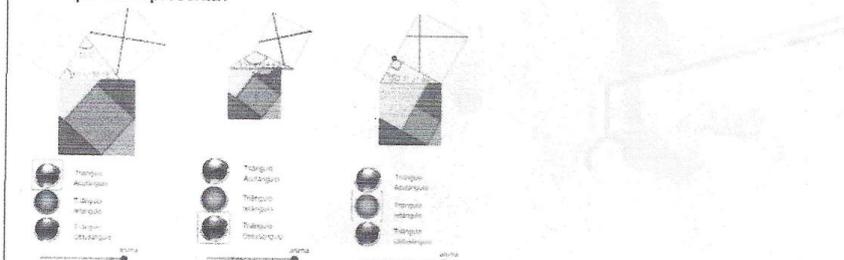
8. Na sua opinião, em relação a figura a seguir, qual foi a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?



a gente aprende a Teorema de Pitagoras que se dá certo no Triângulo retângulo

Aluno E3

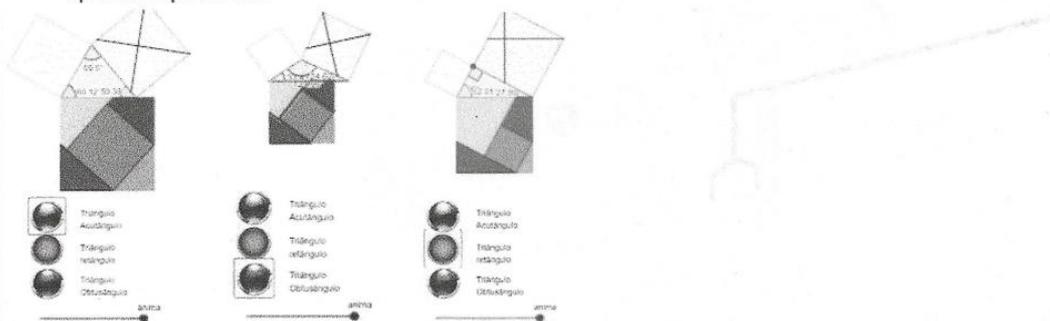
8. Na sua opinião, em relação a figura a seguir, qual foi a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?



Que o teorema de Pitagoras só funciona no triângulo retângulo

Aluno F3

8. Na sua opinião, em relação a figura a seguir, qual foi a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?



Facilitou o processo de aprendizagem de uma forma mais clara sobre o Teorema de Pitagoras onde funciona somente no Triângulo Retângulo.

Fonte: a pesquisa.

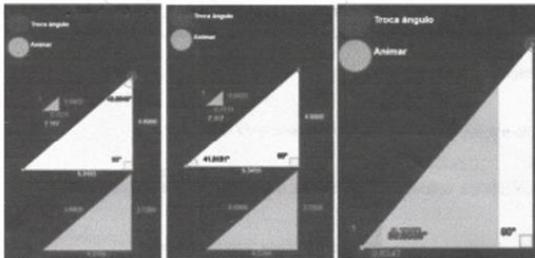
Na questão 09 sobre as contribuições do OA 01, os alunos sinalizaram que entenderam, por meio dessa atividade interativa, a Semelhança de

Triângulos, seno, cosseno e tangente. As Figura 56 apresentam as respostas dos alunos A3, E3 e F3, respectivamente, em relação a questão 09 da entrevista.

Figura 56 - Respostas dos Alunos A3, E3 e F3 em relação a questão 9

Aluno A3

9. Na sua opinião, em relação a figura a seguir, qual a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?

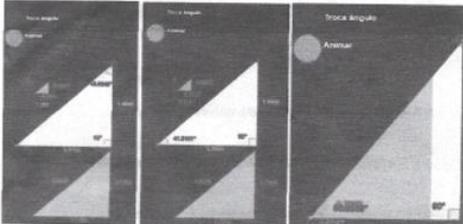


*com a Tangente, Ela não semelhante porque os lados são proporcionais e os ângulos congruentes.*

---

Aluno E3

9. Na sua opinião, em relação a figura a seguir, qual a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?

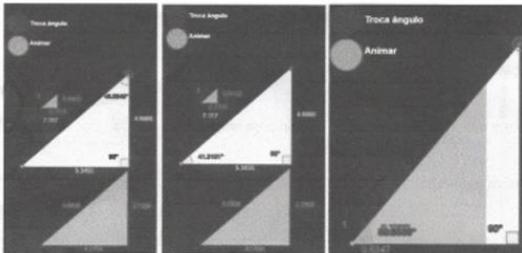


*Isso não importa a fórmula do ângulo do cateto ou de hipotenusa de triângulos são semelhantes os lados são proporcionais e os ângulos são congruentes.*

---

Aluno F3

9. Na sua opinião, em relação a figura a seguir, qual a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?



*Me ajudou a compreender de forma melhor a atividade e menos difícil sobre os Triângulos e seus lados*

Fonte: a pesquisa.

Na questão 10, sobre as contribuições do OA3, os alunos escreveram sobre o que entenderam através dessa atividade interativa, inferindo que se tratava praticamente de todas as relações da trigonometria no triângulo retângulo vistas na sala de aula. As Figura 57 apresentam as respostas dos alunos A3, F3 e K1, respectivamente, em relação à questão 10 da entrevista.

Figura 57 - Resposta do Aluno A3, F3 e K1 em relação a questão 10.

Aluno A3

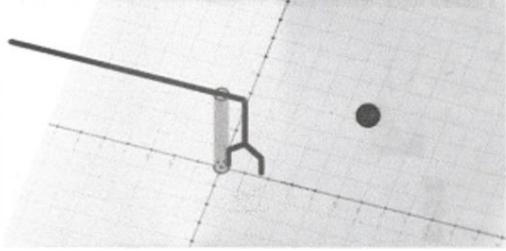
10. Na sua opinião, em relação a figura a seguir, qual a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?

Tamanho do traço:

Ângulo de rotação:

Novo Arco:

Opção Fixa:



*possuem os conceitos de tangente, seno, cosseno, tangente, ângulos complementares e suplementares.*

Aluno F3

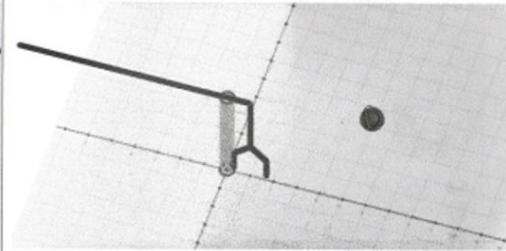
10. Na sua opinião, em relação a figura a seguir, qual a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?

Tamanho do traço:

Ângulo de rotação:

Novo Arco:

Opção Fixa:



*Ajudou no meu aprendizado a compreender seno, cosseno e Tangente e arco seno, arco cosseno, arco tangente.*

Aluno k1

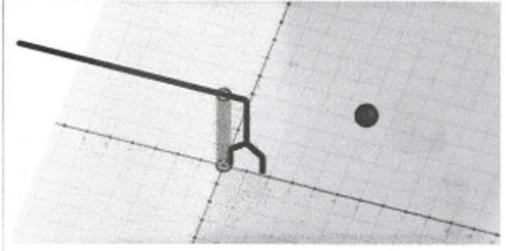
10. Na sua opinião, em relação a figura a seguir, qual a contribuição do objeto de aprendizagem que ela representa?

Tamanho do traço:

Ângulo de rotação:

Novo Arco:

Opção Fixa:



*aprendi a fazer os cálculos para seno e cosseno e para os ângulos e para a tangente e o arco seno e o arco cosseno e o arco tangente e a*

Fonte: a pesquisa.

No início da SD, na primeira etapa, observou-se o interesse maior pelas áreas das humanidades em relação as áreas das Exatas com uma relativa preferência pelas disciplinas Língua Portuguesa e Educação Física. Já em

relação às áreas de interesse verifica-se o maior interesse em áreas como as de Administração, Marketing, Direito e Publicidade respectivamente em detrimento das demais áreas, e em particular das áreas STEM.

Entretanto, foi observado que a partir das atividades propostas no decorrer das investigações, que as tecnologias contribuíram de forma positiva na construção de conceitos relacionados às RTTR, bem como no interesse dos alunos pelas atividades procedimentais mais interativas relativas as abordagens STEM, visto que foi verificadas atitudes como o engajamento, a cooperação, interação, interesse e respeito nas opiniões contrárias em realizar as atividades em grupo.

Também foi percebido que o simulador do braço robótico, foi importante para a aprendizagem da RTTR, pois trouxe significado ao estabelecer a conexão entre a realidade e os conhecimentos matemáticos como preconiza a Educação STEM (PUGLIESE, 2021). Segundo Homa (2021, p. 03) “os simuladores são uma alternativa para a Robótica Educacional que permite a exploração sem prejuízos decorrentes de manipulações equivocadas, mantendo a integração entre áreas como Engenharia, Ciências e Matemática”. E contribuiu de forma significativa para a aprendizagem das RTTR, o que valida as hipóteses prévias. Deste modo, percebeu-se que a aprendizagem das RTTR com tecnologias interativas influenciou no interesse pelo conteúdo das áreas STEM

## 7 CONCLUSÃO

O intuito da pesquisa foi investigar uma Sequência Didática com tecnologias, em uma abordagem STEM, para a aprendizagem das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo e identificar as influências das atividades propostas no que diz respeito ao interesse dos alunos do Ensino Médio por algumas das áreas STEM.

Deste modo, as atividades investigadas e organizadas para comporem a SD se mostraram adequadas, contribuindo para a aprendizagem das RTTR. Verificou-se que as atividades com a robótica influenciaram no interesse dos alunos pelas áreas STEM, às quais estão ligadas às Ciências Exatas, visto que foram relacionadas à situações-problema, de conteúdos escolares que fizeram sentido e facilitaram a compreensão dos alunos, bem como foi externado pelos alunos o quanto foi interessante com alguns querendo continuar a estudar a robótica.

Dessa forma, mesmo com várias dificuldades e contratempos típicos de uma escola pública de periferia, como a falta de recursos tecnológicos, é viável encontrar meios de levar as TD para o ambiente escolar e buscar meios de inserir atividades matemáticas que façam mais sentido para o aluno.

Assim, entende-se que a sequência didática da pesquisa foi uma proposta que integrou os alunos dessa escola pública, levando as aulas de matemática próxima do esperado para o Novo Ensino Médio ao tratar de modo integrado os conhecimentos com a realidade.

Pelos depoimentos dados pelos alunos, bem como pela observação da pesquisadora, observou-se que as atividades que envolvem as tecnologias contribuíram para o processo de ensino e de aprendizagem e mostraram que, como agente motivador, a atividade com os braços robóticos reais despertou o interesse pelas aulas posteriores que fizeram parte das atividades de investigação.

A pandemia do Covid 19 mostrou seus impactos na aprendizagem dos alunos que chegaram ao Ensino Médio sem os conhecimentos básicos da trigonometria. Dessa forma, a revisão que era para ser realizada na forma de SAI teve que ser alterada para uma aula convencional pela falta de hábito dos

alunos em ser protagonistas da sua aprendizagem e por não haver uma base mínima para que pudesse realizar a revisão de forma autônoma.

Os objetos de aprendizagem utilizados na pesquisa e disponíveis para uso público se mostraram adequados à proposta da SD. Sendo que o OA 01 foi utilizado tanto para a semelhança de triângulos, temática não prevista no seu desenvolvimento, bem como para os estudos das RTTR.

Na atividade com material concreto, os alunos demonstraram interesse e engajamento em descobrir o funcionamento do braço robótico, funcionando também como um instrumento motivador para as atividades com o OA 03. Os problemas com a manipulação com o OA 03 foram previstos, já que esse tipo de atividade foi novidade para a turma.

A não visualização do triângulo retângulo no simulador foi um obstáculo para que os conhecimentos matemáticos estudados pudessem ser utilizados, mas a partir do momento que os alunos identificaram com a ajuda da professora pesquisadora, as atividades seguiram adiante.

O fator tempo insuficiente, devido a outras atividades da escola que tomaram boa parte do tempo dos alunos acabou impactando nos tempos determinados para a execução das atividades. Apesar dos problemas e das dificuldades, os alunos conseguiram vencer o desafio. Assim, depois que descobriram os movimentos do braço robótico, decidiram realizar diversos cálculos no SV somente por diversão.

Em relação à proposta de integração das Tecnologias, da Engenharia e da Matemática como orienta a Educação STEM, os resultados e os depoimentos dos alunos indicam que as atividades que contextualizam a Matemática com outras áreas favorecem a aprendizagem. Sobre o interesse pelas áreas STEM identificou-se um interesse pela robótica e a Matemática envolvida, por meio dos depoimentos ao final da pesquisa que se mostraram diferentes das preferências dos alunos identificadas no perfil dos alunos no início da pesquisa.

Além disso, as atividades interativas ficaram disponíveis para interação no Ambiente Virtual do Google Sala de Aula para que pudessem acessar no momento que os alunos preferissem. Apesar de todos os contratempos tecnológicos como a falta de acesso à internet, foi observado que as aprendizagens das RTTR com tecnologias interativas influenciaram de forma significativa a aprendizagem e o interesse pelas áreas STEM.

O DI auxiliou na implementação das atividades da SD no Google Sala de Aula, mas no geral, devido aos problemas em relação à internet, ao desinteresse e a falta de autonomia e participação dos alunos, não houve o retorno das respostas esperadas nos formulários eletrônicos sendo necessário a aplicação dos questionários na forma impressa.

Identificou-se que no início das atividades houve uma participação considerável em responder os questionários no AVA, mas do meio para o final da pesquisa, muitos deixaram de responder alegando terem esquecido, mesmo com insistentes lembretes da professora. Assim, observamos que nesta pesquisa o AVA e a SAI no Google Sala de Aula se tornaram pouco viáveis considerando o contexto escolar no qual o experimento foi realizado.

Algumas algumas atividades foram realizadas com os celulares dos alunos utilizando a conexão de internet disponibilizada pela pesquisadora, sinalizando a necessidade de se ter mais atenção ao modelo *BYOD (Bring Your Own Device)* no qual os alunos trazem seus aparelhos tecnológicos ficando a escola com o compromisso de fornecer a conectividade.

Sugere-se a aqueles que replicarem esse experimento, que se leve em consideração os conhecimentos prévios dos alunos para o planejamento do tempo necessário para a execução da atividade e, de preferência em uma sala de informática, bem como que seja considerado o planejamento necessário, com os recursos disponíveis existentes.

Considera-se que a pesquisa teve êxito em relação à aprendizagem das RTTR, bem como, despertou o interesse pela robótica, podendo ser considerado como um movimento inicial na mudança das preferências pelas áreas STEM, sendo necessárias ações contínuas de todas as disciplinas das exatas para uma efetiva mudança do pensar sobre as carreiras STEM.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Alessandro Jesus da Silva. **Trigonometria prática com uso de tecnologias para o Ensino das Funções Trigonométricas**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.

ARAUJO, Rafael Enrique Gutiérrez; BRACHO, Luis Andrés Castillo. Simuladores com o software GeoGebra como objetos de aprendizagem para o ensino da física. **Rev. Fac. Cien. Tecnol.**, Bogotá, n. 47, pág. 201-216, jun. 2020.

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. Educação STEAM: **Reflexões sobre a implantação em sala de aula, conexões com a BNCC e a formação de professores. Elaboração Tríade Educacional/2022**. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP). São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 2022. Disponível em: [https://www.famb.org.br/uploads/educacao\\_steam\\_pesquisa\\_completa\\_v1\\_267.pdf](https://www.famb.org.br/uploads/educacao_steam_pesquisa_completa_v1_267.pdf). Acesso em: 22, abr. 2021

BACICH, L.; HOLANDA, J. (Orgs). **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso. 2020.

BERLANDA, Juliane Carla. **Mobilizações de registros de representação semiótica no estudo de trigonometria no triângulo retângulo com o auxílio do software GeoGebra**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Ensino de Física) - Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

BAIRRAL, M.; ASSIS, A.; SILVA, B. C. **Mãos em ação em dispositivos touchscreen na educação matemática**. Seropédica: Ed. da UFRRJ, 2015.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

BOYER, Carl B. História da Matemática. Tradução: Elza F. Gomide. São Paulo: EDUSP, 1974.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Senado Federal, 2018. Disponível em : [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 22, mai. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000. Disponível

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 01, set. 2019.

CARDOSO, Antônio Marcos Mendes. **O ciclo trigonométrico virtual**: Um recurso didático pedagógico mediador do processo de ensino-aprendizagem da trigonometria na educação básica. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) –Programa de Pós-graduação Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2019.

COLL, César et al. **Os Conteúdos na reforma**: Ensino e Aprendizagem de Conceitos, Procedimentos e Atitudes. Porto Alegre: ARTMED,1998.

D'AMBROSIO, Ubiratan. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática**: Concepções & Perspectivas. São Paulo: Editora da UNESP,1999.

DELORS, Jacques et al. **Educação**: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. Brasília: MEC: UNESCO. 2010.Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_por). Acesso em: 25, fev. 2022;

DEMO, Pedro. **Pesquisa e Construção de Conhecimento**: metodologia científica no caminho de Habermas. 4. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2000.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Tradução Higinio H. Domingues. 5. ed. Campinas: Ed. da UNICAMP, 2008.

FILATRO, Andrea. **Design Instrucional na prática**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

FILETE, Flavio Anderson. **Robótica com Arduíno como recurso pedagógico para o ensino de geometria e trigonometria**. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades: Uma revisão histórica dos principais autores e obras que refletem esta metodologia de pesquisa em Ciências Sociais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63. mar./abr. 1995.

GROENWALD, C. L. O.; ZOCH, L. N.; HOMA, A. I. R. Sequência Didática com Análise Combinatória no Padrão SCORM. **Bolema**, Rio Claro, v. 22, n. 34, p. 27 – 55, 2009.

HOMA, Agostinho Iaquan Ryokiti. Objetos de Aprendizaje Tridimensionales construídos com el software GeoGebra. **Revista Paradigma**, v. XL, n. 1, p. 69 – 79, 2019.

HOMA, Agostinho Iaquan Ryokiti. Simuladores de braços robóticos - Trigonometria e a representação polar. In: ENCONTRO GAÚCHO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 14, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2021. p. 1-16.

HOMA, A. I. R.; GROENWALD, C. L. O. Área de figuras planas com objetos de aprendizagem no Geogebra. **R. bras. Ens. Ci. Tecnol.**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 123-147, jan./abr. 2016

HOMA, A. I. R.; GROENWALD, C. L. O. Incluindo Tecnologias no Currículo de Matemática: Planejando aulas com o recurso dos tablets. **UNIÓN – Revista Iberoamericana de Educação Matemática**, n. 48, p. 22-40, dez. 2016.

LEONARDO, Fábio Martins de. **Conexões: Matemática e suas tecnologias**. São Paulo: Moderna, 2020.

LÉVY, Pierry. **Cibercultura**. Tradução Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed 34, 1999.

LIBÂNIO, José Carlos. **Didática**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIMA, Ewellen Tenório de; BORBA, Rute Elizabete de Souza Rosa. Combinatória, Probabilidade e suas articulações em livros didáticos de Matemática dos Anos Finais do Ensino Fundamental. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 36, n. 72, p. 164-192, 2022.

LOPES, Maria Maroni. Sequência Didática para o Ensino de Trigonometria usando o Software GeoGebra. **Bolema**, Rio Claro, v. 27, n. 46, p. 631-644, ago. 2013.

MENDES, Maria José de Freitas. **Possibilidades de exploração da história da ciência na formação do professor de matemática: mobilizando saberes a partir da obra de Nicolau Copérnico *De Revolutionibus Orbium Coelestium***. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

MERRILL, D. **Position statement and questions on learning objects research and practice**. Learning objects technology: Implications for educational research and practice, New Orleans: AERA, 2002. Disponível em: <<http://www.learndev.org/LearningObjectsAERA2002.html>>.

MINAYO, Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 26 ed. Petrópolis: Vozes, 2007.

MORAN, José. **Metodologias ativas de bolso**: Como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda. São Paulo. Editora do Brasil, 2019.

MORAN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II] Carlos Alberto de Souza e Ofelia Elisa Torres Morales (orgs.). Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.

MORAN, J.; BACICH, L. Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. **Revista Pátio**, n. 25, jun. 2015. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2015/07/hibrida.pdf>. Acesso em: 1 maio 2022.

MOURA, Patrícia de Souza; LAVOR, Otávio Paulino. Compreendendo o ensino de Triângulo Retângulo através de uma sequência investigativa. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, e21103, set./dez. 2021. Acesso em: 07/09/2022.

OLIVEIRA, Kelen Helena de. **Trigonometria no triângulo retângulo**: um experimento didático-formativo fundamentado na teoria do ensino fundamental [manuscrito]. Jataí. 2018.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Sequência Didática Interativa**: No processo de formação de professores. Petrópolis: Vozes, 2013.

OCDE (2017), **Education at a Glance 2017**: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris: OCDE, 2017. Disponível em: [https://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/estatisticas\\_educacionais/ocde/education\\_at\\_a\\_glance/CN\\_Brazil\\_OECD\\_2017.pdf](https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/estatisticas_educacionais/ocde/education_at_a_glance/CN_Brazil_OECD_2017.pdf). Acesso em 01/09/2021.

PUGLIESI, Gustavo Oliveira. **STEM education no contexto das reformas educacionais**: os efeitos das políticas de educação globalizantes no currículo e na profissionalização docente. Tese (Doutorado em Educação Científica, Matemática e Tecnológica) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo 2021.

PUGLIESI, Gustavo Oliveira. STEM Education: Um panorama e sua relação com a educação brasileira. **Currículo sem Fronteiras**, v. 20, n. 1, p. 209-232, jan./abr. 2020.

PUGLIESI, Gustavo Oliveira; SANTOS, Vinício de Macedo. As relações entre o Pisa e o Movimento STEM education no Brasil. **SciELO Preprints**, 2021. DOI:

10.1590/SciELOPreprints.2478. Disponível em:  
<https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/2478>. Acesso em: 18 nov. 2022.

RICHARDSON, Roberto Jarry. (Org.). **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 3. ed. 14, reimpr. São Paulo: Atlas, 2012.

ROQUE, T.; CARVALHO, J. B. d. P. **Tópicos de história da matemática**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), 2012.

SANTOS, José Manuel dos et al. **GeoGebra e situações que envolvem modelação numa abordagem STEAM**. New York: Organização dos Estados Ibero-americanos, 2019. Disponível em:  
<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1907/1907.02099.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

SCHIVANI, Milton, Souza, Gustavo Fontoura de e Lira, Natália. Programa Nacional do Livro Didático de Física: subsídios para pesquisas. **Revista Brasileira de Ensino de Física [online]**, v. 42, e20200011, 2020.

SILVA, Girleide Maria da. O uso do simulador em aulas de Física e Matemática. **VII CONEDU: Escola em tempos de conexões**. Vol. 03. 2021. Disponível em:  
[https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2021/ebook3/TRABALHO\\_EV150\\_MD7\\_SA100\\_ID9306\\_01112021220740.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/conedu/2021/ebook3/TRABALHO_EV150_MD7_SA100_ID9306_01112021220740.pdf). Acesso em: 24 set. 2022.

SILVA, Jaciele Hosana Santos da; ROCHA, Cristiane de Arimatea. Periódicos na área de Ensino de Matemática: Um olhar sobre o ensino e aprendizagem de Trigonometria. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 7., Poços de Caldas. **Anais...** 2020. Poços de Caldas: CONEDU, 2020. Disponível:  
<https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/69281>. Acesso: 19 dez. 2022.

SILVA, Marlon Rafael Krein. **A BNCC e suas implicações no Ensino Médio: A utilização do software GeoGebra no conteúdo de razões trigonométricas**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Matemática) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2020.

SMOLE, Kátia Stocco. **Ser protagonista: Matemática e suas tecnologias: grandezas e medidas e trigonometria: ensino médio**. São Paulo: Edições SM, 2020.

SOUSA, Airtonelton Magalhães de Sousa. **Currículo de Trigonometria no Ensino Médio: Uma análise nos documentos oficiais, PNLD E ENEM**. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

SOUSA, Francisco Deilson Rodrigues Barbosa de. **Software Geogebra no Ensino da Trigonometria: proposta metodológica e revisão da literatura a**

partir das produções discentes nas dissertações do PROFMAT. São Luís: UFMA, 2018.

SOUSA, Rafael de Castro *et al.* Os desafios da Educação 4.0 na interdisciplinaridade da Educação STEAM no Ensino de Ciências. 2020. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5. 2020, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: CONEDU, 2020. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/65536>. Acesso em: 04, mai. 2021.

SOUZA, Paulo Cesar Tavares de. **Materiais manipuláveis e recursos digitais no ensino da trigonometria**. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

TOZATTO, Souza, Francine Dalavale. **Trigonometria no ensino médio e suas aplicações**. 2018. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

UNESCO. **Informe de seguimiento de la educación en el mundo**. 2020. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374615>. Acesso em: 29/04/2021.

VASSALLO, Victor Hugo. **Razões Trigonométricas: Uma Abordagem do Cotidiano**. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Trad. Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: Como ensinar**. Trad. Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

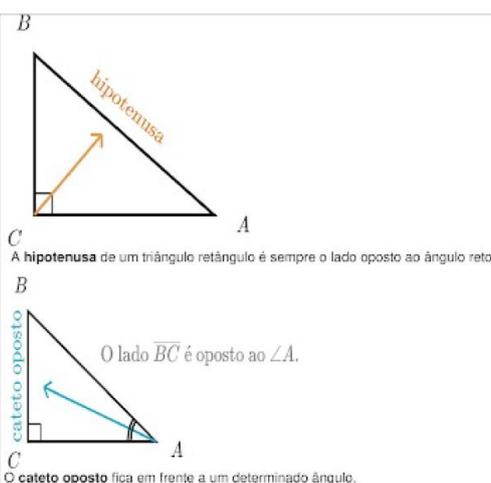
## APÊNDICE

## APÊNDICE A - Atividade das RTTR

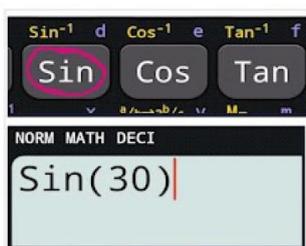
1. Mexa nos vértices do triângulo amarelo para formar um ângulo entre  $30^\circ$  e  $40^\circ$ . Clique no botão animar para sobrepor os triângulos verde e laranja. O que você observou?

- Os triângulos são semelhantes
- Os triângulos não são semelhantes
- Não sei

2. Proceda com a divisão entre o valor do lado oposto ao ângulo considerado (anote o valor do ângulo) e o valor da hipotenusa, dos triângulos amarelo, laranja e verde. O que você observou?

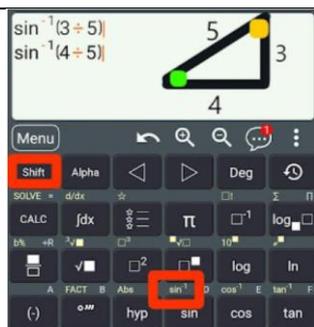


3. Use a calculadora e calcule o seno do ângulo considerado no item 2. O que você observou?

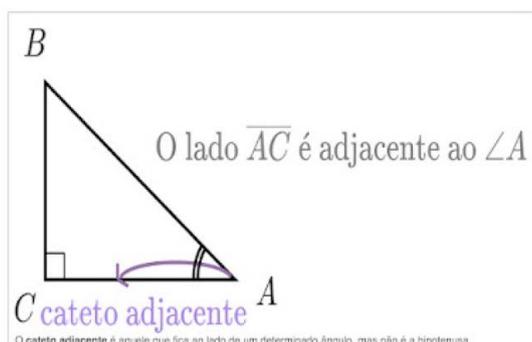


4. Escreva com suas palavras o que você entendeu como o seno de um ângulo

5. Para um triângulo retângulo de lados com medidas 3, 4 e 5. Determine os ângulos (verde e laranja) do triângulo retângulo usando a função inversa do seno (arccosseno).



6. Proceda com a divisões entre o valor do lado adjacente ao ângulo considerado (anote o ângulo) e o valor da hipotenusa, nos triângulos amarelo, laranja e verde. O que você observou?

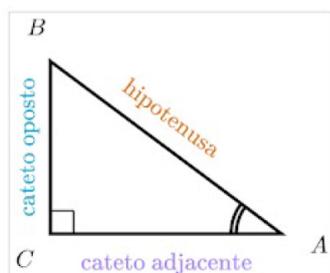


7. Use a calculadora e calcule o cosseno do ângulo considerado no item 6. O que você observou?



8. Escreva com suas palavras o que você entendeu como o cosseno de um ângulo

9. Proceda com a divisões entre o valor do lado oposto (cateto oposto) e o valor do lado adjacente (cateto adjacente) ao ângulo considerado (anote ângulo) nos triângulos amarelo, laranja e verde. O que você observou?

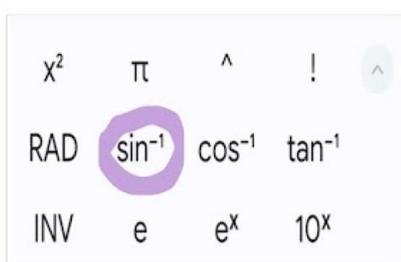


10. Pegue a calculadora e calcule a tangente do ângulo (que você anotou no item 9) dos triângulos amarelo, alaranjado e verde. O que você observou?



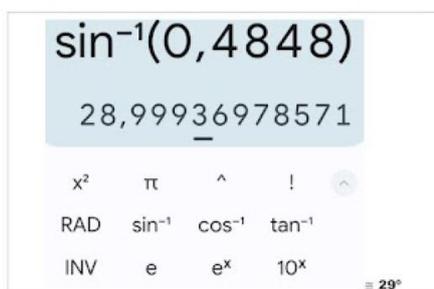
11. Escreva com suas palavras o que você entendeu como a tangente de um ângulo

12. Se o valor do seno de um ângulo é 0,4848. Determine o ângulo usando o arcosseno.



13. Veja na questão 12 que a operação inversa do seno é o  $\text{sen}^{-1}$  o qual denominamos de arcosseno.

Você entendeu o que é o seno e sua inversa?



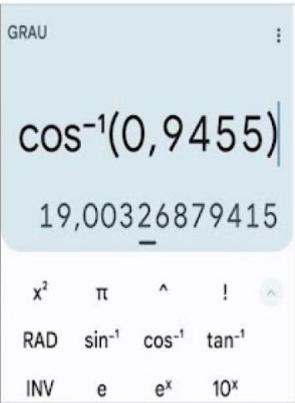
Sim

Não

14. Se o valor do cosseno de um ângulo é 0,9455. Qual é o ângulo? \*

15. Veja na questão 14 que a operação inversa do cosseno é o  $\text{cos}^{-1}$  o qual denominamos de arco cosseno.

Você entendeu o que é o cosseno e sua inversa?



GRAU

$\cos^{-1}(0,9455)$

19,00326879415

$x^2$   $\pi$   $^{\wedge}$   $!$   $\wedge$

RAD  $\sin^{-1}$   $\cos^{-1}$   $\tan^{-1}$

INV  $e$   $e^x$   $10^x$

Sim

Não

16. Explique com suas palavras: o que você entendeu sobre as divisões entre os lados dos triângulo retângulo.

Fonte: a pesquisa

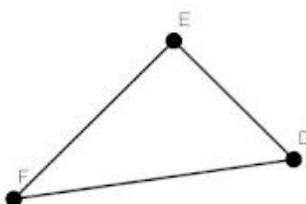
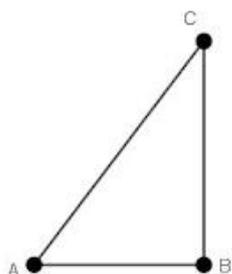
## APÊNDICE B - Atividade Complementar

Atividade Complementar.

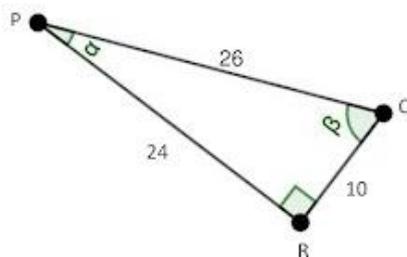
Atividade complementar

Nome:

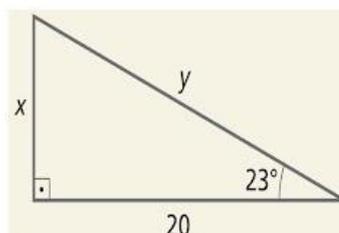
1. Os ângulos do triângulo retângulo com medidas de lado  $AB=3$ ,  $BC=4$  e  $CA=5$  são iguais aos do triângulo retângulo com medidas de lados  $DE=9$ ,  $EF=12$  e  $FD=15$ ? Por quê? (retirado do livro didático "Ser protagonista, p. 64).



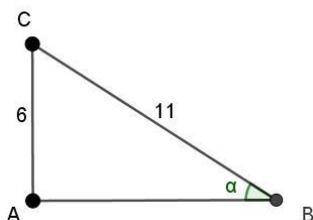
2. Calcule o seno, o cosseno e a tangente do ângulo  $\alpha$  e  $\beta$ . (retirado do livro didático "Ser protagonista, p. 64).



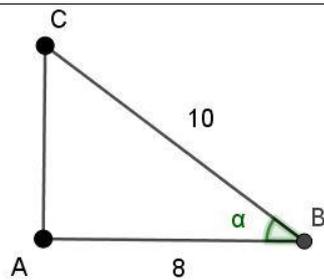
3. Usando a calculadora, determine os valores de  $x$  e de  $y$  indicados no triângulo a seguir



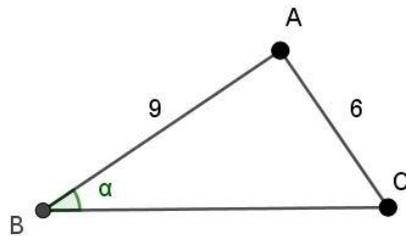
4. Através dos arcos seno calcule o valor do ângulo alfa ( $\alpha$ ) da figura a seguir: (retirado do livro didático "Ser protagonista, p. 64).



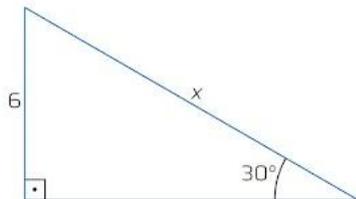
5. Através do arco cosseno calcule o valor do ângulo alfa ( $\alpha$ ) da figura a seguir:



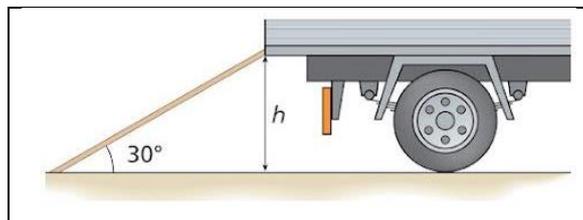
6. Através do arco tangente calcule o valor de cada ângulo ( $\alpha$ ) da figura a seguir:



7. Calcule o valor de  $x$  na figura a seguir. (retirado do livro didático "Ser protagonista, p. 64).

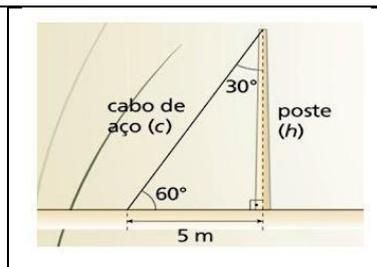


8. Um ajudante de pedreiro estava descarregando areia de um caminhão por uma rampa de madeira apoiada à caçamba. Se a rampa tem 3 m de comprimento e forma com o solo um ângulo de  $30^\circ$ , qual é a altura entre a caçamba e o solo, representada por  $h$ ?



Fonte - Livro didático Conexões (LEONARDO, 2020).

9. Uma das extremidades de um cabo de aço está presa ao topo de um poste, formando com este um ângulo de  $30^\circ$ , enquanto a outra extremidade está fixada no chão a 5 m do pé do poste. Considerando essas informações, determine: a) o comprimento  $c$  do cabo de aço e b) a altura  $h$  do poste



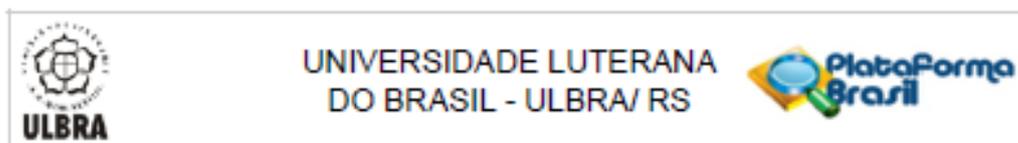
Fonte -Livro Didático Conexões (LEONARDO,2020).

Fonte: a pesquisa.

**ANEXOS**

## APRECIÇÃO DO COMITÉ DE ÉTICA

Apreciação do Comitê de Ética da Plataforma Brasil e aprovada dia 28/10/2021, sob Parecer nº 5.069.899.



Continuação do Parecer: 5.069.899

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1799971.pdf	13/10/2021 22:41:45		Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa.docx	13/10/2021 22:41:24	EDNEA BRITO DA SILVA	Acelto
Outros	C_Lattes.pdf	13/10/2021 22:28:37	EDNEA BRITO DA SILVA	Acelto
Brochura Pesquisa	Projeto.docx	13/10/2021 22:25:13	EDNEA BRITO DA SILVA	Acelto
Outros	Carta_resposta_ao_relator.pdf	13/10/2021 22:23:30	EDNEA BRITO DA SILVA	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_MAIOR_corrigido.pdf	06/09/2021 17:34:17	EDNEA BRITO DA SILVA	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_MENOR_DE_IDADE_CORRIGIDO.pdf	06/09/2021 17:32:12	EDNEA BRITO DA SILVA	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Assentimento_corrigido.pdf	06/09/2021 17:31:31	EDNEA BRITO DA SILVA	Acelto
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Ednea_Brito.pdf	05/08/2021 16:28:06	EDNEA BRITO DA SILVA	Acelto
Outros	CARTA_DE_ANUENCIA.pdf	04/08/2021 18:17:53	EDNEA BRITO DA SILVA	Acelto

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CANOAS, 28 de Outubro de 2021

Assinado por:  
Arlete Beatriz Becker Ritt  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Farroupilha, 8001 Prédio14- Sala 224  
Bairro: São José CEP: 92.425-900  
UF: RS Município: CANOAS  
Telefone: (51)3477-9217 Fax: (51)3477-9239 E-mail: comitedeetica@ulbra.br

## TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLERICIDO

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL  
PRÓ - RETORIA ACADÊMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MENORES DE 12 a 18 ANOS - Resolução 466/12)

Convidamos você, após autorização dos seus pais (ou dos responsáveis legais), para participar como voluntário (a) da pesquisa "As potencialidades e desafios das tecnologias no Ensino da Matemática: Um estudo de caso sobre a integração das tecnologias no estudo das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo com aplicações da Educação STEAM em uma turma do 1º ano do Ensino Médio". Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Ednea Brito da Silva, com endereço na rua Balbina Mestrinho,89, Residencial Bem Viver, apartamento 205, bloco B, CEP 60959-197 – Santa Etelvina, Telefone (22) 992162120 e-mail [edneabritodasilva@rede.ulbra.br](mailto:edneabritodasilva@rede.ulbra.br) para contato do pesquisador responsável, inclusive para ligações a cobrar) e está sob a orientação de: Dr. Agostinho Iaqchan Ryokiti Homa Telefone: (51)98021620, e-mail: [iaqchan@ulbra.br](mailto:iaqchan@ulbra.br).

Este Termo de Consentimento pode conter informações que você não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa que está lhe entrevistando para que esteja bem esclarecido (a) sobre sua participação na pesquisa. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer pagamento para participar. Você será esclarecido(a) sobre qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. Após ler as informações a seguir, caso aceite participar do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é para ser entregue aos seus pais para guardar e a outra é do pesquisador responsável. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema se desistir, é um direito seu. Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

#### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

➤ Descrição da pesquisa:

Objetivo: Investigar atividades com tecnologias em uma abordagem STEAM para a aprendizagem das Relações Trigonométrica no Triângulo Retângulo com o intuito de despertar o interesse dos alunos pelas áreas STEM. STEAM é abreviação em inglês das palavras Ciências, Tecnologias, Engenharia, Arte e Matemática, em nossa pesquisa vamos aplicar atividades relacionadas a uma dessas as áreas, ou seja, de Engenharias no ensino da Matemática, com o auxílio das Tecnologias com o intuito de despertar o interesse nestas áreas, para isto realizaremos os seguintes procedimentos:

- i) Escolher e organizar recursos tecnológicos, que possuam atividades com abordagens STEAM, isto é, com aplicações dessas áreas em situações – problemas que estão relacionados com o conteúdo Círculo Trigonométrico: seno, cosseno e tangente;
- ii) Levantamento do perfil do aluno para verificar os conhecimentos prévios;

- iii) Elaborar uma Sequência Didática com a utilização das Tecnologias, que possuam atividades com abordagens STEAM (aplicações de atividades da área de Engenharia), sobre o conteúdo Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo para a integração no Google Sala de Aula;
- iv) Uso de material concreto buscando validar a aprendizagem dos conceitos matemáticos assim, ocorrerá a manipulação pelos alunos de um braço robótico;
- v) Observação dos estudantes, através de filmagens e anotações em diário;

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, entrevistas, fotos, filmagens) ficarão armazenados em (pastas e arquivos no computador pessoal), sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de no mínimo 3 anos. Nem você e nem seus pais [ou responsáveis legais] pagarão nada para você participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos que está no endereço: Av. Farroupilha, nº 8.001 – prédio 14, sala 224 – Bairro: São José – Canoas/RS, CEP: 92425-900, Tel.: (51) 3477-9217 – e-mail: [comitedeetica@ulbra.br](mailto:comitedeetica@ulbra.br).

---

Assinatura do pesquisador (a)

#### **ASSENTIMENTO DO MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO**

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_ (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo *As potencialidades e desafios das tecnologias no Ensino da Matemática: Um estudo de caso sobre a integração das tecnologias no estudo das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo com aplicações da Educação STEAM em uma turma do 1º ano do Ensino Médio*, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precisemos pagar nada.

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do (da) menor: \_\_\_\_\_

**Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 2 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):**

Nome:

Assinatura:

Nome:

Assinatura:

**TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.***TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO*

<b>1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA</b>										
Título do Projeto: As potencialidades e desafios das tecnologias no Ensino da Matemática: Um estudo de caso sobre a integração das tecnologias no estudo das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo com aplicações da Educação STEAM em uma turma do 1º ano do Ensino Médio.										
Área do Conhecimento: Ensino de Ciências e Matemática					Número de participantes: 20					
Curso: Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática					Unidade: Canoas					
Projeto Multicêntrico	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Nacional	Internacional	Cooperação Estrangeira	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	Não
Patrocinador da pesquisa: Capes										
Instituição onde será realizado: Escola Estadual Professor Octávio Mourão										
Nome dos pesquisadores e colaboradores: Ednea Brito da Silva e Agostinho Iaquan Ryokiti Homa										

Você está sendo convidado (a) para participar do projeto de pesquisa acima identificado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas, se desistir, a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo para você.

<b>2. IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE DA PESQUISA</b>			
Nome:		Data de Nasc.:	Sexo:
Nacionalidade:		Estado Civil:	Profissão:
RG:	CPF/MF:	Telefone:	E-mail:
Endereço:			

<b>3. IDENTIFICAÇÃO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL</b>			
Nome: Ednea Brito da Silva		Telefone: (22)992162120	
Profissão: Professora	Registro no Conselho Nº: Não se aplica	E-mail: edneabritodasilva@rede.ulbra.br	
Endereço: Rua Balbina Mestrinho, 89, Residencial Bem Viver, apartamento 205, Bloco B, CEP:69059-197 – Santa Etelvina. Manaus-Am			

Eu, participante da pesquisa, abaixo assinado(a), após receber informações e esclarecimento sobre o projeto de pesquisa, acima identificado, concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) e estou ciente:

**1. Da justificativa e dos objetivos para realização desta pesquisa.**

Devido ao crescente desinteresse pelas áreas STEM, ou seja, pelas áreas das Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática, entendemos que a falta dos profissionais dessas áreas pode acarretar um impacto negativo na economia no mundo moderno. Nesta perspectiva, além da aprendizagem das Relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo, a qual se configura um assunto de difícil compreensão, e que as dificuldades se tornaram ainda maiores devido aos impactos da pandemia do Covid – 19,

buscamos despertar o interesse dos alunos pelas áreas STEM, (STEM é abreviação em inglês das palavras Ciências, Tecnologias, Engenharia, e Matemática, em nossa pesquisa vamos integrar as áreas de Engenharia na Matemática, com o intuito de despertar o interesse do aluno por elas), através de uma Sequência didática com aplicações de situações problemas com essas abordagens no conteúdo das Relações Métricas no Triângulo Retângulo.

#### 2. Do objetivo de minha participação.

A participação é voluntária, e se dará ao realizar as atividades propostas da Sequência Didática (SD) e tem o objetivo de validar a pesquisa no seu todo. Diante do exposto comprometo – me a realizar todas as etapas propostas para o experimento, mas estou ciente que tenho a liberdade de recusar, desistir ou de interromper a colaboração nesta pesquisa no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A minha desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem-estar físico. E não virá interferir nas atividades da sequência didática da pesquisa

#### 3. Do procedimento para coleta de dados.

Serão realizados 06 (seis) encontros de 55 minutos cada, dentro do horário das aulas, na escola, assim pretende-se enviar uma sequência de atividades para o Google Sala de Aula, para que os alunos acessem no horário estabelecido, neste sentido, os estudantes serão observados pelo pesquisador, desenvolvendo as atividades nos celulares e/ou smartphones para a coleta de dados. As observações serão filmadas e tem o objetivo de captar momentos que escapem da observação *in loco* do pesquisador, deste modo tão logo as análises sejam realizadas as filmagens serão descartadas, as observações também serão registradas em um diário para análise a posteriori. A análise da aprendizagem será observada segundo a Teoria da Aprendizagem do Pensamento Geométrico de Van Hiele, em que consiste em 5 níveis de raciocínios para a construção do conhecimento do aluno, se caracteriza pela hierarquização dos níveis, ou seja, é preciso que haja o domínio e desenvolvimento das habilidades de um determinado nível antes de seguir para o próximo. Neste intuito a pesquisa será realizada com uma turma do 1º Ano do Ensino Médio na escola estadual Professor Octávio Mourão, na cidade Manaus, Amazonas

#### 4. Da utilização, armazenamento e descarte das amostras.

As observações serão filmadas e tem o objetivo de captar momentos que escapem da observação *in loco* do pesquisador, deste modo tão logo as análises sejam realizadas as filmagens serão descartadas. As informações dos dados coletado serão utilizados para este experimento e replicados em publicações científicas na área de pesquisa. Com efeito essas informações serão armazenadas em pastas no Drive do email do pesquisador e ali ficaram arquivados por um prazo máximo de 3 (três anos) e após esse período serão deletados.

#### 5. Dos desconfortos e dos riscos

O experimento ocorrerá no horário das aulas regulares e serão utilizados os aparelhos celulares dos alunos e a internet. E tão logo as análises sejam realizadas as filmagens serão descartadas. Poderá ocorrer possível desconforto, cansaço ou aborrecimento ao responder ao questionário. Ressaltando que o pesquisador será o único a ter acesso a todos dados da pesquisa e serão tomadas todas as providências necessárias para manter o sigilo, mas sempre existe a remota possibilidade da quebra do sigilo, mesmo que involuntário e não intencional, como, por exemplo, perda ou roubo de documentos, computadores e pen drive, cujas consequências serão tratadas nos termos da lei vigente no Brasil. Os resultados deste trabalho poderão ser apresentados em encontros ou revistas Científicas em que se mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição ou qualquer informação relacionada à sua privacidade.

#### 6. Dos benefícios.

Além de uma possível contribuição na Matemática para o ensino e aprendizagem do conteúdo das Relações Trigonômicas do Triângulo Retângulo, através de aplicações com abordagens STEM, para

que deste modo o conteúdo em questão faça sentido para o aluno e assim, tornar a linguagem matemática mais significativa para o estudante, ao mesmo tempo nosso foco é buscar o interesse dos participantes por essas áreas, nas quais há um crescente desinteresse ou seja, pelas áreas das Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática, pois acreditamos que a falta de profissionais dessas áreas correlatadas pode causar um impacto negativo na economia no mundo moderno.

7. Da isenção e ressarcimento de despesas.

A minha participação é isenta de despesas e não receberei ressarcimento porque não terei despesas na realização com locomoção, despesa de qualquer natureza e taxas.

8. Da forma de acompanhamento e assistência.

Durante todo o processo a pesquisadora estará disponível para esclarecer eventuais dúvidas em relação a todo procedimento da pesquisa. Assim, os dados estarão disponíveis no decorrer de todo o período de realização do experimento podendo ser requisitado a pesquisadora a qualquer momento.

9. Da liberdade de recusar, desistir ou retirar meu consentimento.

Tenho a liberdade de recusar, desistir ou de interromper a colaboração nesta pesquisa no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação. A minha desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem-estar físico. E não virá interferir nas atividades da sequência didática da pesquisa.

10. Da garantia de sigilo e de privacidade.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

11. Da garantia de esclarecimento e informações a qualquer tempo.

Tenho a garantia de tomar conhecimento e obter informações, a qualquer tempo, dos procedimentos e métodos utilizados neste estudo, bem como dos resultados finais desta pesquisa. Para tanto, poderei consultar o pesquisador responsável (acima identificado). Em caso de dúvidas não esclarecidas de forma adequada pelo pesquisador, de discordância com os procedimentos, ou de irregularidades de natureza ética, poderei ainda contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Ulbra Canoas (RS), com endereço na Rua Farroupilha, 8.001 – Prédio 14 – Sala 224, Bairro São José, CEP 92425-900 - telefone (51) 3477-9217, e-mail [comitedaetica@ulbra.br](mailto:comitedaetica@ulbra.br).

Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, assino o presente documento em duas vias de igual conteúdo e forma uma em minha posse.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Pesquisador Responsável pelo Projeto

\_\_\_\_\_  
Participante da Pesquisa e/ou  
Responsável