



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PPG**



**PROFMAT  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT**

**FRANCISCO DAS CHAGAS MELO NETO**

**A CULTURA MAKER NO ENSINO DE MATEMÁTICA: uma via para aprendizagem  
da trigonometria a partir da resolução de problemas**

SÃO LUÍS - MA  
MAIO /2021

**FRANCISCO DAS CHAGAS MELO NETO**

**A CULTURA *MAKER* NO ENSINO DE MATEMÁTICA:** uma via para aprendizagem  
da trigonometria a partir da resolução de problemas

Dissertação apresentada ao programa de  
mestrado PROFMAT como atividade parcial  
para obtenção do grau de mestre em  
Matemática, sob a orientação da professora  
Dra. Lusitonia da Silva Leite

SÃO LUÍS - MA  
MAIO/2021

## RESUMO

A pesquisa trata de um estudo sobre o ensino e aprendizagem de trigonometria aplicada ao triângulo retângulo por meio da cultura *maker*. A partir da utilização de um recurso didático denominado de teodolito, o qual possibilitou o ensino e aprendizagem da trigonometria baseada em resolução de problemas. O estudo tem abordagem qualitativa e foi realizada em uma escola pública estadual do Estado do Maranhão. Os sujeitos da pesquisa são 14 grupos de 5 alunos em cada grupo, do 2º ano do ensino médio. A realização da pesquisa se deu a partir da realização de atividades práticas, em que foi construído um teodolito para aferição de medida de distância e altura no triângulo retângulo visualizado a partir de uma caixa d'água real. Na sequência foram aplicadas uma série de atividades dentro e fora da sala de aula de modo que os alunos assumissem a função de sujeitos ativos no processo de sua formação e construção do objeto de conhecimento com ênfase nas aplicações práticas, atentando-se aos contextos históricos teóricos da matemática e prático, e prática de criação e aplicação do teodolito para estimar altura do reservatório de água da escola. Com essa abordagem foi possível constatar que os alunos participaram ativamente do processo de ensino e aprendizagem, uma vez que estiveram ativos em todo processo de criação e uso do teodolito, demonstrando envolvimento e compreensão do processo à medida que desenvolviam as aplicações das razões trigonométricas em diversos contextos. Desta forma, a pesquisa propiciou aos estudantes a chance de trabalharem colaborativamente em um mesmo projeto, bem como maior engajamento e protagonismo nas aulas, o que possibilitou constatar que atividades realizadas em espaços *makers* contribuem para a formação da postura investigativa do aluno como um cidadão, se apropriando de saberes sistematizado de forma crítica e autônoma.

**Palavras-chave:** Trigonometria no triângulo retângulo. Razões Trigonométricas. Cultura *Maker*. Teodolito.

## ABSTRACT

The research deals with a study on the teaching and learning of trigonometry applied to the right triangle through the maker culture, from the use of a didactic resource called theodolite, which enabled the teaching and learning of trigonometry based on problem solving. The study has a qualitative approach and was carried out in a state public school in the State of Maranhão. The research subjects are 14 groups of 5 students in each group, from the 2nd year of high school. The research was carried out based on practical activities, in which a theodolite was built to measure distance and height measurements in the right triangle viewed from a real water tank. Then, a series of activities were applied inside and outside the classroom so that students would assume the role of active subjects in the process of their formation and construction of the object of knowledge with an emphasis on practical applications, paying attention to the theoretical historical contexts mathematics and practical, and practice of creating and applying theodolite to estimate the height of the school's water reservoir. With this approach, it was possible to verify that the students actively participated in the teaching and learning process, since they were active in the whole process of creation and use of theodolite, demonstrating involvement and understanding of the process as they developed the applications of trigonometric fraction in several contexts. Thus, the research provided students with the chance to work collaboratively on the same project, as well as greater engagement and protagonism in classes, which made it possible to verify that activities carried out in maker spaces contribute to the formation of the student's investigative posture as a citizen, appropriating systematized knowledge in a critical and autonomous way.

**Keywords:** Trigonometry in the right triangle. Trigonometric ratios. Culture Maker. Theodolite.

## AGRADECIMENTOS

Os meus agradecimentos, em primeiro lugar a Deus pela oportunidade de estar cursando o mestrado em matemática e de conhecer novas pessoas e fazer novas amizades.

Ao meu amado pai, João Melo, meu exemplo de honestidade e respeito ao próximo.

À minha amada mãe, Ângela Maria Abreu, que foi a minha primeira professora no jardim de infância e meu exemplo de vida, batalhadora e guerreira que sempre me apoiou e incentivou nos estudos.

À minha amada esposa Jaqueline Aquino, pelo seu apoio incondicional e compreensão e por me incentivar todos dias a buscar sempre um futuro melhor.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e à Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), pela oportunidade de qualificação do docente de matemática no Estado do Maranhão.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Aos coordenadores do Profmat - UEMA, o Prof. Dr. João Coelho Silva Filho e Dr. Raimundo Brandão, pelo seu grande empenho pelo curso, estando sempre presente e buscando melhorias para o programa.

À minha orientadora, Profa. Dra. Lusitônia da Silva Leite, pela imensa colaboração na realização deste trabalho.

À minhas queridas professoras Dra. Celina e Dra. Lélia pelo apoio e incentivo na pesquisa.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esticadores de cordas na demarcação de terras .....	26
Figura 2. Groma.....	27
Figura 3. Dioptra romana.....	27
Figura 4. Trena de fibra de vidro.....	28
Figura 5. Teodolito Industrial .....	29
Figura 6: Papiro de Rhind localizado no Museu de Londres.....	30
Figura 7: Tábula Cuneiforme Plimpton 322.....	31
Figura: 8 - Registro da caixa d'água que os alunos vão determinar a altura.....	40
Figura 9 - Construção do teodolito.....	40
Figura 10. Grupo de alunos montando o tripé do teodolito .....	41
Figura 11: Aferindo a altura do reservatório de água da escola.....	41
Figura 12: Integrante do grupo utilizando o teodolito para estimar ângulos.....	42
Figura 13: das anotações do grupo II das medidas .....	43
Figura 14: Momento de aferição da distância do reservatório para o teodolito	43
Figura 15. Situação ilustrada no problema proposto dois .....	51

## **LISTA DE GRÁFICOS**

<b>Gráfico 1: Informações sobre a escala de aprendizagem de cada grupo .....</b>	<b>48</b>
<b>Gráfico 2. Resultados do problema proposto um .....</b>	<b>50</b>
<b>Gráfico 3. Número de grupos X as alternativas do problema .....</b>	<b>51</b>
<b>Gráfico 4. Resultado sobre o nível de atratividade da aula .....</b>	<b>54</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO TEÓRICA: SITUANDO A CULTURA MAKER.....</b>	<b>14</b>
2.1	As origens do maker: DIY .....	17
2.2	Movimento Maker .....	18
2.3	Movimento <i>maker</i> na educação .....	19
<b>3</b>	<b>CULTURA MAKER NAS ESCOLAS.....</b>	<b>21</b>
3.1	Resolução de problemas e a aprendizagem dos conteúdos matemáticos 23	
3.2	O Teodolito como instrumento de aferimento de medidas .....	25
3.3	Contexto histórico da trigonometria como saber matemático.....	29
3.4	O Ensino da Trigonometria.....	33
<b>4</b>	<b>SITUANDO A PESQUISA: O CENÁRIO DE INVESTIGAÇÃO E O APORTE TEÓRICO METODOLÓGICO .....</b>	<b>35</b>
4.1	Fundamentos Teóricos Metodológicos para a realização das atividades	35
4.2	A prática executada no terceiro momento .....	39
<b>5</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O princípio desta pesquisa tem como referência a atividade de docência do professor pesquisador, Melo Neto, ocorrendo a análise e reflexão dessa experiência ao longo de anos.

O interesse pela pesquisa levou em consideração o entendimento de que aprender e ensinar matemática não é uma tarefa fácil, por isso mesmo se faz necessário criar formas de inovar o ensino, mostrando a real importância da matemática para a vida humana, no caso desta pesquisa, a importância da trigonometria para o cotidiano dos alunos.

Outro ponto levantado na pesquisa foi as dificuldades encontradas pelo professor em ensinar a matemática atualmente. Cada vez mais o aluno está desmotivado a estudar a matemática. Basta observar os resultados desastrosos nas avaliações externas, que trazem à tona índices que mostram como está a proficiência dos alunos tanto da rede pública quanto privada na matemática.

Um desses resultados é na prova do PISA. No maior estudo sobre educação do mundo, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), apontou que o Brasil tem baixa proficiência em leitura, matemática e ciências, se comparado com outros 78 países que participaram da avaliação. A edição 2018, divulgada mundialmente, 3 de dezembro de 2019, revela que 68,1% dos estudantes brasileiros, com 15 anos de idade, não possuem nível básico de matemática, o mínimo para o exercício pleno da cidadania. Em ciências, o número chega a 55% e, em leitura, 50%. Os índices estão estagnados desde 2009. Esses dados foram levantados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, o INEP (BRASIL, 2020).

Quando se compara com os países da América do Sul examinados pelo Pisa, o Brasil é pior país em matemática, empatado estatisticamente com a Argentina, com 384 e 379 pontos, respectivamente. Uruguai (418), Chile (417), Peru (400) e Colômbia (391) estão à frente. (BRASIL, 2020).

Assim, essa pesquisa tem como finalidade desenvolver uma metodologia alinhada a cultura *maker* para o ensino e aprendizagem da trigonometria, relativo ao triângulo retângulo, com o objetivo de investigar as contribuições da cultura *maker* para possibilitar o maior desenvolvimento das competências descritas na BNCC para

o ensino da matemática nas escolas do ensino básico da rede pública do estado do Maranhão.

Para contemplar este objetivo de investigação, alinhou-se estratégia de ensino buscando realizar e analisar atividades que deem aos estudantes a chance de trabalharem colaborativamente em um mesmo projeto de ensino e aprendizagem, perseguindo a possibilidade de maior engajamento e protagonismo dos alunos na realização de atividades práticas, simulando espaços *makers*, buscando identificar contribuições para a formação da postura investigativa do aluno como um cidadão curioso e crítico, que investiga e filtra informações sobre o tema em estudo.

Dessa maneira emergiu o interesse em pesquisar alternativas que possibilitem o maior engajamento e protagonismo por parte dos alunos partindo pela busca de metodologias através da cultura *maker* na matemática como uma via para a aprendizagem significativa através de resolução de problemas e dessa forma melhorar o engajamento por parte dos alunos nas aulas de matemática e consequentemente possibilitar o maior aprendizado dos objetos de conhecimentos na componente curricular, trabalhando a trigonometria no triângulo retângulo.

Foi trabalhado com os alunos os contextos históricos de modo que os alunos entendessem que essa área foi desenvolvida através das necessidades práticas que as civilizações antigas tinham. Através desse enunciado foi introduzida a figura do teodolito, instrumento muito utilizado pela construção civil, áreas de topografia e agrimensura, em que conceitos básicos da trigonometria, resolução de exercícios e aplicações de forma prática da trigonometria, foram contemplados.

A prática foi trabalhada de modo que as turmas de alunos foram divididas em 14 grupos. Cada grupo ficou responsável em construir o seu teodolito caseiro e consequentemente usar essa ferramenta para medir de forma estimada a altura do reservatório da água da escola e assim aplicar conceitos trigonométricos numa vivência fora do ambiente da sala de aula.

Diante de tal perspectiva de pesquisa, algumas reflexões vieram à tona, em uma delas resulta do pensamento de que a formação do aluno no ensino básico tanto da rede pública quanto na rede privada acontece um questionamento por parte do educando que indaga sobre a importância ou não de estudar e aprender matemática na sua vida.

Diante destas constatações advindas da prática na docência tem-se a impressão de que, às vezes, nem o professor tem a resposta para esse

questionamento do aluno. Isso afeta diretamente o engajamento desse discente no estudo da matemática.

Nesse contexto, para esta pesquisa, se coloca a seguinte questão: Qual a importância de utilizar a cultura *maker* alinhada à BNCC no ensino da matemática em escolas da rede pública de ensino do Estado do Maranhão?

Dessa questão derivaram algumas outras questões norteadoras da investigação, tais como:

- Como alinhar o conteúdo programático no currículo da matemática do ensino médio no cotidiano desse aluno?
- Quais metodologias podem ser aplicadas nas aulas de matemática em que o aluno se torne protagonista do seu processo de ensino e aprendizagem?
- Como inserir a cultura *maker* nas aulas de matemática?
- De que modo as aulas de Matemática da rede estadual de ensino do Estado do Maranhão vinculam ensino, pesquisa e extensão?

Conforme a vivência profissional do docente tanto no ensino fundamental, quanto no ensino médio, nas redes de ensino pública e privada, constatou-se que o ensino de Trigonometria segue com alguns desafios como pouco interesse dos alunos em aprender este objeto de conhecimento pela distância da aplicação do que é visto na teoria e na prática. Atualmente a maioria dos livros didáticos trazem situações problemas e contextos da aplicação da trigonometria para a sala de aula e isso é positivo, entretanto aliar o que é visto no momento da aula com atividades práticas fora do ambiente das quatro paredes da sala de aula tornam o processo do ensino e aprendizagem mais agradável e produtivo.

Já se passou o tempo que a trigonometria era estudada em alguns livros didáticos, frequentemente, carregado de fórmulas sem sentidos ou aplicações na realidade, que devem ser empregadas de forma mecânica e repetitiva sem nenhuma reflexão ou análise crítica sobre o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Atualmente o saber matemático deve ser empregado para resolução de situações problemas reais.

Dessa forma, esta pesquisa evidencia a relevância da cultura *maker* como uma possibilidade de aprendizagem significativa, baseada na resolução de problema e conseqüentemente a percepção dos significados dos componentes fundamentais

da trigonometria, do seu contexto histórico e de suas aplicações nas razões trigonométricas no triângulo retângulo.

Esta percepção, a partir de estudos realizados, levou a confirmação que se precisa entender que a geração de estudantes nascidos entre 2000 até 2010 é conhecida como geração Z. Esta geração aprende de múltiplas maneiras, são multifocais e convergem em diferentes modos de aprender. Assim não é interessante trabalhar trigonometria sem a prática ativa por parte dos alunos, uma vez que o conhecimento de trigonometria se refere a cálculos de distâncias, seja em sentido vertical, horizontal ou distâncias inclinadas, o que está muito presente na realidade deles.

Yañez (2016) afirma que esta geração consome as informações principalmente via smartphones e têm preferência por conteúdos de vídeos (curto), fotos e jogos e possuem raciocínio não-linear. Já a geração nascida após 2010 é conhecida como geração Alpha. Yañez (2016) ainda ressalta que esta geração consome informação em diversos canais, como *on demand*, vídeos, realidade virtual e aumentada, jogos, entre tantas outras de caráter virtuais.

Para Santos (2019) a forma de aprendizado da geração Alpha é mais horizontal e prezam por um ensino personalizado feito sob medida. Apesar de ser a geração com mais acesso a novas tecnologias do que todas as anteriores, também gostam da educação híbrida (*online e offline*), mas que possam constar na prática situações do cotidiano.

Da mesma forma, a geração Y, nascidos entre 1985 a 1999, a geração Alpha também possui raciocínio não-linear, ou seja, elas concebem as informações de perspectivas diversas.

Desta forma, para ensinar estas duas gerações o professor tem o grande desafio de quebrar barreiras e paradigmas que aprendeu na sua formação em outro momento bastante distinto do atual. O professor que não se preocupa em se atualizar com as novas tecnologias e ou metodologias vigentes está predestinado a ficar obsoleto e cada vez mais encontrará dificuldades para ministrar aulas.

Veja que o grande desafio do professor na atualidade é engajar os seus alunos em sua aprendizagem. Neste contexto precisa acontecer uma ruptura dessa sistemática e o docente deve ter em seu repertório métodos e metodologias que tornem o aluno protagonista do seu processo de ensino e aprendizagem. Uma dessas possibilidades é a cultura *maker*.

A cultura *maker* despontou com o pensamento de que qualquer pessoa seria capaz de construir, consertar e modificar seus próprios bens. Em virtude disso, tornou-se mais frequente nas escolas o surgimento de espaços equipados com diversas ferramentas, como impressoras 3D e ferramentas de eletrônica, ferramentas mecânicas entre outros materiais, que ajudam os *makers* — ou fazedores — na construção de seus projetos. A cultura *maker* pode ser uma via possível para aprendizagem significativa a partir da resolução de problemas.

O processo de ensino e aprendizagem cada vez mais se torna complexo e com muitas demandas pela busca de novas estratégias que aprimorem o método de ensinar. Assim, considerando a necessidade de novas e diversificadas estratégias metodológicas de ensino que propiciem trabalhar o conteúdo matemático e incentivar a participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento por seu protagonismo, surge o movimento *Maker* ou cultura *Maker*, considerado como uma vertente das metodologias ativas, que tem como característica principal investir esforços que evidenciem o protagonismo dos alunos na sua aprendizagem.

Partido dos objetivos como delineadores do processo de realização desta pesquisa ela foi se estruturando, primeiramente, situando o movimento ou cultura *maker* na perspectiva de sua historicidade e dos documentos diretivos nacionais, enfatizando origem e a historicidade deste movimento e a sua adaptação ao contexto educacional; na sequência desta introdução histórica, o capítulo cultura *maker* nas escolas, foi nomeado, o qual aponta que um dos grandes desafios do professor atualmente é inovar cada vez mais o processo de ensino e aprendizagem dos seus alunos, para que estes se envolvam com a sua aprendizagem.

Seguindo para o quatro capítulo tem-se o cenário de investigação e o aporte teórico metodológico, enfatizando a resolução de problemas como propulsora da aprendizagem dos conteúdos matemáticos e, no caso desta pesquisa, com o teodolito sendo construído e utilizado pelos alunos como instrumento de aferimento de medidas.

Finalmente chegamos no quinto, e último capítulo, intitulado análise e discussão dos dados. Neste capítulo, são apresentadas a análise e a discussão dos dados e por fim se tem a conclusão e as referências.

## 2 REVISÃO TEÓRICA: SITUANDO A CULTURA MAKER

Conforme definido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), em 2017 foi elaborada e aprovada a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), este documento,

[...] de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). (BRASIL, 2017, p. 9).

O documento foi elaborado pelo Ministério da Educação (MEC) com a proposta de orientar a construção dos currículos e as propostas pedagógicas de escolas públicas e particulares de todo país, o qual explicita as competências e habilidades que os alunos da educação Básica devem desenvolver nos níveis de ensino, como Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio.

Vale ressaltar que após a aprovação da BNCC, as instituições de ensino têm até dois anos para adaptar seus currículos ao que determina o documento. A BNCC definiu um conjunto de dez competências gerais que vão atuar em três aspectos de formação do estudante: construção do conhecimento, desenvolvimento de habilidades e formação de atitudes e valores, orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013), a BNCC soma-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Baseado nessas questões a pesquisa busca alinhar formas de trabalhar as competências indicadas pela BNCC 2017, por meio de atividades em espaços *makers*, nas aulas de matemática, compreendendo que as competências gerais da Educação Básica, apresentadas neste documento pressupõe entender que elas devem,

[...] inter-relacionam-se e desdobram-se no tratamento didático proposto para as três etapas da Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio), articulando-se na construção de conhecimentos, no desenvolvimento de habilidades e na formação de atitudes e valores, nos termos da LDB (BRASIL, 2017, p. 10-11).

Assim, considerando a necessidade de novas e diversificadas estratégias metodológicas de ensino que propiciem trabalhar o conteúdo matemático e incentivar a participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento por seu protagonismo, surge o movimento *Maker* ou cultura *Maker*, considerado como uma vertente das metodologias ativas, que tem como característica principal o protagonismo dos alunos na sua aprendizagem. Por esse motivo, muitas delas têm apostado em novas estratégias metodológicas, como a do movimento *maker*, que incentiva o protagonismo dos estudantes, como forma de trabalhar as competências da Base.

Dada esta característica, atualmente a cultura *maker* é um tema recorrente nas reuniões pedagógicas no meio educacional. Trata-se de um movimento, e a sua origem está no conceito do DIY (do inglês, “do it yourself”), que significa “faça você mesmo”, baseado na ideia de que pessoas comuns podem planejar e executar qualquer projeto com suas próprias mãos.

Esse movimento DIY surgiu nos Estados Unidos na década de 50, em virtude do alto valor da mão de obra na época. Vale ressaltar que nessa época do pós-guerra a escassez de matéria prima era grande e as pessoas tinham que aproveitar materiais e recursos já disponíveis em suas casas e com isso possibilitou a busca por uma solução mais criativa.

Na década de 70 surgiram os primeiros computadores pessoais, porém foi apenas no início dos anos 2000 que o movimento *Maker* se consolidou depois de criação de feiras, revistas especializadas no assunto e da primeira impressora 3D. Segundo Anderson (2012), estamos passando por uma nova Revolução Industrial, uma vez que a popularização das impressoras 3D está alterando a forma e o modo de produção. Dessa forma, os custos para produção de protótipos caíram bastante e os projetos desses protótipos que antes só ficavam no papel pelo alto custo de produção passaram a ser produzidos na prática possibilitando um grande salto para o desenvolvimento do movimento *Maker*.

Para Silveira (2016) o movimento *Maker* é uma extensão tecnológica da cultura do “Faça você mesmo”, que estimula as pessoas comuns a construir, modificarem, consertarem e fabricarem os próprios objetos, com as próprias mãos. Isso gera uma mudança na forma de pensar. De acordo com Silveira (2016) as práticas de impressão 3D e 4D, cortadoras a laser, robótica, arduíno, entre outras, incentivam uma abordagem criativa, interativa e proativa de aprendizagem em

crianças e jovens, gerando um modelo mental de resolução de problemas do cotidiano.

Um dos grandes desafios para os professores de matemática é a dificuldade em relacionar determinados conteúdos com a prática do dia a dia. A cultura *Maker* surge como uma opção interessante para solucionar o desinteresse e a falta de engajamento por parte dos alunos. Esse movimento pode aproximar a teoria da prática e trabalhar a interdisciplinaridade. Nesse caso o educando pode aprender de maneira criativa. Pensando dessa maneira, muitos professores estão optando por inserir a cultura *maker* nas escolas das formas mais distintas, uma delas é a robótica.

A educação associada ao movimento *maker* é diferenciada em relação a uma educação mais convencional com aulas tradicionais porque o aluno adquire ferramentas para compreender e aprimorar os conhecimentos recebidos nas aulas expositivas, ou seja, o educando aprende a aprender.

Desta maneira, pode-se observar que as indicações do autor convergem para o que a BNCC, 2017 aponta, ou seja, é de comum acordo que metodologias diversificadas e recursos variados são importantes tanto para a aprendizagem como para o trabalho de mediação dessa aprendizagem feita pelo educador.

Segundo os PCN (1998) o saber matemático acumulado precisa ser transformado para se tornar acessível e passível de ser ensinado.

Tornar o saber matemático acumulado um saber escolar, passível de ser ensinado/aprendido exige que esse conhecimento seja transformado, pois a obra e o pensamento do matemático teórico geralmente são difíceis de serem comunicados diretamente aos alunos (PCN, 1998, p.36).

Segundo Vieira (2011) o professor de matemática tem o papel de ser mediador, e a partir desta mediação ele deve fazer a transposição didática do objeto de conhecimento, no caso, matemática, da forma mais clara possível. O saber matemático não é apenas conhecer teoremas, fórmulas, definições ou propriedades, mas também inclui em estabelecer relações entre as ideias matemáticas e a realidade vivenciada de forma que o aluno desenvolva a capacidade como ser social em âmbito cultural, econômico ou político. Dessa forma o próximo capítulo vai abordar o movimento *Maker* e como ele pode ser útil e servir como alternativa no ensino da matemática.

## 2.4 As origens do maker: DIY

O Movimento *Maker* é considerado uma ampliação técnica e tecnológica da cultura DIY que é a abreviação do termo *Do It Yourself* que traduzindo para o português seria o mesmo que faça você mesmo. Em resumo o Movimento *Maker* seria uma cultura baseada em construir, reparar e modificar objetos sem o auxílio de um profissional ou especialista da área. As pessoas adeptas do movimento têm como umas das características comuns a busca pelo consumo sustentável e dessa forma estas pessoas preferem o conserto ao consumo. Para Wolf e *McQuitty* (2011), essa escolha pode ser pelas mais diferentes motivações, seja ela por uma questão de economia, falta de qualidade daquele produto, até mesmo pela falta de um produto ou por uma questão de identidade, habilidades manuais, busca de exclusividade, prazer em customizar, prazer em ser diferente no grupo ou até mesmo de empoderamento.

De fato, não há uma data exata para a criação do movimento *maker*, pois se trata de um fenômeno em escala mundial que se tornou mais notório devido à internet. Tanto que *Blikstein* (2019) afirma que algumas características do maker já estavam presentes nos institutos de Mecânica criados em Edimburgo, na Escócia, durante o início do século XIX, para o fornecimento de educação técnica para artesãos, profissionais e trabalhadores em geral.

Cabeza e Moura (2014) ressaltam que o DIY é uma prática tão antiga como a capacidade do ser humano de transformar seu entorno natural e adaptá-lo a suas necessidades. Até mesmo por questões de sobrevivência, o homem sempre buscou soluções criativas para elucidar seus problemas. Ainda com Cabeza e Moura (2014) o homem foi perdendo esse extinto na industrialização, na economia linear e na especialização técnica. Tudo isso limitou a capacidade do homem que se tornou cada vez mais submisso ao consumismo dependente de artefatos industriais.

*Gelber* (1997) revela que o termo *Do It Yourself* apareceu na década de 1920, mas se tornou mais popular na década de 1950. Após a Segunda Guerra Mundial o cenário era de mão de obra cara e a matéria prima escassa. Assim se criou uma cultura forte nos Estados Unidos do cidadão comum fazer melhorias em sua casa e pequenos projetos de construção sem precisar de um profissional. Assim esse termo DIY era relacionado a essas pessoas.

Já em 1970 graças ao movimento PUNK que o DIY ficou conhecido por todo o mundo. A cultura punk tinha uma característica de contestação por parte dos jovens. Esse período foi bastante turbulento com a crise socioeconômica após a guerra, os preços das mercadorias cada vez mais subiam, os salários não acompanhavam a inflação, as indústrias passavam por dificuldades financeiras e o desemprego só aumentava. Tanto a cultura *punk*, como a cultura *DIY* ambas apresentam a ideia de criar, reciclar, reaproveitar, consertar, modificar e adaptar os objetos, em vez de simplesmente descartá-los e comprar novos. É algo que vai contra o sistema capitalista e o modelo de consumismo desenfreado.

*Brockveld* (2017) ressalta que o *DIY* propõe uma mudança de mentalidade sobre o que significa possuir algo, e sobre os hábitos de consumo existentes na visão de mundo dominante.

## 2.5 Movimento Maker

O movimento *maker* vem ganhando popularidade nos últimos anos, através de uma classe cada vez maior de pessoas que gostam de criar, construir e compartilhar suas engenhocas e inventos inovadores e criativos em grupos como fóruns virtuais, redes sociais ou até mesmo em eventos presenciais.

O movimento *maker* é um movimento de mudança de mentalidade das pessoas. Pode-se até entender como estilo de vida. As pessoas passam a pensar numa forma de consumo sustentável. O compartilhamento de ideias faz parte do movimento. É muito comum ver adeptos de o movimento maker compartilhar em fóruns códigos abertos de linguagem de programação, tutoriais dos mais variados possíveis de como solucionar problemas encontrados no dia a dia.

Dale Dougherty (2013), fundador da revista *Make Magazine* que é especializada em Cultura *Maker*, o movimento *Maker* foi estimulado pela introdução de novas tecnologias, como a impressão 3D e o microcontrolador Arduíno; por novas oportunidades criadas por ferramentas de prototipagem e fabricação mais rápidas, bem como pelo fornecimento mais facilitado de peças e distribuição direta de produtos físicos *online*. Outro fator que impulsiona o movimento Maker é a crescente participação de todos os tipos de pessoas em comunidades interconectadas, definidas por interesses e habilidades *on-line*.

Com o passar dos anos, o movimento *Maker* se expandiu para espaços distintos e está se tornando cada vez mais popular, inclusive na área educacional. Processos e procedimentos que antes eram vistos somente em fábricas e indústrias agora são vistos em espaços *makers* localizados nas escolas.

## 2.6 Movimento *maker* na educação

O movimento *Maker* se fortaleceu na década de 50 no período pós segunda guerra mundial no movimento *DIY (Do It Yourself)* ou “faça você mesmo” nos Estados Unidos. A ideia do movimento é mostrar que pessoas comuns podem pensar e executar projetos com as próprias mãos. Em virtude da escassez de matéria prima e do valor da mão de obra elevada, o norte americano passou a usar cada vez mais da sua criatividade para solucionar os problemas do cotidiano.

O movimento *maker* originalmente anuncia uma nova revolução industrial através de novas formas de apropriação do conhecimento resultante da tendência *DIY (Do It Yourself)* com execução no campo das tecnologias e produção industrial. Elementos da robótica, *Arduino*, *FabLabs*, impressoras 3D, softwares livres, eventos como *Campus Party* e *Feira Maker*, fazem parte do movimento *maker*.

Em um nível primitivo, a cultura do Faça Você Mesmo (*DIY - Do It Yourself*) traz a ideia do reaproveitamento, conserto de objetos, ao invés de jogar fora e aquisição ou compra de novos objetos. O consumo sustentável é uma premissa do movimento. Em um estudo mais aprofundado, o *DIY* sugere uma transformação de perspectiva sobre o que quer dizer possuir algo, e também sobre as práticas de consumo induzidas na visão de mundo preponderante. Os avanços da indústria fizeram com que as pessoas perdessem o contato com as ferramentas e as iniciativas de conhecer aquilo que consomem (ZYLBERSZTAJN, 2015)

O movimento *maker* apresenta esse conceito para outros campos da sociedade, como por exemplo, na área do ensino. Atualmente o objeto de conhecimento é apontado de forma pronta e estruturado como se fosse um produto, quase como se tivesse sido manufaturado de forma mecanizada. O aluno consome as aulas - sem entender como certas concepções foram concebidas, com foco apenas no objeto de conhecimento que cada componente curricular tem a difundir. Enquanto que na perspectiva de aprendizagem por resolução de problemas (ou

desafios), tão difundida em espaços de educação *maker*, é preciso fracionar os problemas em fragmentos, partir de conjecturas para então chegar à resultados pretendidos, criando teorias e construindo-as através da experimentação. Neste sentido, o ensino relacionado ao movimento maker é diferenciado porque o aluno adquire orientações e direcionamento para compreender e aprimorar os conhecimentos recebidos nas aulas expositivas dialogadas, ou seja, o estudante aprende a aprender executando uma prática de aprender fazendo, e estes passos implicam em uma cultura ou movimento denominado ‘faça você mesmo’.

Desta forma, a cultura *maker* é baseada num movimento que se tornou aceito nos espaços educacionais no século XXI, em função de que o movimento *maker* do “faça você mesmo”. A ideia principal é que qualquer pessoa, provida com as ferramentas certas de acordo com a atividade que vai executar e certo conhecimento em relação a essa mesma atividade, será capaz de solucionar os problemas do dia a dia. O ser humano está sempre em busca por soluções mais criativas para a sua sobrevivência. Fazendo uma comparação grosseira é como se o hábito de criar gambiarras para se corrigir algo se tornasse mais sofisticado.

Hoje sabemos que temas como inovação, sustentabilidade e tecnologia impulsionam a cultura *maker* e tornam o tema mais notório. Na verdade, estamos numa nova revolução industrial. Para Anderson (2012), em sua obra “*Makers: a nova revolução industrial*”, daqui alguns anos, qualquer pessoa com um conhecimento técnico limitado e com as ferramentas certas vai conseguir construir em casa seus próprios produtos. Podemos comprovar isso no uso doméstico das impressoras 3D. Muitos projetos para impressão estão disponíveis de forma gratuita na rede e sem nenhuma patente para o uso livre de qualquer pessoa. O compartilhamento gratuito de informações é uma característica da cultura *maker*, mas não só isto, também a colaboração, troca de conhecimentos entre os componentes do grupo, busca por soluções para problemas reais, proatividade, experimentação e prototipagem.

### 3 CULTURA MAKER NAS ESCOLAS

O grande desafio do professor atualmente é inovar cada vez mais o processo de ensino e aprendizagem dos seus alunos. Não podemos ministrar aulas como era feito a 50 anos atrás, em que prevalecia a visão do professor detentor de todo o conhecimento que era repassado no momento da aula. O estudante aprende de forma mais interativa e dinâmica e dessa forma a cultura *maker*, no âmbito da educação, permite que os alunos aprendam colocando a mão na massa.

O termo *Maker* remete, geralmente, às ações desenvolvidas por pessoas com o intuito de construir coisas, consertar ou repaginar objetos, daí a máxima “faça você mesmo”. Mas não só isso, também e principalmente, a compreender como estes objetos ou coisas funcionam. O que, para a realização de tais feitura, a ideia central é que as pessoas se reúnam em grupos ou comunidades imbuídas de um conjunto de atitudes e valores próprios, como “colaboração, troca de conhecimentos, busca por soluções para problemas reais, proatividade, experimentação e prototipagem” (TEIXEIRA; SILVA, 2017, p. 16), o que potencializa o engajamento dos estudantes em atividades de aprendizagem diferenciadas. E, também, coadunando-se com o alcance das exigências de formação preconizadas pela BNCC, 2017, isto é: O compromisso com a educação integral,

Novo cenário mundial, [em que o aluno possa] reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, [o levando a] comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. (BRASIL, 2017, p. 20).

Desta maneira, é possível inferir que as atividades maker geralmente estão associadas a atividades que possuem propósitos diversos que incluem o uso de equipamentos de fabricação digital como Impressoras 3d, cortadoras laser e também kits de robótica, programação, costura, marcenaria e outras técnicas. Outro aspecto da cultura Maker é que ela pode atuar em variadas frentes, inclusive a tecnologia, com a possibilidade de os estudantes se apropriem das técnicas que o permitam se tornar produtor de tecnologia e não apenas consumidor.

Para isso, é fundamental uma abordagem interdisciplinar integrando conhecimentos e práticas de diferentes áreas do conhecimento, assim afirmam *Martinez e Stager* (2016), quando cita *Seymour Papert*, considerado como o “pai do

movimento *maker*". *Martinez e Stager* (2016, p. 8), enfatizam que "a construção do conhecimento ocorre mais efetivamente quando o aprendiz está engajado conscientemente na construção de um objeto público e compartilhável".

Para crianças e jovens, as aulas no âmbito da metodologia *maker* propõem um aprendizado por projetos a partir da construção de protótipos, que contribuem na aprendizagem baseada em problemas. *Dier* (2016) ressalta que um protótipo é uma "forma primitiva", a palavra deriva do Grego *prototypos* que a junção da palavra *proto* "primeiro" e *typos* "impressão". A palavra é empregada em diversas circunstâncias, contextos e disciplinas.

Para (VIANA et al. 2011) um protótipo tem como aplicabilidade contribuir para a validação das ideias formadas e pode ocorrer ao longo da pesquisa. O simples fato de simular artefatos materiais, ambientes ou relações interpessoais que representem um ou mais aspectos de um serviço, de forma a envolver o usuário e simular a prestação da solução proposta (VIANA, et. al. 2011).

As atividades *maker* ganham ainda mais impulso quando são apresentadas de forma integrada com a grade curricular da escola. *Blikstein* (2017) aponta algumas vantagens em integrar a cultura *maker* ao currículo escolar como articular a teoria com a prática, otimizar o tempo, os compartilhamentos das habilidades, a reflexão através dos erros, o protagonismo intelectual presente nos alunos, o acesso democrático ao conhecimento e o aluno se aproxima cada vez mais da ciência.

Colocar a mão na massa e construir um protótipo com as próprias mãos, também é uma forma de aprendizagem por meio do ensino híbrido, que em tempo de pandemia vem se consolidando cada vez mais, pois envolve o desenvolvimento prático de ferramentas como jogos, aulas interativas e virtuais por meio da tecnologia. Tais atividades ainda ajudam na solução de problemas que os jovens podem vivenciar no dia a dia ou no futuro.

Vários autores têm apontado o ensino híbrido como a evolução de como se fará o ensino. Para o *Clayton Christensen* (2012) o ensino híbrido é um programa de educação formal no qual um aluno aprende por meio do ensino on-line, com algum elemento de controle do estudante sobre o tempo, o lugar, o modo e/ou o ritmo do estudo, e por meio do ensino presencial, na escola.

Por isso o ensino *maker* incentiva a criatividade e promove o desenvolvimento de competências ligadas à inovação e essenciais para o século XXI. Entre elas estão a resolução criativa de problemas, realização de projetos e letramento

tecnológico. As aulas *maker* também ajudam no desenvolvimento de competências socioemocionais, previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como empatia, colaboração e autonomia.

Vale destacar que a apropriação do movimento *maker* no campo da Educação, em particular no ensino, embora seja atual, não apresenta um entendimento único. Existem divergentes maneiras para se aplicar esta metodologia de ensino, refletir sobre os resultados alcançados e a aplicação desta forma de trabalhar conteúdos disciplinares pode ser de variadas formas notadamente inspirados na cultura *maker*, contudo, para esta pesquisa, o foco foi a resolução de problemas matemáticos sobre trigonometria a partir da construção e utilização de um recurso didático denominado teodolito, do qual será tratado mais a frente.

### **3.1 Resolução de problemas e a aprendizagem dos conteúdos matemáticos**

As mudanças no campo do trabalho, portanto no campo do ensino e da aprendizagem, influenciam cada vez mais nas tomadas de decisões em relação ao que (conteúdo) e como (métodos de tratar os conteúdos) tratar os conteúdos do currículo matemático a serem ensinados. Um bom exemplo é a mudança do perfil do aluno que está mais preocupado em ter a capacidade de resolver problemas de forma mais significativa do que ser habilidoso nos cálculos. Vale ressaltar a importância de buscar novas táticas e metodologias para o ensino da matemática e como usar algumas dessas estratégias para o maior engajamento dos alunos nas aulas. Assim, a opção pela metodologia ativa utilizada na prática da pesquisa é o método baseado na resolução de problemas.

A aprendizagem baseada em problemas é uma metodologia que insere os alunos numa categoria de protagonismo. O aluno se torna um investigador e busca o conhecimento através da tentativa de solucionar o problema. Geralmente a turma é separada em pequenos grupos e o professor passa a ser um orientador. Esse modelo de aprendizagem possibilita a criação coletiva e colaborativa do conhecimento, o que se coaduna com a cultura da aprendizagem por meio do movimento *Maker*.

Para Bes (2019) a aprendizagem baseada em problemas coloca o aluno em contato com problemas ou situações que se aproximem de sua realidade, para que possa resolvê-los utilizando seus conhecimentos.

O aluno assume o papel de protagonista do seu processo de ensino e aprendizagem e o professor é um facilitador que orienta o discente a atingir o seu objetivo.

Para Mamede e *Penaforte* (2001), a aprendizagem baseada em problemas possibilita que o aluno, torne-se autônomo para a sua aprendizagem e, assim, construa o conhecimento de forma ativa e colaborativa, aprendendo de forma contextualizada e dando um significado pessoal ao saber.

Golbert (2009) ressalta que sob uma ótica construtivista, a aprendizagem da matemática, incluindo os cálculos, deve ser favorecida por meio de resolução de problemas. Assim o aluno ao se deparar com uma situação problema que motive a reflexão e a busca da resolução através de objetos de conhecimentos aprendidos na escola torna a prática um momento mais significativo para o seu aprendizado.

Golbert (2009) afirma que os alunos de hoje, cada vez mais, são confrontados com o desafio de administrar e utilizar recursos para a solução de problemas. O aluno pode escolher a possibilidade de usar uma calculadora, um aplicativo ou até mesmo caneta e papel para resolver um problema. A expectativa para o aprendizado do aluno é saber aplicar aquele conhecimento para solucionar problemas que podem estar próximos do seu cotidiano. O papel do ensino da matemática é desenvolver o senso crítico do cidadão de forma que esse aluno saiba solucionar problemas e não ser um matemático habilidoso com os cálculos.

Soares (2020) ressalta que nos diferentes níveis de ensino há a necessidade de que os alunos tenham habilidades e estratégias que lhes proporcionem a apreensão, por si mesmos, de novos conhecimentos e não apenas a obtenção de conhecimentos prontos e acabados como corriqueiramente ainda é aceito, tanto por parte dos alunos quanto dos professores e de muitas famílias. O ensino não é mais visto como um processo mecanizado que o aluno recebe conhecimento ou informações prontas como se fosse um computador armazenando arquivos no seu HD. O desafio do processo de aprendizagem é ensinar ao aluno a aprender a aprender e saber pensar.

A utilização da resolução de problemas na prática da aprendizagem da matemática é uma metodologia que deve merecer atenção por parte de todos

docentes, pois é a partir da problematização que se pode envolver o aluno em situações da vida real, encorajando-o para o aperfeiçoamento do modo de pensar matemático.

Seguindo esse raciocínio Pozo e Echeverría (1998) acrescentam que não basta apenas "dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes", mas também "Criar neles o hábito e a atitude de enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta". (ECHEVERRÍA; POZO, 1998, p. 16)

Pensando na possibilidade de "criar neles o hábito e a atitude de enfrentar a aprendizagem como um problema" (POZO; ECHEVERRÍA, 1998, p. 09), para este estudo, adotou-se a perspectiva do movimento *maker* (aprender fazendo), a partir da construção de um recurso de ensino – o Teodolito, e as indicações expressas pelos autores acima citados sobre resolução de problemas.

### **3.2 O Teodolito como instrumento de aferimento de medidas**

A finalidade deste capítulo é apresentar o histórico do instrumento que inspirou a nossa prática de pesquisa em sala de aula, e o objeto de conhecimento matemático específico, envolvido na aula, o que configura o contexto da pesquisa.

Através desse contexto os alunos foram desafiados a criar um teodolito caseiro. Em seguida faremos uma apresentação da história da trigonometria, a qual tem como objetivo mostrar que sua origem está principalmente ligada às questões práticas do nosso cotidiano.

Desta maneira, inicia-se com a abordagem sobre o teodolito, para, por fim tratar da trigonometria no triângulo retângulo e posteriormente aplicamos a trigonometria numa situação prática com a participação dos alunos, a partir da resolução de dois problemas, os quais serão apresentados e discutidos mais à frente.

Para tratar do termo teodolito, é preciso dar um passo atrás e entender que, historicamente, o homem teve a sua fase nômade e foi evoluindo com o tempo e passou a se fixar em regiões.

Machado (2013) ressalta que os nômades eram povos na antiguidade que não tinham residência fixa e tinham como atividades de sobrevivência a caça, pesca e exploração vegetal. Com a evolução da espécie, o homem necessitou tornar-se

sedentário, aprendeu as técnicas de agricultura e pecuária e começou a formar uma sociedade mais organizada como vilas, cidades e outras formas de organização, o que exigiu cada vez mais instrumentos para resolver os seus problemas e facilitasse as suas vidas.

Os primeiros instrumentos topográficos, embora muito primitivos e pouco precisos, foram criados por vários povos como os gregos, romanos, chineses, árabes, babilônicos e egípcios com o propósito de catalogar áreas urbanas e rurais. Esses instrumentos tinham por finalidade delimitar, descrever e avaliar as propriedades.

Há relatos históricos que os babilônios e os egípcios utilizavam cordas para medir distâncias entre pontos específicos. Essa técnica era conhecida como “esticadores de cordas”. Na figura 1 temos uma pintura egípcia conhecida como hieróglifo que relata o trabalho dos esticadores de cordas.

Figura 1. Esticadores de cordas na demarcação de terras



Fonte: Enciclopédia Abril, 1972.

Os esticadores de cordas comparados com os profissionais de hoje seriam os agrimensores. O seu trabalho era de mensurar as medidas das propriedades através das cordas de uma forma bem primitiva.

Os romanos também contribuíram para o desenvolvimento da geometria. As expedições romanas em várias regiões do mundo, por exemplo, na Grécia trouxeram como consequências uma expansão da cultura grega pela Europa. Uma dessas contribuições foi o uso do instrumento “groma” que lembra uma cruz, prumadas em seu extremo, fixada numa barra vertical conforme a figura 2.

Figura 2. Groma



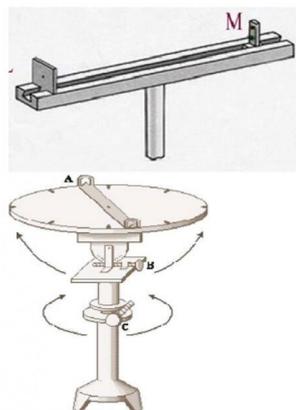
Fonte: Museu da Topografia 2021

A própria civilização egípcia utilizava a “groma” que era o precursor original do teodolito. Alguns estudiosos na área da História da Matemática afirmam que este instrumento foi muito útil nas construções civis e na origem das atividades de agrimensura da civilização egípcia.

Segundo Eves (2008), civilização egípcia utilizou a “groma” que era uma versão original do teodolito, na construção dos seus monumentos e na aplicação da agrimensura para estimar medidas de comprimentos das suas terras e a civilização romana desenvolveu a dioptra (figura 3) com a mesma finalidade, sendo descrito nos textos antigos como um sinônimo do teodolito.

Com a evolução da humanidade foi surgindo equipamentos mais modernos como o teodolito utilizado na atualidade como recurso de ensino e também, como instrumento empregado na construção civil.

Figura 3. Dioptra romana



Dioptra romana. Esquema de uma dioptra do séc. I d.C.

Fonte: Corrêa (2021)

Existem outros equipamentos necessários para o levantamento topográfico com finalidade de medição, um dos mais utilizados é a trena (figura 4), formada por uma fita métrica de tecido, fibras de vidro, plástico ou metal com o objetivo de medir distâncias horizontais e verticais, e que também foi um recurso útil na realização das atividades dos alunos, além do próprio teodolito.

Figura 4. Trena de fibra de vidro



Fonte: Unicamp 2021

O teodolito é um instrumento de precisão óptico que mede ângulos verticais e horizontais, aplicado em diversos setores como na navegação, na construção civil, na agricultura e na meteorologia, e, lógico no ensino, caso o professor queira utilizá-la, já que ele é útil para medir ângulos, a partir de dois pontos. A estrutura de um teodolito é feita a partir do movimento circular de dois eixos independentes, sendo um fixo e outro móvel (eixo duplo). O eixo móvel é fixado pelos parafusos de pressão. O limbo horizontal permite o travamento em qualquer posição, realizando leitura de graus, como também de minutos e segundos.

Para a leitura, são necessárias outras ferramentas como o tripé regulável (parte que sustenta o teodolito), o contrapeso, os limbos horizontais e verticais, o nômio, o nível de bolha, o filtro de luz e as lupas oculares. Na figura 5, temos a imagem de um teodolito industrial, ou seja, fabricado para fins de uso por agrimensores.

Figura 5. Teodolito Industrial



FONTE: Machado, Cartaxo e Andrade (2014)

Contudo, Freitas (2021) ressalta que o teodolito é um instrumento indicado para medir ângulos a partir da distância entre dois pontos, ou seja, esse instrumento pode ser utilizado para determinar os ângulos internos ou externos em uma poligonal e, com auxílio de um distanciômetro, outro instrumento destinado a medir distâncias inclinadas que deve ser acoplado a um teodolito para possibilitar a medição do ângulo vertical, possibilita calcular a distância vertical. Podem ser classificados, de acordo com seu uso, como topográfico, astronômico ou geodésico. Também podem ser diferenciados conforme sua exatidão nas medições.

### 3.3 Contexto histórico da trigonometria como saber matemático

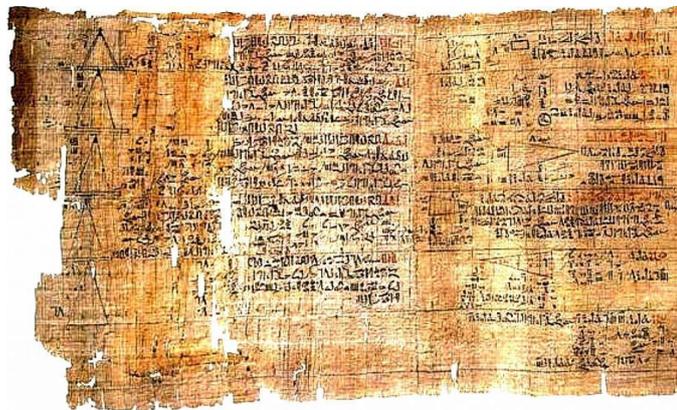
O contexto histórico da trigonometria que se pretende abordar neste tópico, vislumbrou enfatizar os aspectos históricos desta área de conhecimento, para que os alunos visualizassem o seu desenvolvimento e como eram a sua aplicação na prática por povos antigos, considerando ser importante fazer uma introdução histórica sobre o tema para os alunos, tendo em vista a sua origem.

As origens da trigonometria são obscuras. Há alguns problemas no papiro Rhind que envolvem a co-tangente de um ângulo diedro da base de uma pirâmide e, [...] a tábua cuneiforme babilônica Plimpton 322 contém, essencialmente, uma notável tábua de secantes. É possível que as investigações modernas sobre a matemática da Mesopotâmia antiga venham revelar um desenvolvimento apreciável da trigonometria prática. (EVES, 2008, p. 202).

A origem da trigonometria é incerta. Apesar disso, pode-se afirmar que o nascimento do aprimoramento da trigonometria se deu especialmente em razão de

obstáculos gerados pela Astronomia, Agrimensura e Navegações, por volta do século IV ou V A.C., com os egípcios e babilônios. Para que se tenha dimensão disso é possível encontrar problemas envolvendo a cotangente no *Papiro Rhind* (figura 6) e também uma notável placa de argila de 3.700 anos contém tabelas trigonométricas avançadíssimas, escritas mais de 1.000 anos antes que gregos desenvolvessem os cálculos. Esta tábua de secantes é a famosa tábua cuneiforme babilônica *Plimpton 322* (figura 7).

Figura 6: Papiro de Rhind localizado no Museu de Londres



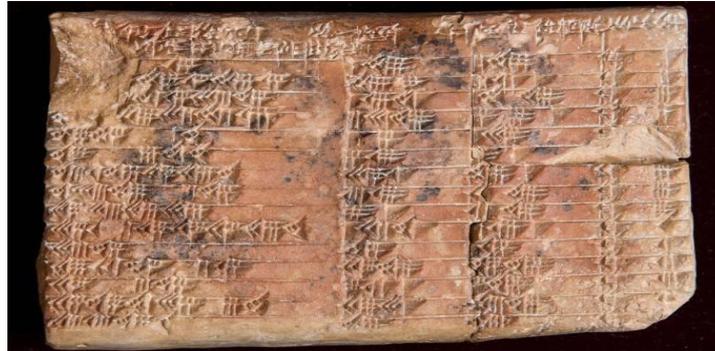
Fonte: Matemática.br (2021)

Em sua obra “Introdução à história da matemática” Eves (2008) afirma que o papiro de Rhind é uma fonte primária rica sobre a matemática egípcia antiga; descreve os métodos de multiplicação e divisão dos egípcios, o uso que faziam das frações unitárias, seu emprego da regra falsa posição, sua solução para o problema da determinação da área de um círculo e muitas aplicações matemáticas a problemas práticos.

Para Roque (2012), é possível alegar que os registros do papiro Rhind foram transcritos de um manuscrito ainda mais primitivo. O Papiro é famoso como Papiro Rhind, em tributo ao egiptólogo escocês Henry Rhind. Outro nome que o Papiro de Rhind é conhecido é Papiro Ahmes, o escriba egípcio que o copiou.

Já a Tábua Cuneiforme *Plimpton* (figura 7) seja talvez a mais notável das tábulas matemáticas babilônicas já analisadas.

Figura 7: Tábula Cuneiforme Plimpton 322



Fonte: Veja (2021)

Para EVES (2008) o termo trigonometria quer dizer medida das partes de um triângulo. Não se sabe ao certo se a concepção da medida de ângulo apareceu com os gregos ou se eles, por contato com a civilização babilônica adotaram suas frações sexagesimais. Contudo os gregos realizaram um estudo sistemático das relações entre ângulos - ou arcos - numa circunferência e os comprimentos de suas cordas.

Devido a sua grande contribuição para a matemática o astrônomo Hiparco de Nicéia, por volta de 180 a 125 a. C., ganhou o direito de ser chamado "o pai da Trigonometria" pois, na segunda metade do século II a.C., fez um tratado em doze livros em que se tratou da concepção do que deve ter sido a tabela trigonométrica original, abrangendo uma tábua de cordas. Claramente, Hiparco realizou esses cálculos para usá-los em seus estudos de Astronomia.

Em outros momentos surgiram conceitos como seno, cosseno e tangente. EVES (2008) afirma em seu livro que a palavra cosseno surgiu somente no século VII, já o seno seria o complemento de um ângulo. Ele ainda afirma que os conceitos de seno e cosseno foram originados pelos problemas relativos à astronomia, enquanto que o conceito de tangente, ao que tudo indica, surgiu da necessidade de calcular alturas e distâncias.

Eves (2008) supõe que é bem provável que a trigonometria tenha se desenvolvido nas práticas do cotidiano e dessa forma tenha sido utilizada também nas navegações da antiguidade com os conceitos da astronomia. Ainda o autor ressalta que o mais eminente dos astrônomos da Antiguidade tenha sido o Hiparco. Com a prática na astronomia Hiparco contribuiu para o desenvolvimento da

trigonometria. Eves em sua obra afirma a importância desse ilustre matemático para o crescimento dessa área da matemática.

Para nós, porém, as realizações de Hiparco na astronomia são menos importantes que o papel que ele teve no desenvolvimento da trigonometria. O comentador Têon de Alexandria (séc. IV) atribui a Hiparco um tratado em doze livros que se ocupa da construção de uma *tábua de cordas*. (EVES, 2008, p. 203).

Veja o quanto a aula de matemática pode se tornar uma experiência incrível para o aluno e professor quando se faz uma viagem na história da sua evolução. Dessa maneira cabe ao professor fazer citações de alguns momentos históricos e inserir de maneira sutil a aplicação da trigonometria. Segundo D'Ambrósio (1997, p.30): “Conhecer, historicamente, pontos altos da matemática de ontem poderá, [...] orientar no aprendizado e no desenvolvimento da matemática de hoje”.

Os parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) também apreciam o emprego da História da Matemática no processo de ensino e aprendizagem como recurso didático, promovendo seu uso no processo de aprendizagem:

A História da Matemática pode oferecer uma importante contribuição ao processo de ensino e aprendizagem dessa área de conhecimento. Ao revelar a Matemática como uma criação humana, ao mostrar as necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor cria condições para que o aluno desenvolva atitudes e valores mais favoráveis diante desse conhecimento. Além disso, conceitos abordados em conexão com sua história constituem veículos de informação cultural, sociológica e antropológica de grande valor formativo. A História da Matemática é, nesse sentido, um instrumento de resgate da própria identidade cultural. (BRASIL, 1998, p.42.)

Ainda nesse sentido, Sampaio (2008), ao desenvolver sua pesquisa sobre as contribuições histórico-filosóficas no processo de aprendizagem de Trigonometria no Ensino Médio, considera que articular os conhecimentos tendo como ponto de partida metodologia de ensino que leve em conta aspectos históricos e culturais.

A Trigonometria é um ramo da matemática que estuda as relações entre os comprimentos de 2 lados de um triângulo retângulo, para diferentes valores de um dos seus ângulos agudos. Essa área da matemática pode ser aplicada em vários campos. Pode ser utilizada na astronomia, engenharia, física, cartografia, entre outras áreas, o que implica considerar ser este um conhecimento importantíssimo,

portanto imprescindível que os alunos o aprendam, e é sobre esta questão que trataremos no próximo tópico.

### **3.4 O Ensino da Trigonometria.**

O ensino de trigonometria deve ser significativo e assim é necessário o aluno entender em que contexto histórico surgiu essa área da matemática que divide muitas opiniões. Eves (2008), por exemplo, ressalta o quanto é difícil informar uma data exata da criação e origem da trigonometria. Contudo, embora o próprio Eves (2008) aponte que as origens da trigonometria são desconhecidas, afirma que é possível que algumas investigações sobre a matemática na antiguidade venham revelar um desenvolvimento da trigonometria prática.

Mas, pelo sim ou pelo não, vale refletir que ensinar matemática no ensino médio é um grande desafio para o professor. Grande parte dos alunos critica como o ensino da matemática é feito nas escolas. A maioria dos docentes trabalha com aulas expositivas, o que não é totalmente errado, pois a matemática como um conhecimento por natureza axiomático, a exposição do conteúdo em sequências didática faz-se necessário, mas para ficar menos oneroso para o aluno e para o professor, é importante trabalhar diferentes formas metodológicas de ensino.

Alguns teóricos acreditam que o aluno deve ser protagonista da sua aprendizagem. Para Moran, "Metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida" (MORAN, 2018, p.4).

A importância do ensino da trigonometria é muito questionada pelos alunos. Para o seu ensino ser significativo o professor precisa trabalhar sempre com contextos. Para Moreira, "Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende" (Moreira, 2010)

Bortoli (2016), ao observar alunos do ensino médio concluiu que muitos não compreendem os conceitos mais básicos da trigonometria e suas aplicações e dessa forma torna mais difícil a construção de novos conhecimentos.

Para *Lindegger* (2000) os alunos se sentem “incomodados” ao abordarem os objetos de conhecimento envolvendo a Trigonometria, o que, comumente, provoca uma rejeição ao tema. Esse desprezo pode estar relacionado à falta de compreensão dos conceitos trigonométricos básicos, visto os erros de notação e de conceito observados nas representações matemáticas até entre alunos iniciantes de ensino superior.

Para fazer o uso da trigonometria em campo, muitas vezes é bem mais fácil medir o ângulo entre duas direções do que a distância entre dois pontos. Basta observar o uso da trigonometria na astronomia. Imagine o quanto seria difícil medir a distância entre duas estrelas. Em contrapartida, já seria mais simples medir o ângulo formado entre a direção de uma estrela e o horizonte. Nesse caso bastava utilizar um simples oitante, antepassado do sextante.

A trigonometria é um objeto de conhecimento da matemática com diversas definições e conceitos. É uma parte da matemática que geralmente o aluno encontra dificuldades no seu aprendizado. A trigonometria é geralmente introduzida no nono ano do ensino fundamental com a sua aplicação no triângulo retângulo e em seguida é retomada no ensino médio com sua aplicação no círculo trigonométrico e funções.

A trigonometria é densa e com muitos conceitos e isso já gera dificuldades no aprendizado por parte dos alunos. A ideia inicial deste trabalho é aplicar uma metodologia ativa com o uso da cultura *Maker* numa situação problema com aplicações de conceitos da trigonometria.

Alguns conceitos básicos da trigonometria são apontados no ensino médio de maneira bem direta e objetiva. Muitas vezes o professor não tem a preocupação de demonstrar ou simplesmente explicar a sua origem. Grande parte dos livros didáticos de matemática, adotado no ensino médio, não aprofunda a origem da trigonometria.

#### **4 SITUANDO A PESQUISA: O CENÁRIO DE INVESTIGAÇÃO E O APORTE TEÓRICO METODOLÓGICO**

A presente pesquisa foi realizada com turmas do 2º ano do ensino médio do Centro de Ensino Santa Teresa da rede estadual de ensino do estado do Maranhão, localizada no município de São Luís, durante oito aulas. A prática foi realizada entre os meses de fevereiro e março de 2020 com um total de 14 grupos de alunos com 5 componentes cada grupo.

Como já anunciado na introdução, a metodologia de desenvolvimento das atividades teve como base a construção de um teodolito, prática esta que pelas características das ações, se inserem no âmbito do movimento *maker* ou cultura *maker*, a resolução de problemas.

A pesquisa foi desenvolvida com a finalidade de avaliar como as atividades realizadas em espaços *makers* contribui para a formação da postura investigativa do aluno como um cidadão mais crítico, tem como foco alinhar esta postura investigativa às competências específicas da Matemática, tratada na BNCC 2017.

O conteúdo trabalhado no decorrer do processo de realização da pesquisa foi trigonometria no triângulo retângulo, a partir da construção de um teodolito. A estratégia utilizada para realizar as atividades versou em torno da resolução de problemas, em que foram propostos problemas para que os alunos resolvessem tomando como base as experiências que eles tiveram no momento em que utilizaram o teodolito construído por eles para vivenciarem na prática a aferição das medidas do triângulo retângulo conjecturado por eles a partir da utilização do teodolito.

##### **4.1 Fundamentos Teóricos Metodológicos para a realização das atividades**

Metodologicamente a pesquisa é qualitativa, baseada na metodologia da resolução de problemas, a qual teve como base Estratégias para o desenvolvimento das atividades com os alunos na perspectiva, apontada por Bes (2019), o qual ressalta que a construção de conhecimentos por meio da metodologia de aprendizagem baseada em problema se caracteriza não só por ser uma oportunidade rica e significativa para que o aluno confronte suas ideias com as de outros colegas, mas também propicia uma visão concreta e prática do aprendizado.

O destaque é que o professor tem uma oportunidade única de impactar positivamente no aprendizado do aluno com uma dinâmica significativa e que faça sentido na cabeça daquele aluno. O ensino daquele objeto de conhecimento passa a fazer sentido para o discente.

Outra vantagem de usar essa metodologia baseada em problemas é o trabalho em equipe e de forma compartilhada. Cada integrante da equipe é responsável por uma etapa importante do processo e conseqüentemente os alunos percebem a importância da troca de saberes e da colaboração. Bes (2019) atesta que a aprendizagem em grupo na busca da solução de problemas se configura como uma estratégia de ensino na qual os sujeitos, de diferentes níveis de desempenho, trabalham juntos e em pequenos grupos a fim de atingir uma meta - a partir da qual entram em expressiva e significativa interatividade.

A aplicação da aprendizagem baseada em problemas em sala de aula é um passo muito importante e necessita de uma contemplação sobre os objetivos que o professor pretende atingir com aquela prática. A aplicação de uma metodologia ativa seja ela qual for deve ser algo que traga um significado para o aprendizado do aluno. Estas duas considerações acima, implica dizer que o professor, enquanto pesquisador e professor tem que analisar se aquela atividade ajudará na aquisição do conhecimento daquele objeto de conhecimento que está sob investigação.

Assim, com base nas orientações de Bes (2019), ao que se refere ao desenvolvimento da atividade que gere dados para análise, e que gere aprendizagem para os alunos, este autor sugere que o professor deve estar ciente de que não se trata de mera obtenção de conceitos por parte dos alunos, mas do desenvolvimento de habilidades cognitivas como compreensão, raciocínio e estratégia. Considerando esta orientação desejável à proposição a que se almeja com esta pesquisa, que inclui, além da atividade prática com o recurso teodolito, em que estiveram presentes a construção deste, a observação e o registro das informações obtidas, também foi utilizado a resolução de problemas para avaliar como as atividades realizadas em espaços *makers* contribuiu para a formação da postura investigativa e o próprio aprendizado dos alunos.

Para a aplicação da aprendizagem baseada em problemas, e para que os resultados dessa aprendizagem possam ser aferidos e ao mesmo tempo possam ser interpretados como aprendizagem do conteúdo de ensino, no caso trigonometria, Souza e Dourado (2015, p.195.) apontam ordenações de organização das atividades

de ensino e aprendizagem que podem ser utilizadas em diferentes níveis de ensino, as quais foram utilizadas nesta pesquisa, ou seja:

- a) **Elaboração do cenário ou contexto problemático:** deve ser de acordo com o objetivo que se pretende atingir e chamar a atenção do aluno para que este identifique o tema do objeto de estudo. Além disso, deve haver relação com o conteúdo, ser funcional e de um tamanho ideal;
- b) **Questões-problema:** ao receber as questões-problema, os grupos devem organizar as informações, dividir as tarefas, esclarecer as dúvidas com o professor/tutor para então decidirem como vão aprofundá-las;
- c) **Resolução de problemas:** é a fase em que os alunos colocam em prática todas as ações planejadas anteriormente;
- d) **Apresentação do resultado e autoavaliação:** o grupo deve elaborar uma síntese com as reflexões e os debates realizados. Todos deverão apresentar uma solução encontrada para o grupo. No final, é importante que o grupo e que cada aluno realize uma auto avaliação junto com o professor, que irá verificar se o objetivo foi ou não atingido, realizando, assim, a avaliação da aprendizagem.

Baseando-nos nas indicações do autor supracitado, a experiência com a realização das atividades foi realizada entre os meses de fevereiro e março de 2020 durante as aulas habituais da escola (apenas o sexto momento aconteceu após o início da pandemia de forma remota), na seguinte ordem:

- a) No primeiro momento trabalharam-se conceitos de trigonometria e sua aprendizagem através de aulas expositivas dialogadas, em que se explicou como se daria a aula prática, no caso, a construção e utilização do teodolito para que constatarem na prática a fabricação e a utilização do teodolito como recurso de aferição de medidas a partir das relações trigonométricas em que se teve acesso neste primeiro momento;
- b) No segundo momento, os alunos tiveram acesso aos materiais de construção do teodolito (cano de PVC, cola de cera quente, transferidores, serra de cano PVC, fitas métricas, nível de bolha, garrafas pets, papelão, caixa d'água, prego, estilete, tesoura, móveis escolares), o qual foi construído e utilizado na prática para assimilar o conteúdo que foi desenvolvido durante as aulas expositivas. Boa parte desses materiais foi

disponibilizado pelos grupos, pois a escola não possui muitos recursos materiais.

- c) No terceiro momento os alunos construíram o teodolito para estimar ângulos entre a horizontal e o topo do reservatório de água da escola. Consideramos estes três primeiros momentos como a elaboração do cenário ou contexto prático, problemático, para a realização das atividades. Consideramos estes três primeiros momentos como a elaboração do cenário ou contexto problemático, para a realização das atividades. A finalidade dessa etapa foi encontrar meios para estimar a altura do reservatório de água, já que a proposta foi que encontrassem a altura da caixa d'água, sem, contudo, se tivesse que atingir o seu topo para medir a sua altura. Nessa etapa os alunos coletaram dados como distâncias entre o reservatório de água e teodolito, o que levou à identificação do ângulo agudo, o qual propiciou aplicar as relações trigonométricas que possibilitaram constatar na prática a verificação das relações trigonométrica para aferir medidas de qualquer altura, independente da dimensão da sua verticalidade.
- d) No quarto momento foi proposto aos alunos que resolvessem outros problemas sobre conhecimentos trigonométricos que envolviam os mesmos conceitos com os quais tiveram acesso quando discutiram e utilizaram as relações trigonométricas obtidas a partir do ângulo aferido de forma estimada pelo uso do teodolito na prática para estimar a altura da caixa d'água;
- e) Em um quinto momento, os alunos reunidos em grupos foram ouvidos e os seus discursos foram colhidos para posterior análise;
- f) Finalmente no sexto momento se propôs aos alunos um questionário de avaliação da metodologia aplicada no decorrer das atividades de pesquisa junto com a resolução de dois problemas propostos. Essa fase da pesquisa já aconteceu após pandemia e de forma remota através de formulários on-line.

## 4.2 A prática executada no terceiro momento

No momento da aula foi utilizada a estratégia de introduzir o tema da aula com uma exposição dos conceitos básicos da trigonometria e suas aplicações na prática. Neste momento foi apresentada a aplicação e função do teodolito, com a finalidade de, além de produzi-lo, também utilizá-lo para realizar as medições na prática.

Durante a aula foi demonstrado através de slides o teodolito e sua aplicação na área da engenharia em que enfatizou que a sua utilização na engenharia é para aferir medidas, as quais se utilizam das relações trigonométricas para o cálculo de distâncias.

No momento da prática os alunos se dividiram em grupos com 5 integrantes e foram desafiados a construir um teodolito caseiro com materiais de fácil acesso como garrafas pets, canos PVC, transferidor entre outros. Ao todo foram 14 grupos que realizaram a prática.

Vale ressaltar que antes da atividade prática foi apresentado o teodolito e sua função no cotidiano da construção civil. Outro momento crucial na prática pedagógica foi discutir com os alunos como as civilizações sem a tecnologia e as técnicas da atualidade conseguiram construir grandes monumentos como as pirâmides egípcias.

Grupos de alunos do segundo ano do ensino médio realizaram uma atividade prática no Centro de Ensino Santa Teresa, em São Luís, para executar um trabalho sobre “grandes medições”, em que os alunos deveriam estimar a altura do reservatório de água localizada no pátio da escola. Para realizar a atividade, eles teriam que fazer a medição de ângulos a partir de três pontos distintos, determinado pelo professor, com o auxílio de um teodolito caseiro produzido por eles no momento da prática. Todas as medições foram realizadas ao nível do solo.

Figura: 8 - Registro da caixa d'água que os alunos vão determinar a altura



Fonte: MELO NETO, 2020.

No primeiro momento os alunos foram repertoriados sobre conceitos básicos da trigonometria no triângulo retângulo e sua origem através de aulas expositivas. Em seguida foi debatida a função de um teodolito e sua aplicação na construção civil. O objetivo principal dessa aula era contextualizar a trigonometria nos dias atuais com a vivência dos alunos numa situação problema que usaria os conceitos básicos da trigonometria aprendidos em sala de aula.

Num segundo momento os alunos foram desafiados a construir um teodolito caseiro com materiais de simples acesso como canos pvc, garrafas pet, papelão, transferidor de plástico entre outros materiais.

Figura 9 - Construção do teodolito



Fonte: MELO NETO, 2020

Grupos de alunos trabalhando de forma colaborativa na construção do teodolito. Cada integrante tinha a sua função específica na construção do aparato e da sua aplicação.

O trabalho em grupo é um momento oportuno para que eles sejam instigados a sugerir artifícios para diferentes problemas e a observar conceitos que vão além de perspectivas comuns. O professor deve recorrer frequentemente a estratégias de trabalho diferenciadas e sempre de acordo com as características do grupo para que o trabalho de grupo seja um meio de aprendizagem para todos os que nele intervêm (Reis, 2011, p.29).

Figura 10. Grupo de alunos montando o tripé do teodolito



Fonte: MELO NETO, 2020

Após a construção do teodolito os grupos de alunos foram para o pátio fazer a aferição da altura da caixa d'água. Vale ressaltar que nesse momento os alunos vivenciaram uma aplicação real da trigonometria do triângulo retângulo.

Figura 11: Aferindo a altura do reservatório de água da escola



Fonte: MELO NETO, 2020

Na figura 11, um grupo de alunos se prepara para aferir a altura do reservatório de água da escola. Nesse momento, cada grupo foi para o pátio da escola medir a distância da base do reservatório de água e o ângulo de visão da parte mais alta da estrutura do reservatório com a horizontal (chão). A ideia nesse momento da atividade é que cada integrante do grupo desempenhe um papel no desafio de descobrir a altura estimada do reservatório. A indicação para essa etapa da atividade é que três integrantes se encarreguem de medir a distância do reservatório para o teodolito usando uma trena, outro integrante vai anotando todos os dados obtidos pela aferição do colega e o quinto integrante faria o uso do teodolito para medir o ângulo de visão.

Figura 12: Integrante do grupo utilizando o teodolito para estimar ângulos

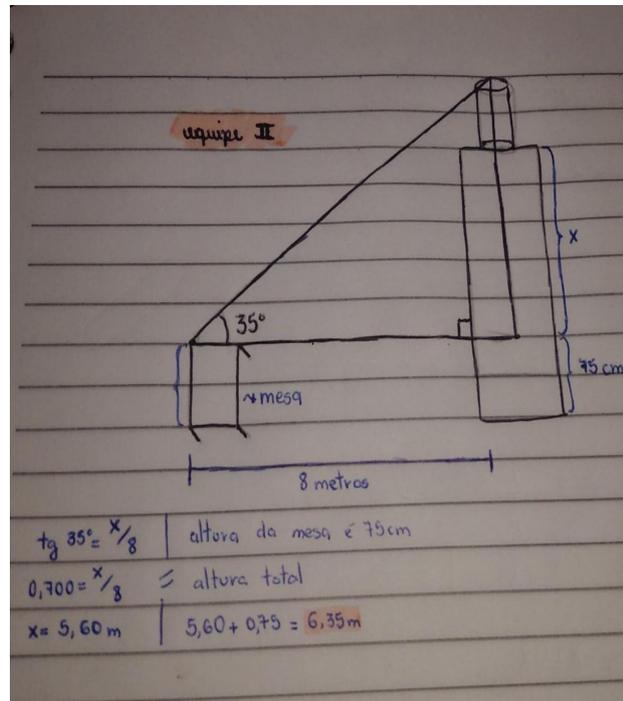


Fonte: MELO NETO (2020)

O integrante que ficou encarregado em manipular o teodolito para estimar os ângulos usou a mira que na maioria dos trabalhos foi feita de palito de churrasquinho. A base deve está nivelada e pode ser verificada através do nível de bolha da trena.

A partir das aferições, um integrante do grupo tem o papel em anotar as informações e, a partir disso, discutir com o grupo qual razão poderá estimar a altura do reservatório com as tais medidas.

Figura 13: das anotações do grupo II das medidas



Fonte: MELO NETO, 2020

Figura 14: Momento de aferição da distância do reservatório para o teodolito



Fonte: MELO NETO, 2020

Após todos os grupos realizarem a prática de medir a altura, o professor deu uma devolutiva da prática em sala de aula. Houve um debate sobre os resultados encontrados pelos alunos. Após o debate, o professor enviou um formulário via *google forms* para os alunos.

Vale ressaltar que o papel do professor no momento da prática foi de orientador, mediador. O processo de criação dos grupos, divisão de tarefas,

pesquisas sobre o tema entre outras partes da dinâmica foi de responsabilidade dos alunos. Essa autonomia por parte dos alunos é importante no processo de ensino e aprendizagem. A figura do professor que se coloca como dono do saber está cada vez menos aceitável, tendo em vista que o conhecimento atualmente é um bem democratizado, uma vez que diante dos aparatos tecnológicos em que vivemos, percebemos que muitas informações e conhecimentos são descobertos e compreendidos na internet ou em outros ambientes configurados fora de sala de aula.

A atividade prática se mostrou significativa para o aprendizado dos alunos, pois dessa forma eles viram uma aplicação do objeto de conhecimento no cotidiano, sendo que eles mesmos tiram as conclusões sobre o resultado das atividades.

No próximo capítulo, abordaremos a análise e a discussão dos dados coletados através de questionários on-line, mediante o problema central da pesquisa e dos objetivos.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Neste capítulo, são apresentadas a análise e a discussão dos dados. Os dados foram coletados através de formulários on-line. Contudo, vale ressaltar que as aulas teóricas e expositivas aconteceram na terceira semana de fevereiro de 2020 e a prática aconteceu no mês de março de 2020. A construção do teodolito, caracterizada como atividade prática, teve como finalidade coletar as medidas, para chegar ao valor da altura do reservatório de água através das razões trigonométricas. Do ponto de vista dos objetivos do ensino e da aprendizagem dos alunos, a finalidade foi possibilitar analisar atividades que deem aos estudantes a chance de trabalharem colaborativamente em um mesmo projeto de ensino e aprendizagem, uma vez que estes tipos de atividade podem possibilitar o maior engajamento e protagonismo dos alunos nas aulas.

Durante as observações das aulas expositivas, foi possível identificar alguns aspectos como:

- Turma bem diversificada (alunos com graus diferentes de nível de aprendizagem; alunas que já eram mães, alunos repetentes, alunos que trabalham e estudam).
- Falta de interesse pela aula por parte de alguns alunos;
- Atraso de alguns alunos nas primeiras aulas do dia;
- Alguns alunos engajados e com boa participação nas aulas;
- Alunos com afinidades com a componente curricular matemática.

No que diz respeito às observações das aulas prática, foi possível também identificar alguns aspectos como:

- Alguns grupos com falta de material para construir o teodolito;
- Falta de engajamento de alguns grupos;

Do ponto de vista da pesquisa, a finalidade foi observar o comportamento dos alunos e analisar atividades realizadas por eles, uma vez que o intuito era despertar engajamento e protagonismo dos alunos nas aulas, para que, assim, aguçar o interesse pela aprendizagem deles.

Nessa etapa os grupos anotaram as medidas da distância e o ângulo estimado da inclinação entre a horizontal e o topo do reservatório de água no pátio. Através desses dados foi calculada a altura estimada do reservatório de água utilizando a tangente do ângulo encontrado.

Terminadas as etapas (cinco primeiras etapas) da vivência da criação e da aplicação seria aplicada a etapa de coleta de dados, porém fomos impedidos de ter aulas presenciais por conta dos decretos devido a calamidade provocada pela pandemia covid-19. Por isso, a sexta etapa da pesquisa aconteceu de forma on-line, a partir da implementação de aulas no formato remoto, tive a oportunidade de entrevistar os grupos através de formulários on-line e prosseguir com a minha pesquisa. Nessa etapa da pesquisa cada representante do grupo respondeu o formulário acerca da prática.

Através dessas respostas foi possível organizá-las numa planilha e fazer a análise dos dados. Feito a planilha com as respostas dos grupos de alunos no formulário on-line foi possível prosseguir com a pesquisa.

Analisando as respostas da primeira pergunta “para você qual foi a importância da criação do teodolito? ”, as respostas foram as mais diversas. Contudo, é possível perceber nos discursos a importância que os alunos deram ao modo como as atividades os tocaram, os levando a reconhecer.

Grupo 01: “Achei importante para conhecer a altura da caixa d'água.”

Grupo 02: “Achei muito importante entender como funciona na prática e aliar isso com o que aprendemos na sala de aula. Nunca tinha ouvido falar nada sobre teodolito antes”.

Grupo 03: “Gostei de conhecer o teodolito na prática. Meu sonho é ser engenheiro igual ao meu tio. Já vi alguns engenheiros nas ruas com esse aparelho e sempre tive curiosidade em saber para quê serve isso”.

Grupo 04: “Muito legal, pois podemos colocar nossos conhecimentos em prática! ”

Grupo 05: “Achei super válido a iniciativa de propor desafio para os alunos. ”

Grupo 06: “A atividade foi show. Pude compreender a função do teodolito e sua aplicação matemática”.

Grupo 07: “Foi muito interessante. Colocar em prática o que foi dado em sala na aula. ”

Grupo 08: “Foi muito importante para que eu pudesse entender situações práticas do cotidiano”.

Grupo 09: “Aprendi que com o teodolito aprendemos a medir ângulos muito bom. ”

Grupo 10: “Foi que aprendemos fazer de forma prática, rápida e calma, algo que jamais imaginaria fazer”.

Grupo 11: “O principal foi ter conhecimento do instrumento. Além de ser incrível! É muito útil”.

Grupo 12: “Ajudou a aprender mais sobre o assunto, abrangendo ainda mais nosso conhecimento. Atividades em práticas como está e descontraído é um modo diferente de aprender que nós como alunos amamos fazer, nos abre o apetite de aprender”.

Grupo 13: “Importante para o desenvolvimento do trabalho em grupo, onde desenvolvemos o nosso desempenho pessoal também. Foi a partir desse trabalho que eu pude perceber onde eu poderia melhorar no desempenho pessoal e social. Então, penso que é importante para podermos trabalhar melhor com outras pessoas e para aprendermos tanto com as outras pessoas quanto com a criação em questão, principalmente no ponto de observação”.

Grupo 14: “contribuindo para que o aluno tenha uma aprendizagem significativa, mesmo porque ele exerce um papel importante na aprendizagem. ”

Em geral as respostas dos 14 grupos para a primeira pergunta tiveram em comum que a ideia de criar um teodolito para usar num problema real foi interessante e de maneira geral ajudou a turma a compreender situações práticas da aplicação da trigonometria. Para alguns alunos foi positivo propor desafios para tornar a aula mais rica.

Para as respostas da segunda pergunta “Qual foi a importância do momento de vivência da aplicação da trigonometria fora do ambiente da sala de aula?”, percebeu-se pela fala dos grupos de alunos que a atividade foi importante.

Grupo 01: “Agora sei para que vá servir a trigonometria. Acho que só teoria não ajuda muito. Gostei muito dessa aula. Aulas normais me dão muito sono. ”

Grupo 02: “Acho que agora sei quais aplicações podemos ter com a trigonometria. Só aula normal é cansativa. Adorei essa sua aula”.

Grupo 03: “Sempre bom sair de sala. A aula fica mais dinâmica e a vontade de aprender aumenta. Achei a aula massa demais professor”.

Grupo 04: “É muito interessante poder entender como funciona o conteúdo na prática do cotidiano”.

Grupo 05: “Gostei muito de sair de sala um pouco. Sair da rotina cansativa de ficar apenas na sala”.

Grupo 06: “Achei muito bom para o meu entendimento do assunto”.

Grupo 07: “Foi muito bom. Gostei muito dessa aula”.

Grupo 08: “Muito válida, pois conseguimos alinhar a teoria com a prática”.

Grupo 09: “Não apliquei muito, mas eu pude ver que naquela situação, aquele momento podia se utilizar a trigonometria”.

Grupo 10: “Que podemos medir triângulo de forma prática, a curiosidade de saber sobre”.

Grupo 11: “Divertido e empolgante”.

Grupo 12: “Foi um momento de bastante aprendizagem e de descontração”.

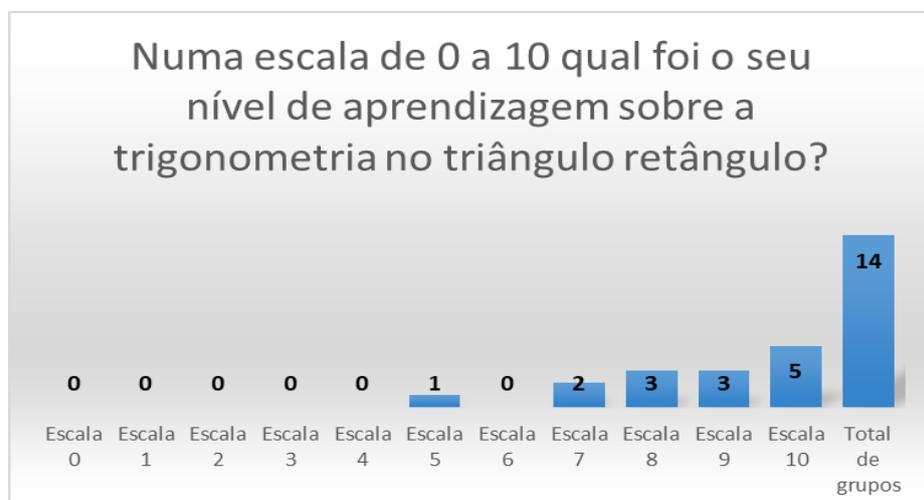
Grupo 13: “Foi algo diferente, pois dificilmente temos aulas tão práticas, então acredito que foi importante para nosso desenvolvimento em grupo e desenvolvimento da observação e foi importante para mim, principalmente, porque ainda penso em ser engenheiro, e fazer um trabalho desse na prática, tanto a criação quanto o uso fora da sala foi de grande ajuda.”

Grupo 14: “Podendo ganhar experiência e tendo uma noção de uma matéria”

Para alguns grupos a aula foi dinâmica e divertida. A devolutiva dos alunos em geral foi positiva. Teve grupo que afirmou que com a atividade foi possível entender a aplicação do objeto de conhecimento na prática. Outros afirmaram que a atividade foi como incentivo para a escolha da profissão na área de engenharia.

Na terceira pergunta, verificou-se, numa escala de 0 a 10, a percepção de aprendizagem por parte dos alunos. Nessa pergunta foi possível conferir que os grupos em sua maioria afirmaram que aprenderam o conteúdo de forma satisfatória.

Gráfico 1: Informações sobre a escala de aprendizagem de cada grupo



Fonte: MELO NETO, 2020

O gráfico 1 mostra as respostas dos 14 grupos do questionamento em relação ao nível de aprendizagem sobre a trigonometria no triângulo retângulo.

Um grupo - respondeu escala 5, ou seja, atribuiu valor 5 considerando uma escala de zero a dez, e conseqüentemente, todos outros grupos a escala de aceitação positiva das atividades realizadas estiveram igual ou superior a 7, sendo cinco grupos atribuíram valor Máximo, 10 para a realização das atividades, neste trabalho consideradas, como mostra os itens abaixo.

- Um grupo respondeu escala 5;
- Dois grupos responderam escala 7;
- Três grupos responderam escala 8;
- Três grupos responderam escala 9;
- Cinco grupos responderam escala 10;

Desse resultado foi possível concluir que 92,8% dos entrevistados responderam que as atividades contribuíram com a sua aprendizagem, pois as suas respostas corroboram a respeito da aprendizagem da trigonometria no triângulo retângulo e, 7,2% dos entrevistados apontaram uma escala igual a 5 como valor mediano a respeito da aprendizagem.

Nenhum entrevistado apontou valor inferior a 5 pontos como nível de satisfação da aprendizagem. Então, na concepção dos alunos as atividades propiciadas no decorrer da pesquisa contribuíram com a aprendizagem deles.

Cohen (et al., 2017, p. 2) sugere que a criação de estratégias de ensino utilizando a cultura *maker* pode fornecer um veículo para atrair os alunos a se envolverem em disciplinas como ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Corroborando com o que Cohen (2017) aponta, a BNCC 2017 indica o âmbito para o qual se deve utilizar e a perspectiva dada às questões relativas ao movimento *Maker*, isto é:

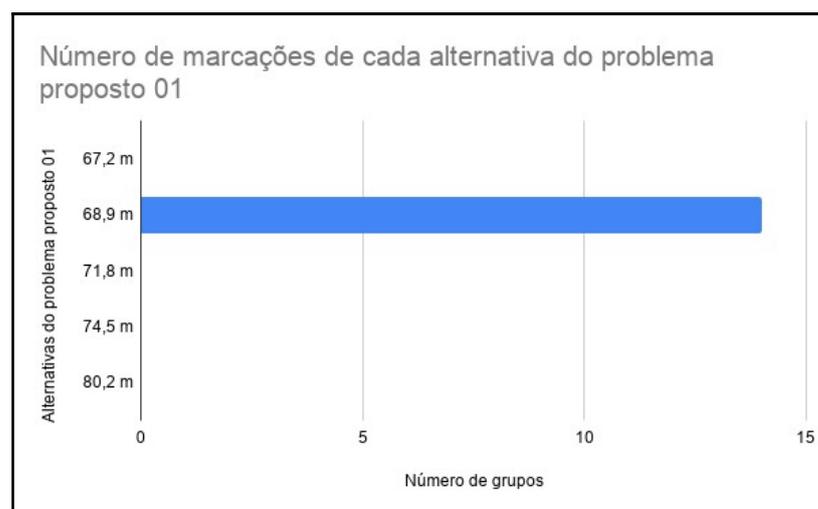
[...] estratégias para desenvolver novas metodologias de ensino-aprendizagem que envolvam o aluno, fazendo da escola um local de pensamento sobre as possibilidades que as redes e comunidades digitais oferecem, tanto para o desenvolvimento intelectual quanto nas possibilidades de socialização e colaboração no coletivo escolar. (BRASIL, 2010, p.11)

Outra forma de mensurar o nível de aprendizado dos alunos foi aplicar questões com problemas matemáticos sobre o objeto de conhecimento. Dessa maneira foi aplicado dois problemas para os grupos responderem.

O primeiro problema foi “Um topógrafo instala um teodolito a uma altura de 1,7 metros do solo e observa o topo de um prédio sob um ângulo de  $40^\circ$ . Estando o teodolito e o prédio em um mesmo terreno plano e distante um do outro 80 metros, determine a altura do prédio, aproximadamente. Dado  $\text{tg}40^\circ=0,84$ ”.

Nesse problema proposto o resultado do número de acertos é que os 14 grupos responderam 68,9 metros, que é a resposta correta. Dessa maneira o resultado foi de 100% de acertos para este problema. Vale considerar que o problema se assemelha em muito com a prática vivenciada por eles no momento da atividade com o teodolito.

Gráfico 2. Resultados do problema um proposto

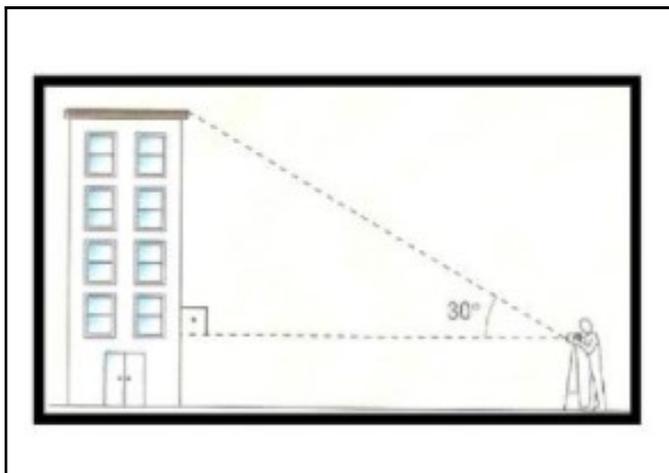


Fonte: MELO NETO, 2020

No segundo problema resolvido pelos alunos, teve o seguinte problema:

Um topógrafo foi chamado para obter a altura de um edifício. Para fazer isto, ele colocou um teodolito (instrumento para medir ângulos) a 200m do edifício e mediu um ângulo de  $30^\circ$ , como indicado na figura abaixo. Sabendo que o teodolito está a 1,5m do solo, encontre a altura do edifício.

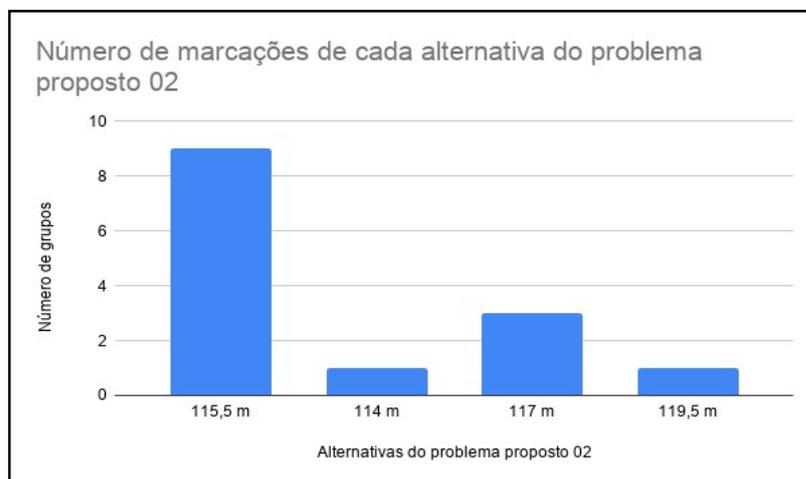
Figura 15. Situação ilustrada no problema proposto dois



Fonte: MELO NETO, 2020

Na aplicação do segundo problema proposto o número de grupos que acertou esse problema foi 9 conforme o gráfico 3. Esse valor corresponde a 64,3%. Esse valor foi inferior ao resultado do primeiro problema, porém o resultado também foi satisfatório. Seria interessante comparar os itens e verificar qual seria o motivo para a diferença de resultados para se construir um plano de ação de retomada.

Gráfico 3. Número de grupos X as alternativas do problema



Fonte: MELO NETO, 2020

Outra pergunta feita no formulário foi “Para você qual é a importância da trigonometria no cotidiano?” A finalidade dessa pergunta foi entender se cada grupo percebeu a importância desse objeto de conhecimento no cotidiano.

Grupo 01: “Vi nessa aula que a trigonometria tem sua importância. Ela é útil para construir coisas importantes”.

Grupo 02: “A trigonometria é útil para a engenharia civil, arquitetura, astronomia entre outras áreas”.

Grupo 03: “Com a trigonometria posso calcular alturas de pontos que antes seriam impossíveis de alcançar. Isso pode ser útil na engenharia. Na criação de projetos”.

Grupo 04: “Perceber as relações dos ângulos e medidas nas coisas que fazemos naturalmente”.

Grupo 05: “Achava que esse assunto era muito difícil. Talvez essa foi a importância da atividade. Vi a aplicação real da trigonometria”.

Grupo 06: “A trigonometria é importante para muita coisa ao nosso redor”.

Grupo 07: “Para medir a altura de prédios”.

Grupo 08: “Necessária para poder compreender vivências do meu dia a dia”

Grupo 09: “Bom principalmente quando vamos arrumar a casa botar algum na parede precisamos saber onde vamos colocar então precisamos medir calcular para saber se vai ficar no lugar adequado”.

Grupo 10: “Para minha pessoa que pretende estudar engenharia para futuramente entrar em uma universidade é fundamental, pois mede ângulos e lados de um triângulo”.

Grupo 11: “No meu ainda nada rs. Mas para alguns profissionais é uma mão na roda”.

Grupo 12: “Matemática sempre é importante para a nossa vida, assim como as demais matérias. Mas ficando em matemática, não podemos descartar o quão impressionante é ela fazer parte do nosso cotidiano, como em cada detalhe há matemática”.

Grupo 13: “Sinceramente eu não pensei numa importância para uso no cotidiano que não seja parte de um trabalho e/ou de estudo. Ou seja, para um trabalhador que necessita do uso da trigonometria e para os estudantes que estão em fase de aprendizagem. Então, para os trabalhadores em questão, é importante fazer um ótimo trabalho, para não correr o risco de errar e afins. E para o estudante é importante para o aprendizado e para ter um futuro profissional”.

Grupo 14: “A Trigonometria é um instrumento potente de cálculo, que além de seu uso na Matemática, também é usado no estudo de fenômenos físicos, Eletricidade, entre outros”.

As respostas foram as mais variadas possíveis. Porém o padrão de respostas foi na importância para desenvolver em algumas profissões como nas áreas de engenharias e arquiteturas. Quando o aluno entende a importância daquele objeto de conhecimento, o processo de ensino e aprendizagem se torna mais claro.

Desta maneira, considerando todas as respostas dos alunos, dadas em função das atividades que eles realizaram no decorrer desta pesquisa, não resta dúvida de que vale refletir e buscar contemplar nas aulas de qualquer disciplina a proposta da União das Nações Unidas (ONU), lançada em 2010, e reafirmada pela ONU (2017), quando divulgou os quatro pilares para a educação do século XXI, porque foi possível perceber que as atividades levaram os alunos, em diversos momentos, a se sentirem aprendendo, reconhecendo o que faziam, convivendo e sendo eles mesmos, o que é identificável nos quatro pilares para a educação do século XXI, ou seja:

**Aprender a conhecer**

Combinando uma cultura geral, suficientemente ampla, com a possibilidade de estudar, em profundidade, um número reduzido de assuntos, ou seja: aprender a aprender, para beneficiar-se das oportunidades oferecidas pela educação ao longo da vida.

**Aprender a fazer**

A fim de adquirir não só uma qualificação profissional, mas, de uma maneira mais abrangente, a competência que torna a pessoa apta a enfrentar numerosas situações e a trabalhar em equipe. Além disso, aprender a fazer no âmbito das diversas experiências sociais ou de trabalho, oferecidas aos jovens e adolescentes, seja espontaneamente na sequência do contexto local ou nacional, seja formalmente, graças ao desenvolvimento do ensino alternado com o trabalho.

**Aprender a conviver**

Desenvolvendo a compreensão do outro e a percepção das interdependências – realizar projetos comuns e preparar-se para gerenciar conflitos – no respeito pelos valores do pluralismo, da compreensão mútua e da paz.

**Aprender a ser**

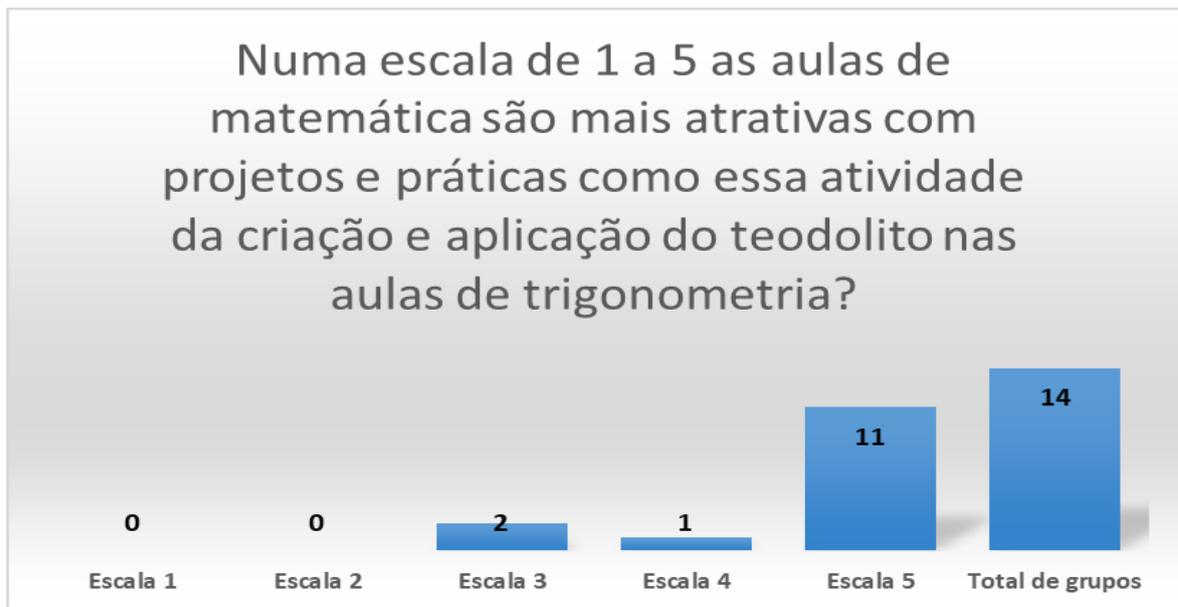
Para desenvolver, o melhor possível, a personalidade e estar em condições de agir com uma capacidade cada vez maior de autonomia, discernimento e responsabilidade pessoal. Com essa finalidade, a educação deve levar em consideração todas as potencialidades de cada indivíduo: memória, raciocínio, sentido estético, capacidades físicas, aptidão para comunicar-se. (UNESCO, 2017).

Nas atividades propostas com base na cultura *maker*, os alunos aperfeiçoam as habilidades socioemocionais, como liderança, autonomia, colaboração, empatia, resiliência, criatividade e inteligência emocional, que são indispensáveis para promover a comunicação entre os pares e a convivência em sala de aula. Assim para que os alunos possam se desenvolver nessas habilidades, é necessário que eles assumam um papel mais ativo na sua formação, o que é impulsionado pela

cultura maker. Vale ressaltar que o desenvolvimento dessas habilidades socioemocionais não vai substituir o ensino de habilidades acadêmicas como a matemática, e sim para complementá-las.

Quando perguntados numa escala de 01 até 05 se as aulas de matemática são mais atrativas com práticas como a desenvolvida nas aulas de criação do teodolito, onze grupos, ou seja, 78,6% responderam que “a aula ideal para minha melhor aprendizagem” (gostaria de mais aulas neste formato); 7,1%, um grupo respondeu que a aula é muito atrativa; e 14,3%, ou seja, dois grupos, responderam que a aula é atrativa. Ninguém respondeu que a aula era pouco atrativa ou nada atrativa (havia mais duas alternativas). O gráfico abaixo demonstra os comentários acima descritos.

Gráfico 4. Resultado sobre o nível de atratividade da aula



Fonte: MELO NETO, 2020

Para discutir esta última etapa da pesquisa, considerando as ordenações de organização das atividades de ensino e aprendizagem que podem ser utilizadas em diferentes níveis de ensino, segundo as observações de Souza e Dourado (2015, p.190.), as quais foram utilizadas nesta pesquisa, discutiremos a autoavaliação sobre a realização das atividades, feitas pelos grupos de alunos que participaram da pesquisa.

Avaliar consiste numa etapa importante no processo de ensino e aprendizagem do aluno. Mesmo se aplicando metodologias ativas é possível sim ter

o retorno do aprendizado por parte desse discente. Chueiri (2008) ressalta que na condição de avaliador desse processo, o professor interpreta e atribui sentidos e significados à avaliação escolar, produzindo conhecimentos e representações a respeito da avaliação e acerca de seu papel como avaliador, com base em suas próprias concepções, vivências e conhecimentos.

Para Bes (2019) umas das mais importantes mudanças que acontecem na prática docente quando se aplica uma metodologia de aprendizagem baseada em soluções de problemas é a avaliação, uma vez que esta deve vir carregada de significados e não ser apenas uma forma de mensurar quantitativamente o quanto o aluno sabe ou não.

Avaliar é um processo difícil e pode resultar em uma experiência frustrante por parte do professor quando não se alcança o objetivo pretendido.

Existem inúmeras variáveis que podem interferir no resultado final de uma avaliação. Ainda com Bes (2019) a aprendizagem baseada em problemas permite o retorno imediato para que o professor avalie o progresso da aprendizagem dos alunos, obtendo pistas de assimilação do conteúdo e das possíveis dificuldades encontradas. Já para o aluno, é a oportunidade de refletir, em tempo real, sobre as estratégias utilizadas e avaliar o caminho que percorreu. Esses pontos levantados pelo autor são positivos e o erro passa a ser tratado com uma maior naturalidade. O aluno desmistifica a ideia negativa que se tem do erro na aprendizagem e dessa forma percebe como parte natural do processo. De certa forma ele passa a aprender com os seus erros e isso pode levá-lo a experimentar diferentes formas de pensar.

Vale ressaltar que a cultura *maker* estimula o protagonismo do aluno e dessa forma o papel do professor é acreditar no potencial desse aluno. A BNCC estabelece que a escola precisa preparar o estudante para entender como a Matemática é aplicada em diferentes situações, dentro e fora da escola. Investir em situações contextualizadas e resolução de problemas possibilita a compreensão dos conteúdos matemáticos e dessa maneira o *maker* tem grande papel no processo de ensino e aprendizagem quando estimula o aluno a buscar soluções para os problemas propostos.

Em vez de centralizar o aprendizado somente na teoria, os professores podem propor experiências aos alunos e, desse modo, explorar sua criatividade, raciocínio e planejamento. É uma atividade em que tentativas e erros são permitidos até que o aluno possa acertar.

## 6 CONCLUSÃO

Os desafios postos pela realidade das escolas públicas da educação básica conduziram à pergunta que norteou esta pesquisa: será que a cultura *maker* no ensino da matemática pode ser uma via para a aprendizagem baseada em problemas a partir da resolução de problemas constitui um processo de aprendizagem matemática que atende às necessidades e cobranças do mundo vivido pelos alunos?

No cerne da reflexão e concepção de saberes no contexto da Trigonometria, possibilitou aos estudantes a chance de: investigar, observar, analisar e delinear deduções experimentando-as na resolução de problemas, construindo uma perspectiva vasta e científica da realidade. Observamos que o conhecimento das razões trigonométricas, tal como seus empregos são muito relevantes no cotidiano inclusive para determinar distâncias inacessíveis como a altura do reservatório de água da escola.

No entanto, vale ressaltar que inúmeras transformações nas formas de ver e conceber o ensino são primordiais, ainda que a realidade de muitas salas de aulas encontra-se muito distante de um cenário ideal. Para vencer os obstáculos que os docentes de matemática encontram cada vez mais em sala de aula como o pouco engajamento dos alunos, a distração tecnológica por parte dos alunos através de seus aparelhos celulares conectados a internet, a passividade exagerada por parte dos estudantes, carência de uma metodologia que incentive o educando, o fraco rendimento e a baixa autoestima dos alunos, necessitam-se de novos panoramas, que transformem o local de sala de aula rico em experiências agradáveis, proporcionando uma nova postura do aluno como protagonista da sua aprendizagem de forma mais ativa e significativa.

A pesquisa mostrou que o método de ensino centralizado totalmente na aula expositiva, em que as atenções são para o professor e não para as dúvidas dos alunos, no que ele tem a dizer sobre o seu próprio processo de ensino e aprendizagem, já não condiz com as novas orientações curriculares. Essa prática foi, por muito tempo, utilizada nas aulas, entretanto, passou a ser mal vista por muitos educadores e estudiosos há muito tempo. Não podemos deixar de ressaltar a

importância da aula expositiva como recurso didático, desde que seja dialogada e com ativa participação do aluno no processo de ensino e aprendizagem.

Em sequência, fizemos uma contextualização histórica da trigonometria, trabalhamos as relações trigonométricas e suas propriedades no triângulo retângulo, mostramos as aplicações das razões trigonométricas no cotidiano através de problemas e por fim apresentamos o instrumento teodolito em sequências construímos o nosso próprio teodolito para por fim realizar a nossa prática educativa. Vale ressaltar que inserir momentos históricos na aula de matemática pode ser tornar uma experiência incrível para o aprendiz do aluno. Com tudo isso, esperamos que os alunos sejam aptos a solucionar qualquer problema envolvendo as razões trigonométricas.

A Cultura Maker foi inserida no trabalho no momento em que os grupos de alunos construíram seus próprios teodolitos e utilizaram na prática da estimativa da altura da caixa d'água através do uso do objeto de conhecimento das razões trigonométricas. Pode-se concluir que a aplicação dos princípios da Cultura Maker na prática da pesquisa, proporcionou uma autonomia na resolução do problema proposto. Seria mais prático utilizar um teodolito industrial já pronto, porém a experiência não seria a mesma e não traria a mesma riqueza de ganhos para o aluno como foi na prática da construção e aplicação do teodolito. Não basta apenas aplicar os conceitos matemáticos no processo de aprendizagem, mas também que o aluno possa ser protagonista na construção do seu conhecimento e, dessa forma tomamos como umas das bases de suporte à Cultura Maker.

Finalmente, explanamos certas execuções da trigonometria em áreas como engenharia, topografia e física, contudo a intenção não foi meramente de reaver ou revisar o objeto de conhecimento já compreendido, entretanto a intenção foi expor que a matemática, e em especial a trigonometria, encontra-se em várias áreas e profissões, tendo em conta que esses estudantes estão no período de definir em que carreira profissional vão seguir em suas vidas. Dessa maneira, vale salientar que o estudo de trigonometria pode ser explanado e exposto de forma mais estimulante, atraente e significativa para os estudantes em todos os níveis de escolaridade.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, C. **Makers: A nova Revolução Industrial**. Editora: Elsevier. Curitiba. 2012.

BES, P.. **Metodologias ativas para a aprendizagem ativa**. Porto Alegre: SAGAH, 2019.

BROCKVELD, M.; TEIXEIRA, C.; SILVA, M.. **A cultura maker em prol da inovação**: boas práticas voltadas a sistemas educacionais. 27.a Conferência Anprotec de Empreendedorismo e Ambientes de Inovação, Rio de Janeiro, 2017.

BLIKSTEIN, P. (org.). **Inovações radicais na educação brasileira**. Porto Alegre: Penso Editora, 2019.

BLIKSTEIN, P. **7 vantagens de integrar a cultura maker ao currículo escolar**. Instituto Claro (2017). Disponível em <<https://www.institutoclaro.org.br/educacao/nossas-novidades/reportagens/7-vantagens-de-integrar-a-cultura-maker-ao-curriculo-escolar/>> Acesso em 12 de dezembro de 2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC (Org.)). **Caderno Cultura Digital** (Brasília). Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade. 2010.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental de matemática. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>>. Acesso em 10 de nov. 2019.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira; **INEP: Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil**. Brasília. DF: MEC/INEP, 2019. Disponível em <[http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset\\_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206](http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206)> Acesso em 14 de maio de 2020.

\_\_\_\_\_. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN)**. Brasília. DF: MEC, 2013. Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192)> Acesso em 14 de maio de 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular; BNCC**. Brasília, 2018.

CABEZA, E.; MOURA, M. **O DIY vive! VIRUS**. São Carlos, n. 10, 2014. Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus10/index.php?sec=4&item=8&lang=pt.>> Acesso em: 14 de maio de 2020.

CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; JOHNSON, C. W. **Inovação na sala de aula:** como a inovação disruptiva muda a forma de aprender. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CHUEIRI, M. **Concepções sobre a Avaliação Escolar.** *Estudos em Avaliação Educacional*. 2008, v. 19: p. 49 - 64.

COHEN, J., HUPRICH, J., JONES, W. M., SMITH, S. **Educators' perceptions of a maker-based learning experience.** *International Journal of Information And Learning Technology*, [s.l.], v. 34, n.5, p.428-438, 6 nov. 2017. Emerald.

D'AMBROSIO, U. **Educação matemática:** da teoria à prática. 2. ed. Campinas: Papyrus, 1997.

DIER, P. **avaliação estética de protótipos no design de serviço.** Universidade Federal do Paraná, setor de artes, comunicação e design programa de pós-graduação em design, Curitiba 2016.

DOUGHERTY, D. *The Maker mindset.* In: HONEY, Margaret; KANTER, D. (org). **Design, maker, play: growing the next generation of STEM innovators.** New York: Routledge, 2013.

ECHEVERRÍA, M. D. P. A solução de problemas em matemática. In: POZO, J. I. (org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: ArtMed, 1998, p. 44-65.

\_\_\_\_\_; POZO, J. **Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender.** In: POZO, J. (org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: ArtMed, 1998, p. 13-42.

EVES, H. **Introdução à história da matemática.** Tradução: Hygino H. Domingues. 3. ed. Campinas: UNICAMP, 2008

ENCICLOPÉDIA ABRIL. Vol. VI. São Paulo. Abril Cultural, 1972.

FREITAS, P. Programa de Mestrado Profissional em Matemática em rede nacional. **Atividades Práticas De Matemática Aplicadas Na Topografia.** 2021. Disponível em: [https://sca.proformat-sbm.org.br/sca\\_v2/get\\_tcc3.php?cpf=34845595869&d=20210308094533&h=84119bdd2a7bc78db5df674a1d3bd406801dce1d](https://sca.proformat-sbm.org.br/sca_v2/get_tcc3.php?cpf=34845595869&d=20210308094533&h=84119bdd2a7bc78db5df674a1d3bd406801dce1d) Acesso em: 04 de maio de 2021.

GELBER, S. *Do-it-yourself: constructing, repairing and maintaining domestic masculinity.* **American Quarterly**, v. 49, n. 1, p. 66-112, 1997. Disponível em: <https://scholarcommons.scu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1117&context=history>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2021.

GOLBERT, C. **Novos rumos na aprendizagem da matemática.** Porto Alegre: Mediação, 2009.

MAMEDE, S.; PENAFORTE, J.C. Aprendizagem baseada em problemas: características, processos e racionalidade. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. C. (org.). **Aprendizagem baseada em problemas; anatomia de uma nova abordagem educacional**. Fortaleza: *Hucitec*, 2001. p. 27 - 48.

MACHADO, J. **Topografia Geral. Notas de aulas**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de tecnologia rural geotecnologias. RECIFE, 2013.

\_\_\_\_\_, CARTAXO, F.; CARTAXO, J. **Topografia Geral**: Recife, EDUFRPE, 2014.

POZO, J.; ANGÓN, Y. P. A solução de problemas como conteúdo Procedimental da Educação Básica. In: POZO, J. I. (org.). **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed, 1998, p. 139-165.

REIS, P. Observação de aulas e avaliação do desempenho docente. **Cadernos do Conselho Científico para a avaliação de professores**. 2. Ed. Lisboa: Ministério da Educação. 2011.

ROQUE, T. **História da matemática**: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas. São Paulo: Zahar, 2012.

SANTOS, T. As gerações e suas diferentes formas de aprendizado. **Revista Betminds Hand made Marketing**. 2019. Disponível em <<https://betminds.ag/blog/as-geracoes-e-suas-diferentes-formas-de-aprendizado/>> . Acesso em 15 de dezembro de 2020.

SILVEIRA, F. **Design & Educação**: novas abordagens. p. 116-131. In: MEGIDO, Victor Falasca (Org.). *A Revolução do Design: conexões para o século XXI*. São Paulo: Editora Gente, 2016.

SOARES, M.; PINTO, N. Metodologia da resolução de problemas. **ANPED - GT19**. Disponível em <[http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo\\_producoes/docs\\_24/metodologia.pdf](http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_24/metodologia.pdf)> . Acesso em 15 de dezembro de 2020.

SOUZA, S.; DOURADO, L. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)**: um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo.

HOLOS, Natal, v. 5, n. 31, p. 182-200, 2015. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2880/1143>>. Acesso em: 20 de março 2021.

VIANNA, M.J. et. al. **Design Thinking**: Inovação em Negócios. Rio de Janeiro: MJV Press, 2011.

VIEIRA, F. **Didática da Matemática**. Licenciatura em Matemática. Fortaleza, CE. UAB/IFCE, 2011.

WOLF, M.; MCQUITTY, S. **Understanding the do-it-yourself consumer**. *DIY motivations and outcomes*. *Academy of Marketing Science*, v. 1, n. 3, 2011.

YAÑEZ, O. **Como as diferentes gerações aprendem**. Revista Educação, 2016. Disponível em <https://revistaeducacao.com.br/2016/12/01/como-diferentes-geracoes-aprendem/> , Acesso: 11/04/2021

Museu da Topografia. Disponível em: <http://igeo.ufrgs.br/museudetopografia/index.php/historico-da-topografia> Acesso: 11/04/2021

A história da agrimensura. Disponível em: <https://www.amiranet.com.br/artigo/a-historia-da-agrimensura-16> Acesso: 11/04/2021

Trena de fibra de vidro. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~museuLTG/equipamentos/trenafibra.htm> Acesso: 11/04/2021

O Mistério de tábua da Babilônia é desvendado por cientistas. **Revista Veja**. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/misterio-de-tabua-da-babilonia-e-desvendado-por-cientistas/> Acesso: 12/04/2021

## APÊNDICE A

 FORMULÁRIO SOBRE A PRÁTICA    

Perguntas Respostas 14

Para você qual foi a importância da prática de criação do teodolito em sala? \*

Texto de resposta longa

Qual foi a importância do momento de vivência da aplicação da trigonometria fora de sala de aula? \*

Texto de resposta longa

Numa escala de 0 a 10 qual foi o seu nível de aprendizagem sobre a trigonometria no triângulo retângulo? \*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Resolva o seguinte item anexado e assinale a alternativa correta \*

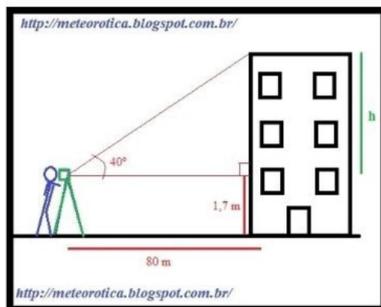
01) Um topógrafo instala um teodolito a uma altura de 1,7 metros do solo e observa o topo de um prédio sob um ângulo de  $40^\circ$ . Estando o teodolito e o prédio em um mesmo terreno plano e distantes um do outro 80 metros, determine a altura do prédio, aproximadamente. Dado  $\tan 40^\circ = 0,84$ .

<https://meteorofica.blogspot.com.br/>



Resolva o seguinte item anexado e assinale a alternativa correta \*

01) Um topógrafo instala um teodolito a uma altura de 1,7 metros do solo e observa o topo de um prédio sob um ângulo de  $40^\circ$ . Estando o teodolito e o prédio em um mesmo terreno plano e distantes um do outro 80 metros, determine a altura do prédio, aproximadamente. Dado  $\tan 40^\circ = 0,84$ .



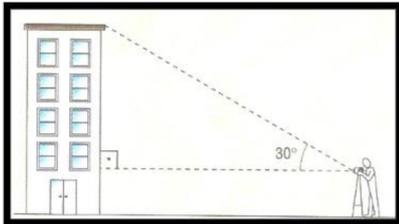
- 67,2 m
- 68,9 m
- 71,8 m
- 74,5 m
- 80,2 m



Perguntas Respostas 14

Resolva o seguinte item anexado e assinale a alternativa correta (obs: adote raiz de 3 igual a 1,71) \*

03) Um topógrafo foi chamado para obter a altura de um edifício. Para fazer isto, ele colocou um teodolito (instrumento para medir ângulos) a 200m do edifício e mediu um ângulo de  $30^\circ$ , como indicado na figura abaixo. Sabendo que o teodolito está a 1,5 m do solo, encontre a altura do edifício.



- 114 m
- 115,5 m
- 117 m
- 119,5 m
- 122 m

Para você qual é a importância da trigonometria no cotidiano? \*



## FORMULÁRIO SOBRE A PRÁTICA



Perguntas Respostas 14



- 114 m
- 115,5 m
- 117 m
- 119,5 m
- 122 m

Para você qual é a importância da trigonometria no cotidiano? \*

Texto de resposta longa



Numa escala de 1 a 5 as aulas de matemática são mais atrativas com projetos e práticas como esse da criação e aplicação do teodolito na trigonometria? Obs: 1 - Nada atrativa (não chamou a minha atenção), 2 - Pouca atrativa, 3 - Atrativa, 4 - Muito atrativa, 5 - Aula ideal para minha melhor aprendizagem (gostaria de mais aulas nesse formato) \*

- |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> |