



CONSTRUINDO TEODOLITOS: UMA ATIVIDADE DE INTERVENÇÃO COM TRIGONOMETRIA

Felisberto Luan Moreira da Silva ¹
Lorena Segantim Jacomassi ²
André Abílio Lira da Silva ³
Oscar Martins Moraes Junior ⁴
Francisco José Brabo Bezerra ⁵

RESUMO

Este estudo exploratório tem por objetivo descrever e analisar a construção de teodolitos para a realização de uma atividade destinada a estudantes do segundo ano do Ensino Médio, desenvolvido no âmbito de dois subprojetos do PIBID e um subprojeto da PRP que são da UFABC, em parceria com uma escola do município de Santo André-SP. Ao todo foram feitos dez teodolitos para aplicação da atividade com o objetivo de serem trabalhados distância, ângulo, triângulo retângulo e as razões trigonométricas seno, cosseno e tangente de uma forma mais lúdica, demonstrando a aplicação deles na prática. A maior parte da composição dos materiais utilizados na construção dos teodolitos são recicláveis e fáceis de serem encontrados. Seu modelo foi discutido e preparado em parte do primeiro semestre de 2023 com base em outros modelos de exemplos disponíveis em vídeos da internet e nos conhecimentos de integrantes do grupo. Apresentamos alguns dos resultados observados, destacando a eficiência dos instrumentos na medição de ângulo e que para realização da atividade encontramos um erro máximo de dez por cento nos valores de determinação de distância em comparação com valores medidos com trena. O preparo dos instrumentos possibilitou aos pibidianos e residentes pedagógicos uma melhor compreensão do processo de ensino-aprendizagem, da valorização do trabalho em grupo, de trocas de experiência, do estudo da trigonometria e do planejamento da atividade no processo de formação à docência. Os instrumentos podem ser utilizados futuramente em outras atividades e servir de base para outros modelos de teodolito.

Palavras-chave: Trigonometria, Teodolito, Educação Matemática, PIBID, PRP

INTRODUÇÃO

A trigonometria é uma parte importante da matemática, pois é utilizada em vários campos, como por exemplo, na música, na navegação e na mecânica, entretanto, estudantes podem apresentar dificuldades em entender seus conceitos. Com base em uma pesquisa com

¹Graduando do Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do ABC - UFABC - SP, felisbertoluan@gmail.com;

²Graduanda do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal do ABC - UFABC - SP, lorena.sjacomassi@gmail.com;

³Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal do ABC - UFABC - SP, andre.abilio@aluno.ufabc.edu.br;

⁴Graduando do Curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do ABC - UFABC - SP, oscar.moraes@aluno.ufabc.edu.br;

⁵Professor Coordenador de Área: Doutor em Educação Matemática, Universidade Federal do ABC - UFABC - SP, francisco.bezerra@ufabc.edu.br.



alunos do ensino médio do segundo ano de escolas públicas do distrito Federal objetivando identificar os principais erros e/ou dificuldades, Feijó (2018) aponta que houve erros cometidos pelos participantes em todos os ramos da trigonometria, desde definições de conceitos até manipulações, inferências e generalizações. Além disso, os alunos apresentaram dificuldade em interpretar corretamente as razões trigonométricas, confundindo seno e cosseno entre si, e em visualizar e/ou trabalhar com ângulos que não estão na base do triângulo e foram apontados indícios que não reconheciam ângulos negativos apresentando grande dificuldade em trabalhar com ângulos maiores que π .

Parte dessas dificuldades pode advir da forma como a trigonometria vem sendo apresentada e ensinada aos estudantes. Algumas atividades manipulativas podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, em especial atuando em despertar o interesse dos alunos, entretanto, nem sempre podem ser aplicadas no cotidiano do professor, face a inúmeras condições de trabalho amplamente discutidas pelos mais diversos autores, bem como na necessidade de mais pessoas para auxiliar no desenvolvimento de atividades como esta, ou na falta de recursos. Vale ressaltar que a parte lúdica é algo importante no aprendizado.

O brincar relaciona-se ainda com a aprendizagem. Brincar é aprender; na brincadeira, reside a base daquilo que, mais tarde, permitirá à criança aprendizagens mais elaboradas. O lúdico torna-se, assim, uma proposta educacional para o enfrentamento das dificuldades no processo ensino-aprendizagem (TREDEZINI, 2014 apud ROLIM, GUERRA e TASSIGNY, 2008, p.169 e p.170).

O teodolito é um equipamento de precisão com finalidade principal de medição de ângulo, e por se tratar de um instrumento óptico, foi utilizado por antigos navegadores e é utilizado por engenheiros, agrimensores e topógrafos, para realizar medidas de ângulos verticais e horizontais em redes de triangulação a fim de determinar distâncias inacessíveis. Existem teodolitos mais sofisticados que contam com uma maior precisão, mas esses instrumentos também podem ser feitos com materiais de baixo custo e fáceis de serem encontrados, proporcionando como resultado um ângulo que leva a um cálculo com uma precisão razoável, comumente chamado de teodolito caseiro que pode ser aplicado em atividades relacionadas ao uso da trigonometria e seu ensino, sendo possível o desenvolvimento atividades mais lúdicas com uso de teodolitos para se trabalhar com os conceitos de ângulo, triângulo retângulo, de razões trigonométricas e de comprimento.

Segundo o Art.1º da Portaria nº 83, de 27 de abril de 2022, o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), tem por finalidade fomentar a iniciação à docência, contribuindo para o aperfeiçoamento da formação de docentes em nível superior e

para a melhoria de qualidade da educação básica pública brasileira e segundo o Art.1º da Portaria nº 82, de 26 de abril de 2022 o Programa Residência Pedagógica (PRP) tem por finalidade fomentar projetos institucionais de residência pedagógica implementados por Instituições de Ensino Superior, contribuindo para o aperfeiçoamento da formação inicial de professores da educação básica nos cursos de licenciatura. Os participantes dos subprojetos de Matemática e de Ciências e Matemática do PIBID e do subprojeto de Física da PRP da Universidade Federal do ABC (UFABC) que atuam em parceria com os supervisores⁶ da escola estadual Dr. Américo Brasiliense, ambas localizadas em Santo André-SP, atuantes de um grupo colaborativo, analisaram e propuseram em conjunto uma atividade de intervenção com o uso de teodolitos caseiros destinados a estudantes do ensino médio. A atividade como um todo consiste em duas partes principais, o preparo dos teodolitos e a realização da atividade com os alunos, este trabalho descreve detalhadamente sobre a atividade de preparo dos teodolitos.

METODOLOGIA

A metodologia empregada no presente artigo seguiu os preceitos do estudo exploratório, por meio de uma pesquisa bibliográfica que, de acordo com os estudos de Gil (2002, p. 44), é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Realizamos uma pesquisa sobre a aplicação e construção do teodolito caseiro, buscando a interação entre o objeto de ensino e a aprendizagem da trigonometria, principalmente no tocante às medidas, ângulos e triângulos.

Todo embasamento teórico estudado serviu de subsídio para a produção de sugestões de atividades que podem ser desenvolvidas com alunos do Ensino Médio e que viabilizam o uso das atividades práticas em um ambiente de cooperação e colaboração, quer no grupo de pibidianos e residentes, quer na aplicação com alunos da educação básica.

Ao todo participaram deste projeto de construção da atividade dez pessoas que fazem parte dos subprojetos de matemática e ciências e matemática do PIBID e do subprojeto de física da PRP, com o objetivo de construir um modelo de teodolito caseiro para ser utilizado posteriormente em uma atividade de medição de distância do observador até determinado ponto que seria caracterizado por algum objeto ou pessoa, e que estivesse no mesmo nível de

⁶ No caso do Subprojeto de matemática do PIBID a supervisora nesta escola é a professora Maria Luiza de Araújo Santa Barbara Messias e no caso do Subprojeto de física da PRP o supervisor é o professor Isaias Marcos da Silva.

altura do observador(em que a altura do observador é uma informação necessária para realização da atividade), sendo também capaz de ser utilizado em outras aplicações, como medição de altura de objetos.

Após determinação da atividade de medição de distância, foi feito o planejamento da atividade e preparo de materiais para serem utilizados durante a atividade, que consistiram em material impresso com um roteiro pensado pedagogicamente, e no verso um passo a passo para construção do teodolito.

Para preparo dos teodolitos, o grupo formado pelos graduandos que participam do PIBID e do PRP, pesquisou alguns vídeos sobre a montagem de teodolitos caseiros, como <https://www.youtube.com/watch?v=jkv_9EoVKJU> e <<https://www.youtube.com/watch?v=QeFXPCgGLog>> e utilizou o conhecimento de membros do grupo sobre o instrumento. O objetivo era que fosse algo de simples construção e de baixo custo, algo que os estudantes do ensino médio também pudessem fazer. Primeiramente seriam feitos seis teodolitos com uma base de PVC para apoio no solo, mas posteriormente foi decidido a construção de dez teodolitos sem a base.

O material para preparo dos teodolitos foi: papelão (para dois pedaços com 15cm x 20 cm), canudo plástico, um parafuso de dois centímetros de comprimento de máquina com porca e arruela, uma tampa de garrafa pet, um transferidor, um nível bolha cilíndrico e cola quente para colagem. Como material complementar foram utilizadas folhas A4 em branco e coloridas, plástico adesivo e fita adesiva transparente e colorida, esse material foi utilizado para encapar os teodolitos e também serviu para garantir ao trabalho um design criativo. Para realização dos furos nos transferidores foi utilizado uma chave de fenda aquecida (o furo poderia ser realizado por alguma outra ferramenta, como furadeira) e para realização dos furos e cortes em papelão, papel e plástico, foi utilizado estilete e tesoura com ponta.

Quando reunido material suficiente, foi feito um primeiro protótipo, e durante sua criação foram feitas as decisões de remoção da base, inserção de um nível bolha cilíndrico, inserção de uma segunda camada de papelão para acomodação do nível bolha cilíndrico e corte no canudo para ajudar na leitura do ângulo. O primeiro corte foi feito em formato retangular permitindo a visualização de três ângulos, sendo o central de maior interesse e que posteriormente foi substituído por um corte em formato de seta. Também decidimos a inserção de uma tabela no verso do instrumento com os valores de tangente correspondentes aos ângulos.

Posteriormente criamos um segundo protótipo levando em consideração as decisões de alteração. O instrumento foi testado em distâncias de dois a cinco metros, levando em

consideração a atividade que seria realizada, e demonstrou um erro dentro do intervalo de zero a dez por cento em comparação com a medição de trena. Decidimos que ele seria o modelo a ser aplicado nos dez teodolitos, e a partir daí foi criado o documento contendo o material necessário e o passo a passo para o seu preparo.

Após ter sido reunido material suficiente para preparo dos demais teodolitos, por uma questão de organização nos dividimos em duplas, e cada dupla ficou com parte do material, em que foi feita a confecção e testes de medição após preparo. Durante a confecção foi seguido praticamente o mesmo padrão, havendo diferenças apenas no acabamento.

O preparo dos teodolitos seguiu as seguintes etapas:

1. Foi feito furo no centro do transferidor para posterior encaixe do parafuso;
3. Foram feitas marcações no papelão para deixar o transferidor paralelo ao nível bolha cilíndrico;
4. Foram feitos furos e recortes nos locais marcados;
5. O outro pedaço de papelão foi colado e o furo e o recorte foram feitos nele.
6. O centro da tampa foi furado para ser colocado o parafuso e foi feito recorte para encaixe do canudo;
7. O papelão foi encapado com folha A4 e a tabela colada no verso do instrumento.
8. O nível bolha cilíndrico foi colado;
9. O papelão foi encapado com plástico adesivo transparente;
10. O transferidor foi colado com cola quente;
11. A tampa foi presa com o parafuso; e
12. A ponta do canudo foi recortada em formato de flecha e ele foi colado na tampa;

Os testes foram feitos com medição de distâncias de dois a cinco metros e considerados valores médios. Nos que foram observados grande divergência, foi verificado a fonte de erro e feita a correção. Em seguida realizamos novos testes até que a precisão ficasse na casa dos 90%.

Para a aplicação desta atividade sugerimos que os alunos sejam agrupados em pequenos grupos com cinco integrantes cada. Ela também deverá ser desenvolvida em um ambiente externo, como por exemplo a quadra de esportes. Aconselhamos que antes da aplicação com os alunos o professor e seus auxiliares realizem e revisem a aplicação do teodolito na quadra e analise as condições e os resultados, que a posteriori serão discutidos em sala de aula. Além disso, é importante ter com os alunos um momento que antecede a atividade fora da sala de aula, em que o professor precisa rever os conceitos de ângulo, triângulo retângulo, razões trigonométricas, comprimento em metro, e medidas em geral.

Apresentar o teodolito, explicar a atividade e junto com os estudantes determinar qual seria a melhor razão trigonométrica a ser utilizada. Somente depois dessa aula conceitual é que o professor poderá levar seus alunos para a quadra e determinar as distâncias e medições até diversos objetos, por exemplo até a parede, até banco e até poste de luz. Na quadra o professor deverá orientar seus alunos a realizarem a atividade com o teodolito caseiro e posteriormente com a trena, ou as medições com a trena podem ser feitas pelo professor para serem compartilhadas com os alunos no final da aula no momento da discussão. Entendemos que esse é um momento importante para que os estudantes realizem a atividade sozinhos, e os auxiliares e professor fiquem de prontidão para ajudar sempre que necessário. Ao final da atividade os alunos deverão retornar para a sala de aula e discutir os resultados obtidos. No momento de discussão entre os grupos ou da sala em conjunto com o professor, eles irão perceber que os resultados obtidos nas medições possuem valores que se aproximaram de valores medidos com a trena.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

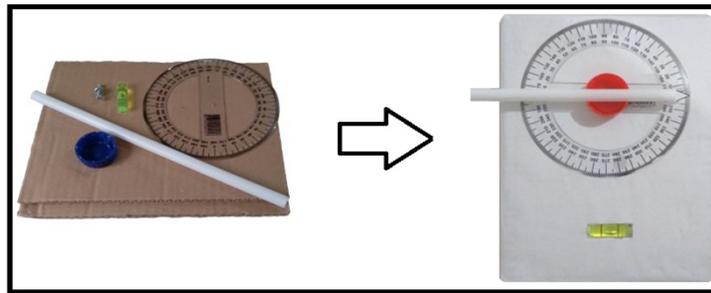
Com os materiais em mãos levou cerca de uma hora para montagem de cada um, havendo também a necessidade de um tempo para a encapagem que foi relativo, dependendo de como cada dupla queria realizar essa parte. Ao todo, cada instrumento teve um custo de aproximadamente dez reais e foi testado a capacidade de medir distâncias de quase dez metros com erro inferior a dez por cento.

Encapar os teodolitos foi importante primeiramente para promover a proteção dos instrumentos, mas também as diferentes cores e designs criados foram importantes como um estímulo visual, para ficarem mais atrativos para os alunos.

Inicialmente montá-los parecia ser uma atividade extremamente simples por estarem sendo utilizados modelos já existentes como base, porém, quando o grupo se reuniu para seu preparo foram surgindo várias observações sobre como o teodolito deveria ser para o nosso propósito, foi pensado em melhorias, em adaptações, em diferentes formas que eles poderiam ser empregados, e em possíveis fontes de erro. O primeiro modelo montado não foi exatamente o que esperávamos, e assim foram feitas mais modificações e seguimos até que se chegou no modelo esperado. Nesse ponto deve-se destacar a importância da colaboração dos membros, da organização, do planejamento e de tempo para obtenção do que era necessário para alcançarmos o objetivo de trazer a melhor atividade possível, pensando em impactar os estudantes de forma positiva.

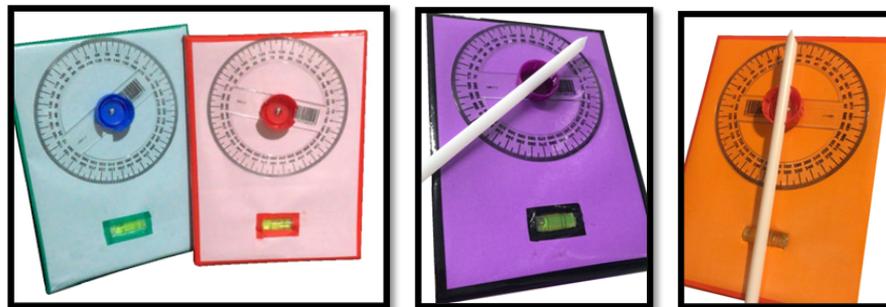
As figuras abaixo ilustram os materiais utilizados e como é o visual do teodolito depois de concluído.

Figura 1 – Materiais utilizados no teodolito caseiro



Fonte: Arquivo do grupo PIBID-PRP

Figura 2 – Teodolitos caseiros com designs diferentes (não finalizados)



Fonte: Arquivo do grupo PIBID-PRP

Entendemos que algumas práticas pedagógicas impactam mais na aprendizagem dos estudantes do que outras. Levá-los a uma aprendizagem de pesquisa, de colaboração em grupo e de brincar aprendendo são apontadas como estratégias cujos resultados apresentados pelos alunos são melhores, “trabalhando em equipe e cada um fazendo suas próprias atividades, os alunos podem ajudar-se mutuamente, resolvendo juntos os problemas e colaborando para que todos aprendam” (BELLO, CAPELLINI, RIBEIRO, 2018, p. 241).

Na sala de aula, a aprendizagem colaborativa faz com que a prática assuma diversas caracterizações com procedimentos e efeitos distintos em cada situação. Podemos estimular atividades que envolvam desafios a serem desvendados pelas equipes por meio de pesquisas, troca de ideias, resolução de problemas, ou seja, por intermédio de propostas que possibilitem um trabalho colaborativo com contribuições mútuas na construção do conhecimento, para que os alunos envolvidos sejam responsáveis por seu progresso e pelo progresso do seu grupo, num trabalho de equipe que seja solidário e sem hierarquias.

E um dos desafios da educação matemática do século XXI é superar os limites e barreiras do ensino tradicional. E será a partir das mudanças nas práticas educativas que conseguiremos alcançar uma aprendizagem significativa onde os alunos poderão vivenciar

situações do cotidiano. Nesse aspecto trouxemos uma proposta dentro do conteúdo de trigonometria que poderá elevar os níveis de aprendizado deste conceito aos sujeitos alunos do ensino médio.

Segundo Ball, Thames e Phelps (2008) o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK⁷) é, nessa perspectiva, considerado um conjunto de saberes profissionais que constitui um modo de compreensão da disciplina, específico dos professores e tais saberes devem ser dialogados com os alunos da maneira mais simples possível. Para os autores, o PCK faz a ligação entre o conhecimento do conteúdo e a prática de ensino. E complementam enfatizando que esse saber não é sobre o que professores precisam para ensinar para crianças, mas sobre o que eles mesmos precisam saber e serem capazes de fazer para realizar tal ensino.

Trabalhar com materiais concretos pode proporcionar, de acordo com Gervázio (2017), uma proximidade maior do aluno com a Matemática, e será por meio de atividades lúdicas, um atrativo para os discentes e um melhor aprendizado dos conteúdos. Com isso, o professor precisa transformar suas aulas tradicionais em aulas dinamizadas, inovadoras e criativas, tornando os experimentos indispensáveis na aplicação desse novo modelo de ensino.

Segundo Gervázio(2017, apud Sarmiento, 2010) o manuseio dos materiais concretos, por um lado, permite aos alunos experiências físicas à medida que este tem contado direto com os materiais, ora realizando medições, ora descrevendo, ou comparando com outros de mesma natureza. Por outro lado, permite também experiências lógicas por meio das diferentes formas de representação que possibilitam abstrações empíricas e abstrações reflexivas, podendo evoluir para generalizações mais complexas.

Dada toda essa explanação sobre a importância do uso de materiais manipulativos e concretos, e sua importância para uma educação que seja de fato humanizada e significativa para os alunos, descreveremos a seguir aspectos sobre a construção do material com intuito de trazer sugestões aos professores, quer na formação inicial, quer na formação continuada.

Em princípio pensamos inserir uma base nos teodolitos, algum tipo de tripé que seria útil por trazer maior estabilidade levando a uma medição mais precisa, porém, durante o percurso de construção achamos melhor não pôr a base. Ela seria feita de canos de pvc, o material é de baixo custo e facilmente maleável, que são pontos vantajosos para a proposta, por outro lado, por ser fixa, poderia ser um problema quando posicionada em um local de difícil apoio, levando a desnivelamento e gerando erro na medição. Outra desvantagem seria quando houvesse necessidade de locomoção, a inexistência da base simplificaria o transporte, e seu preparo ficaria mais rápido, tornando também mais alcançável a sua reprodução por

⁷ *pedagogical content knowledge*

parte dos alunos e, além disso, o espaço requerido para seu armazenamento seria menor. O instrumento sem a base permitiria o grupo de alunos do ensino médio trabalhar de forma mais conjunta, pois o modelo exige maior atenção e colaboração dos participantes para uma medição mais precisa, algo que foi levado em consideração durante o planejamento da atividade. Na sua execução com os alunos do ensino médio sugerimos atuações específicas para cada um dos estudantes, como por exemplo, a responsabilidade por manter o instrumento nivelado, por fazer a medição e por manter o instrumento posicionado, de modo que os membros da equipe se complementam para chegar ao resultado de forma conjunta. Esse trabalho colaborativo e cooperativo irá produzir resultados melhores do ponto de vista matemático, e do olhar coletivo e social.

Uma das dificuldades encontradas com o uso de papelão foi prender o parafuso de forma firme o suficiente para que ao girar o canudo este ficasse parado no local que indicava a medição, quando o canudo era movimentado o parafuso afrouxava devido a superfície do papelão, gerando um desgaste no material sempre que era apertado novamente e atrapalhando a realização das medições. Uma das possibilidades que foram levantadas foi da utilização de madeira em vez de papelão, porém, trocar o material iria atrapalhar no propósito de demonstrar para os alunos que era algo fácil de ser feito e que eles mesmos poderiam preparar, pois para preparo com a madeira é necessário alguém apto para fazer, e existe a necessidade de ferramentas mais sofisticadas. O uso do papelão por um lado trouxe vantagem por ser um material fácil de ser obtido, de fácil manejo, de menor custo, simples de se lidar no momento da realização dos recortes e furos necessários e por outro lado, pensando na conservação e estabilidade de sua estrutura para que tenha uma grande durabilidade e possa ser mantido na escola e ser utilizado para outras atividades, acabou demonstrando não ser o melhor material.

Para permitir o nivelamento do teodolito, em vez do uso de algum peso, decidimos utilizar o nível bolha cilíndrico, seria mais fácil de explicar seu funcionamento para os estudantes, pois deviam em geral se atentar para observação da bolha na parte central como indicação de que o teodolito estava nivelado, também por ser pequeno poderia ser inserido no próprio papelão, para isso bastava inserirmos mais uma camada (essa segunda camada também contribuiu para a estrutura). O uso do peso teria a desvantagem de estar preso por algum tipo de linha, e poderia enroscar em outras coisas e se partir. O nível bolha cilíndrico apresentou certa dificuldade para ser encontrado, pois geralmente era encontrado associado a outros equipamentos, mas pelo lado positivo possui um preço relativamente baixo.

Durante a colagem foi necessária uma especial atenção para que o nível bolha cilíndrico estivesse paralelo ao transferidor. Foi observado que após a montagem de alguns teodolitos, ao ser testado, o erro era em torno de 15% e que neles se observava que havia uma inclinação considerável entre o nível bolha cilíndrico e o transferidor. Ao minimizar ao máximo essa inclinação, o erro foi reduzido para um valor entre 0 e 10 por cento. Prezamos por tentar tornar desprezível possíveis erros de montagem, mas não é possível eliminá-los por completo, é normal a existência de erros na medição dos instrumentos e por ser um instrumento caseiro, seu resultado foi considerado por nós satisfatório.

Qualquer medição é efetuada com sistemas físicos (os instrumentos de medição) com os quais procuramos quantificar determinadas características de outros sistemas físicos (os objetos a medir). Todos os sistemas físicos reais se afastam em maior ou menor grau do comportamento “ideal” previsto pelos modelos matemáticos com os quais os procuramos descrever. (CABRAL, 2004, p.13)

Considerando a atividade de medição de distância, ao ser girado o canudo para visualização da base do objeto, há necessidade de baixar o instrumento para ser feita a visualização, o que faz com que a altura de referência seja alterada para um valor menor, conseqüentemente trazendo erros para o valor determinado da distância, esse acontecimento que surgiu não era esperado pelo grupo. Para correção surgiu a proposta de que na atividade fosse utilizada como referência a altura do menor participante do grupo, pois como na medição do ângulo o canudo seria inclinado atingindo uma altura maior, seria interessante um integrante de maior altura para observar o ponto necessário.

Os canudos utilizados foram escolhidos por possuírem uma certa rigidez e tiveram origem de varetas para balão, cada vareta foi recortada gerando três canudos. Cada um possui um diâmetro de um centímetro, esse tamanho de diâmetro é capaz de cobrir cerca de 10 graus aproximadamente do transferidor e isso também tornava menor a precisão. Cortar o canudo em formato de seta foi fundamental para melhorar esse aspecto, auxiliando na eliminação, por exemplo, de erro de paralaxe⁸.

Uma alteração que seria interessante ser feita é sobre o uso de cola quente. Observamos que em alguns momentos partes do teodolito se descolaram, mesmo com uma boa quantidade de cola quente aplicada no instrumento. Nesse caso é importante alertar os alunos durante o manuseio, que precisa ser de forma leve evitando movimentos bruscos no instrumento.

⁸ Esse erro ocorre em instrumentos analógicos, devido ao ângulo de visão do operador em relação à escala do instrumento.

Na parte de trás dos instrumentos inserimos uma tabela tangente com propósito específico de auxiliar na atividade proposta, o que contribui na realização do cálculo logo após a medição. Isso permite economia de tempo e exclui a necessidade do uso de outros equipamentos complementares, como calculadora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante os testes por nós realizados, observamos que os instrumentos são capazes de cumprir o propósito da atividade, possibilitando demonstrar aplicações da trigonometria e despertando a curiosidade dos alunos. É útil para auxiliar o professor no reforço de conceitos de distância, ângulo, triângulo retângulo, seno, cosseno e tangente, demonstrando que os resultados encontrados, estão bem próximos dos esperados e com o erro, na maior parte de nossa coleta, ficou em até dez por cento.

Os instrumentos foram planejados para uma atividade em grupo e podem ser utilizados como modelo de base para a construção de outros modelos similares. Ficarão disponíveis na escola em que a atividade será realizada e podem ser utilizados posteriormente para o mesmo tipo de atividade ou de atividades similares, como por exemplo, para a medição de altura. Tornando-se um recurso útil para as aulas de matemática e de física da escola.

Um dos nossos objetivos neste artigo foi demonstrar que a criação de uma atividade manipulativa e concreta pode ser construída a partir de elementos simples, com um custo baixo, mas que pode proporcionar aos alunos experiências inovadoras e instigantes.

Tais experimentos são aliados do professor, pois ao manipular diferentes objetos o aluno interage com os materiais e passam a compreender o poder de reduzir um problema teórico a um problema prático. E é dessa forma que podemos promover a pesquisa em sala de aula, desenvolver novas habilidades e competências, de modo a promover uma educação de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho. E aos nossos colegas e colaboradores pelo apoio e pela troca de conhecimentos que nos auxiliaram nesta atividade de intervenção, aos nossos coordenadores e supervisores pelas orientações e a CAPES, pelo suporte financeiro por meio de bolsas.



REFERÊNCIAS

BALL, D. L.; THAMES M. H.; PHELPS G. **Content Knowledge for Teaching What Makes It Special?**. Journal of Teacher Education, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/255647628_Content_Knowledge_for_Teaching_What_Makes_It_Special>.

BELLO, M. M. S.; CAPELLINI, V. L. M. F.; RIBEIRO, J. A. G. **A aprendizagem cooperativa no cenário educacional acadêmico brasileiro**. Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente-SP, v. 29, n. 1, p.239-256, Jan./Abr., 2018.

BRASIL. Portaria CAPES n.º82, de 26 de abril de 2022. **Dispõe sobre o regulamento do Programa Residência Pedagógica - PRP**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 abr. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos/diretoria-de-educacao-basica/28042022_Portaria_1691648_SEI_CAPES__1689649__Portaria_GAB_82.pdf>.

BRASIL. Portaria CAPES n.º 83, de 27 de abril de 2022. **Dispõe sobre o regulamento do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 abr. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/documentos/diretoria-de-educacao-basica/28042022_Publicacao_no_DOU_1691532_PORTARIA_N_83_DE_27_DE_ABRIL_DE_2022.pdf>.

CABRAL, P. **Erros e Incertezas nas Medições**. Instituto Electrotécnico Português e Instituto Superior de Engenharia do Porto, jul, 2004. Disponível em: <<https://www.studocu.com/pt-br/document/instituto-federal-de-educacao-ciencia-e-tecnologia-sul-rio-grandense/engenharia-de-controle-e-automacao/paulo-cabral-erros-e-incertezas-nas-medicoes-julho-2004/50217107>>.

FEIJÓ, R. S. A. A. **Dificuldades e obstáculos no aprendizado de trigonometria: um estudo com alunos do ensino médio do distrito federal**. Universidade de Brasília. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/159143202.pdf>>.

GERVÁZIO, S. N. **Materiais concretos e manipulativos: uma alternativa para simplificar o processo de ensino/aprendizagem da matemática e incentivar à pesquisa**. C.Q.D.– Revista Eletrônica Paulista de Matemática, Bauru, v. 9, p. 42-55, jul. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. Editora Atlas, 2002. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>.

TREDEZINI, A. L DE M. **A importância do jogo/lúdico no processo de ensino-aprendizagem**. Centro Universitário de Patos de Minas. Disponível em: <<https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere/article/view/3502/1029>>.

