

Uma Atividade Investigativa sobre o Princípio da Trilateração no Contexto de uma Aprendizagem Baseada em Projetos

EDUCATIO PHYSICORVM



ISSN 1870-9095

Patrick Luiz Guevara Delgado¹, Lisiane Barcellos Calheiro¹

¹Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Rua UFMS, Vila Olinda, Bloco V, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

E-mail: patrickguevara1996@gmail.com

(Recibido el 12 de marzo de 2023, 30 de mayo de 2023)

Resumo

Esta pesquisa busca trabalhar com metodologias ativas, que proporcionem o estudante ser protagonista em seu processo educacional, se posicionando de forma crítica perante as problemáticas que o cerca. A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) vem ao encontro das novas demandas da sociedade, se mostrando um método de ensino capaz de trazer maior motivação aos estudantes, permitindo que os mesmos participem ativamente de seu processo de ensino-aprendizagem. Este artigo tem como objetivo apresentar os resultados de uma das etapas da ABP realizada na disciplina de Itinerário Formativo, visando responder a seguinte questão: *como a etapa investigação e inovação pode contribuir para o conhecimento do estudante sobre o funcionamento do Sistema de Posicionamento Global (GPS)?* A pesquisa foi realizada em uma escola pública estadual, no Ensino Médio. Através da etapa buscamos trabalhar o conceito do Princípio da Trilateração a partir do uso do GPS, relacionando o uso da tecnologia com o conhecimento científico. Como resultados constatamos que a maioria dos estudantes tiveram êxito em compreender o conceito trabalhado a partir de um Processo de Investigação, analisando de forma crítica os erros que foram apresentados ao longo da execução.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projetos, Metodologias Ativas, GPS, Princípio da Trilateração.

Abstract

This research seeks to work with active methodologies, which allow the student to be a protagonist in their educational process, positioning themselves critically in the face of the problems that surround them, Project-Based Learning (PBL) meets the new demands of society, showing itself to be a teaching method capable of bringing greater motivation to students, allowing them to actively participate in their teaching-learning process. This article aims to present the results of one of the PBL stages carried out in the Formative Itinerary discipline, aiming to answer the following question: *how the investigation and innovation stage can contribute to the student's knowledge about the functioning of the Global Positioning System (GPS)?* The research was carried out in a state public school, in High School. Through this stage, we seek to work on the concept of the Trilateration Principle through the use of GPS, relating the use of technology to scientific knowledge. As a result, we found that most students were successful in understanding the concept worked from an Investigation Process, critically analyzing the errors that were presented during the execution.

Keywords: Project Based Learning, Active Methodologies, GPS, Principle of Trilateration.

I. INTRODUÇÃO

A tecnologia se tornou uma presença constante e acessível no mundo em que a nova geração está sendo criada. Hoje, há uma infinidade de dispositivos e ferramentas que tornam a vida mais fácil e prazerosa, oferecendo desde conveniência até entretenimento. No entanto, esse acesso ilimitado à tecnologia tem levantado questões sobre a importância da educação formal, especialmente quando muitos jovens consideram as aulas e disciplinas tradicionais pouco atraentes ou irrelevantes para suas vidas.

O conhecimento está disponível em diversas fontes e pode ser acessado de qualquer lugar, porém os saberes relacionados ao tal conhecimento não é algo que vem sendo construído significativamente. A sociedade está cada vez

mais submersa em um mundo repleto de conhecimento, porém sem saber algum. De acordo com [1]: “(...) *vivemos num mundo no qual cada vez parece acontecer mais coisas, sem que isso signifique, necessariamente, que tais coisas nos afetem, toquem nosso âmago e nos transformem. Parece que quanto mais coisas acontecem à nossa volta, menos experiências nos acontecem*”.

Os autores trazem o significado de *conhecimento* como “tomar ciência de”, ou seja, identificar um objeto como isso ou aquilo, descrever se é igual ou diferente, separar em categorias. Por sua vez, definem *saber* como “a capacidade de discernir, diferenciar.” Ou seja, não se trata apenas de *saber* sobre algo ou alguma coisa, mas de *conhecer* de fato, tomar um posicionamento crítico perante o mundo que o cerca.

Trabalhando dentro desses dois conceitos, conhecimento e saber, pudemos observar que as escolas estão falhando em trabalhar o *conhecimento*, e apenas enchendo os estudantes de *saberes*. A educação formal está vivendo um grande impasse em descobrir como evoluir de modo a ser relevante aos olhos dos estudantes e construir saberes, e não apenas conhecimento, ao longo da Educação Básica [2].

Se o objetivo atual das escolas é que os alunos se tornem protagonistas de suas vidas, dando a eles alicerces para que possam se posicionar de forma crítica e autêntica perante as situações que os cercam, é necessário utilizar metodologias que atendam a essas expectativas. A forma de ensino tradicional, colocando o aluno como um mero receptor do conhecimento, não mais atende as demandas de mundo e muito menos é atraente a grande parcela dos jovens.

Buscando trabalhar então metodologias ativas de ensino, a Figura 1 apresenta os principais princípios que as constituem.

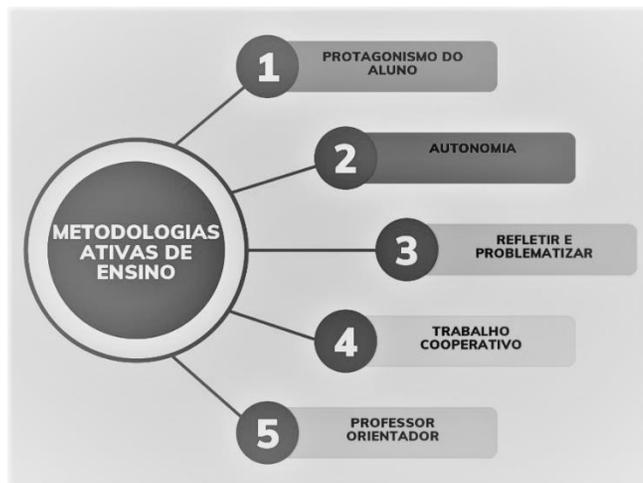


FIGURA 1. Princípios das metodologias ativas com base no trabalho [3].

Diesel, Baldez e Martins [3] definem esses princípios da seguinte forma:

Protagonismo do Aluno – discorre sobre o papel do estudante no processo de ensino, colocando-o em uma posição centrada, não sendo um mero expectador.

Autonomia – estimular uma posição autônoma dos estudantes, de forma que ele possa se posicionar perante determinadas situações.

Refletir e Problematizar – realizar uma análise sobre a realidade de forma que o estudante possa tomar consciência dela e refletir sobre as questões que o cerca.

Trabalho Cooperativo – a prática social do aluno é fundamental para o processo de ensino e aprendizagem. Permitir que ideias e experiências sejam compartilhadas, mobiliza um pensamento mais crítico.

Professor Orientador – a postura do professor é pautada em uma abordagem mais ativa, não sendo sua função apenas transferir ou transmitir um conhecimento, mas promover discussões, reflexões, sendo o docente um orientador para o aluno.

Vindo ao encontro desses estudos, o Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul (MS) traz uma abordagem que permite aos estudantes um maior contato com

metodologias ativas. O documento oficial tem como objetivo estabelecer os referenciais curriculares necessários para a elaboração de Itinerários Formativos, destacando que: “O Novo Ensino Médio pretende atender às necessidades e expectativas dos estudantes, fortalecendo seu interesse, engajamento e protagonismo, visando garantir sua permanência e aprendizagem na escola. Também busca assegurar o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores capazes de formar as novas gerações para lidar com desafios pessoais, profissionais, sociais, culturais e ambientais do presente e do futuro, considerando a intensidade e velocidade das transformações que marcam as sociedades na contemporaneidade” [4].

Os Itinerários Formativos (IF) devem contemplar uma carga horária de 1200 horas de forma que proporcione ao estudante o aprofundamento em uma determinada área do conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias e Formação Técnico Profissional) através de atividades realizadas em sala de aula [4], de modo a contemplar os seguintes eixos estruturantes: Investigação Científica, Processos Criativos, Mediação e Intervenção Sociocultural e Empreendedorismo.

Neste artigo apresentamos uma das etapas de um projeto desenvolvido em um Itinerário Formativo, na área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, fazendo uso do método científico para promover a busca por respostas para os fenômenos da natureza mediante observação e questionamentos [5]. Esses IF permitem a implementação de diversos tipos de metodologias ativas, permitindo ao professor e ao aprendiz a inovar dentro de sala de aula, a partir de temáticas.

Pensando em contemplar esses referenciais estabelecidos pelo novo currículo e criando um ambiente em sala de aula que promova o protagonismo do aluno a partir de uma metodologia ativa, buscando mobilizar um saber e não apenas o conhecimento, elaboramos um projeto utilizando a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como metodologia didática de um IF centrada no estudo da Relatividade, a partir de atividades relacionadas ao estudo do Sistema de Posicionamento Global (GPS) em um contexto de Ensino Médio. Para Souza e Dourado [6], a ABP é uma metodologia centrada na aprendizagem dos estudantes “que tem por base a investigação para a resolução de problemas e que envolve os conhecimentos prévios dos alunos”.

Este trabalho faz parte de uma pesquisa maior e tem como foco a etapa *Investigação e Inovação* da ABP, que tem como objetivo colocar o estudante no centro de seu processo de aprendizagem, dando maior autonomia na construção do conhecimento. Assim apresentamos os resultados dessa etapa e buscamos responder a seguinte questão: *como a etapa investigação e inovação pode contribuir para o conhecimento do estudante sobre o funcionamento do Sistema de Posicionamento Global (GPS)?*

A. Aprendizagem Baseada em Projetos

Como dito anteriormente, os estudantes não mais se comportam como meros depósitos de conhecimentos, e tratá-los dessa forma apenas dificulta o processo de ensino, visto que a acumulação de conteúdos não traz significado para os

alunos, tornando as aulas maçantes e exaustivas. Do mesmo modo que os alunos anseiam por aulas com metodologias diferenciadas, os professores também se sentem angustiados diante da evolução tecnológica e das mudanças comportamentais presentes no âmbito escolar [7].

É necessário então trazer metodologias que coloquem a escola em consonância com as necessidades da sociedade [8]. Pensando então em um contexto de metodologias ativas, que proporcionem ao aluno estar no centro do processo educativo e, fazendo do professor um mediador entre o conhecimento e o saber, a ABP vem se mostrando um formato empolgante e inovador, proporcionando aos alunos trabalharem com tarefas do mundo real, podendo até mesmo trazer contribuições para sua comunidade [9].

No contexto escolar é comum encontrar alunos desmotivados ou desinteressados naquilo que o professor está lecionando. Portanto, buscar estratégias para motivar esses estudantes, cativando a sua curiosidade e empenho nas atividades de sala de aula é de extrema importância. Bender define a ABP como sendo “*projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas*” [9].

A solução de um problema que faz parte de sua realidade é um bom ponto de partida para estimular o interesse do aluno, permitindo que o aluno tenha autonomia em sala de aula para encontrar uma resposta para o desafio proposto,

podendo surgir mais de uma solução para uma mesma problemática. Bender [9] destaca que: “[...] quando os alunos escolhem realizar uma experiência de aprendizagem dessa natureza, é muito mais provável que eles participem ativamente de todas as fases do processo de aprendizagem se tiverem um poder de escolha considerável sobre quais questões serão abordadas e quais atividades serão realizadas. Além disso, quando os alunos veem que estão tratando de um problema do mundo real e procurando por uma solução real, eles ficam ainda mais motivados” [9].

Portanto, a proposta da ABP deve sempre girar em torno de problemas ou questionamentos que possam intrigar os estudantes, proporcionando a pesquisa e a mobilização de conhecimentos, gerando ao fim um produto que sirva de objeto de avaliação [10].

O professor então deve assumir um papel de problematizador/mediador, de modo a motivar o aluno e despertar a sua curiosidade, tornando o estudante um elemento ativo em seu processo educacional. De acordo com Masson [11], o projeto será bem-sucedido baseado no que o aluno produzir, e não naquilo que o professor demonstrar ou que acabe por fazer por ele.

Para a elaboração do processo não existe um passo a passo a se seguir ou lista de critérios a serem cumpridas. Porém, existem alguns aspectos comuns nas obras dos estudiosos dessa área que ajudam a orientar o planejamento, conforme apresentado na Tabela 1

TABELA 1. Características essenciais da ABP de acordo com Bender [9].

Âncora	Introdução e informações básicas para preparar o terreno e gerar o interesse dos alunos.
Trabalho em equipe cooperativo	É crucial para as experiências da ABP, enfatizado por todos os proponentes da ABP como forma de tornar as experiências de aprendizagem mais autênticas.
Questão motriz	Deve chamar a atenção dos alunos, bem como focar seus esforços.
Feedback e revisão	A assistência estruturada deve ser rotineiramente proporcionada pelo professor ou no interior do processo de ensino cooperativo. O feedback pode ser baseado nas avaliações do professor ou dos colegas.
Investigação e inovação	Dentro da questão motriz abrangente, o grupo precisará gerar questões adicionais focadas mais especificamente nas tarefas do projeto.
Oportunidades e reflexão	Criar oportunidades para a reflexão dos alunos dentro de vários projetos é aspecto enfatizado por todos os proponentes da ABP.
Processo de investigação	Pode-se usar diretrizes para a conclusão do projeto e geração de artefatos para estruturar o projeto. O grupo também pode desenvolver linhas de tempo e metas específicas para a conclusão de aspectos do projeto.
Resultados apresentados publicamente	Os projetos de ABP pretendem ser exemplos autênticos dos tipos de problemas que os alunos enfrentam no mundo real, de modo que algum tipo de apresentação pública dos resultados do projeto é fundamental dentro da ABP.
Voz e escolha do aluno	Os alunos devem ter voz em relação a alguns aspectos de como o projeto pode ser realizado, além de serem encorajados a fazer escolhas ao longo de sua execução.

Conforme discutido anteriormente, é essencial para o sucesso do projeto proposto a participação do aluno, dando a ele a oportunidade de ter uma voz ativa dentro do projeto. Portanto, a pesquisa tem o seu foco na característica do “Processo de Investigação”, buscando colocar o aprendiz como um agente do seu processo de aprendizagem, atingindo melhores resultados ao final da ABP, aumentando o seu interesse e comprometimento com as atividades propostas ao longo da execução do planejamento, e permitindo que o mesmo possa tirar conclusões mediante uma situação que lhe é apresentada.

Analisando o contexto do cotidiano do aluno e buscando trazer o uso de tecnologias para sala de aula, de modo a promover um maior interesse no conteúdo que se estuda, o projeto que este artigo propõe será trabalhado após a questão motriz já ter sido definida previamente pelo educador: como o Sistema de Posicionamento Global ou GPS (*Global Positioning System*) funciona e como ele é capaz de localizar um objeto na Terra? Para responder esta questão será trabalhada a Teoria da Relatividade, uma vez que esta responde as questões que envolvem os efeitos da dilatação temporal sofrida pelos satélites em órbita.

B. O Princípio da Trilateração

A partir do avanço da tecnologia e da maior acessibilidade da internet na vida das pessoas, o GPS acabou por ser tornar algo rotineiro, seja para visualizar a melhor rota até o trabalho ou encontrar um mercado mais próximo ao usuário. Porém, como discutido no início, o uso do GPS acabou por se tornar um mero conhecimento: as pessoas costumam saber como utilizar a ferramenta, mas nada sabem a respeito do funcionamento dela.

De modo geral, se for possível determinar a distância de um corpo até outros três pontos, a localização pode ser triangulada para um único ponto através do Princípio da Trilateração, utilizando circunferências para determinar a posição do objeto. Do contrário, caso se tenha apenas dois pontos, terão dois possíveis locais em que o corpo pode se encontrar, conforme mostrado na Figura 2.

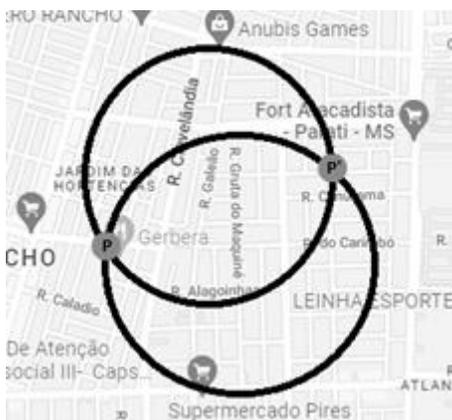


FIGURA 2. Os pontos P e P' indicam as possíveis localizações.

Por sua vez, a Figura 3 apresenta o Princípio da Trilateração a partir de três circunferências, sendo o resultado final um ponto no plano.



FIGURA 3. O ponto Q indica o local em que se encontra o objeto.

O receptor do GPS utiliza o mesmo princípio para determinar a posição de um corpo no planeta. Suponha que em um dado instante de tempo t o receptor receba o sinal de três satélites distintos. O primeiro satélite indica que este se encontra na posição (x_1, y_1, z_1) , o segundo satélite na posição (x_2, y_2, z_2) e o terceiro satélite em (x_3, y_3, z_3) . Considerando c a velocidade da luz no vácuo, o sinal terá percorrido uma distância $c(t-t_n)$, estando o receptor dentro de um raio igual à distância centrada pelos pontos coletados, sendo essa uma solução para a Equação 1, onde n corresponde a um dos satélites.

$$(x - x_n)^2 + (y - y_n)^2 + (z - z_n)^2 = c^2(t-t_n)^2. \quad (1)$$

O principal erro para esse tipo de medição, quando consideramos o sinal dos satélites que estão em um potencial gravitacional diferente da superfície terrestre, é no não-sincronismo dos relógios do receptor e do emissor. Por exigir uma precisão de ordem da velocidade da luz, surge a necessidade do uso de relógios atômicos.

Os relógios são afetados de acordo com a Teoria da Relatividade Geral e Restrita de duas formas: a partir da diferença do potencial gravitacional e da sua velocidade relativa. A Teoria da Relatividade Geral prevê que o tempo na superfície terrestre irá passar mais lentamente do que em relação aos satélites, devido a diferença de potencial gravitacional existente; enquanto isso, a Teoria da Relatividade Restrita diz que o tempo passará de forma mais rápida para um receptor parado na superfície do planeta em relação ao emissor do sinal. Ao combinar ambas as teorias, ocorre uma discrepância de alguns microssegundos por dia, gerando um erro de precisão no aparelho [12].

Surge então o uso de um quarto satélite, que terá como objetivo realizar as correções relacionadas a dilatação temporal prevista pela Teoria da Relatividade Geral e Restrita, gerando então um sistema de quatro equações e quatro incógnitas, sendo a quarta incógnita proveniente do erro do relógio do receptor.

Os raios encontrados pelos satélites serão correspondentes a uma superfície esférica. Considerando que a Terra seja um corpo esférico, essas esferas irão se interceptar em um único ponto, sendo esse a localização do objeto no planeta, como apresentado na Figura 4.



FIGURA 4. Intersecção de quatro superfícies esféricas [13].

Para esse trabalho, buscamos trabalhar o conceito do Princípio da Trilateração de forma investigativa, permitindo que o aluno possa interagir com o problema proposto e analisando de forma crítica os resultados obtidos a partir da atividade proposta.

II. METODOLOGIA

A presente pesquisa, de abordagem qualitativa, foi realizada em uma escola estadual de Mato Grosso do Sul com um grupo de 21 alunos na faixa etária de 15 anos a 18 anos, durante as aulas de Itinerário Formativo da Unidade Curricular Bloco II – Eletiva com estudantes do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio. Com o objetivo de manter o sigilo na identificação dos participantes, os seus respectivos nomes foram alterados para Aluno 1, Aluno 2 e os grupos foram definidos como Grupo 1, Grupo 2 e assim por diante.

A atividade teve como referência o material disponibilizado pelo governo dos Estados Unidos em seu site gps.gov, que foi adaptado para contemplar a realidade e o contexto da escola em que foi aplicado o projeto.

Para a atividade, os estudantes foram separados em 7 grupos com 3 participantes em cada. Cada grupo recebeu os seguintes materiais: uma cartolina, uma régua e um barbante. O objetivo do trabalho era simular o posicionamento do GPS utilizando 4 satélites espalhados pelo mapa do estado de Mato Grosso do Sul utilizando o Princípio da Trilateração. A Figura 5 apresenta o mapa que foi utilizado, sendo os pontos A, B, C e D correspondentes aos satélites.

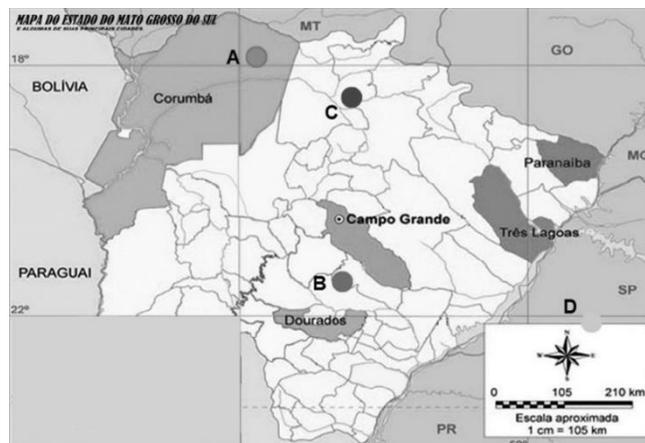


FIGURA 5. Mapa de Mato Grosso do Sul - Adaptado de Mato Grosso do Sul Mapa [14].

Como primeiro passo os alunos fizeram uma transposição do mapa do estado utilizando o projetor, como apresentado na Figura 6.



FIGURA 6. Transposição do mapa de MS na cartolina utilizando um projetor de imagem feita pelos estudantes.

Em seguida, para representar a distância em que o satélite estava da pessoa localizada em algum ponto do mapa e determinar o raio de cada um, os barbantes foram cortados com os comprimentos aproximados de 12 cm, 14 cm, 13 cm e 35 cm para os satélites A, B, C e D, respectivamente.

Com os barbantes devidamente cortados, cada grupo traçou uma circunferência para cada satélite localizado no mapa utilizando os respectivos comprimentos, como apresenta a Figura 7.

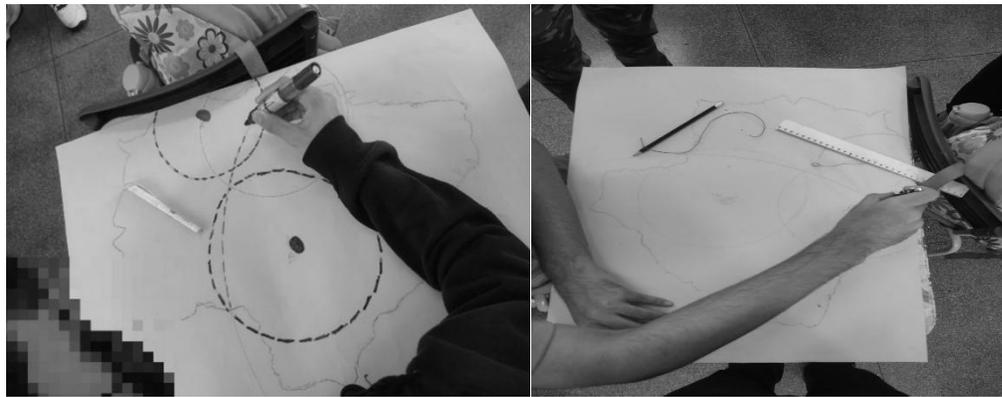


FIGURA 7. Estudantes realizando o tracejado para determinar o raio de cada satélite.

Tendo em vista que a escala do mapa era de 1:105, ou seja, 1cm representava 105km na superfície terrestre, os participantes deveriam preencher a Tabela 2, de modo a

determinar o tempo que leva para o sinal ser transmitido do emissor ao receptor.

TABELA 2. Tabela para anotar os dados coletados e calculados a partir do posicionamento dos satélites.

	Corda A	Corda B	Corda C	Corda D
Distância (cm)				
Distância em escala (m)				
Tempo (s)				

Para isso foi utilizado a Equação 2, sendo c a velocidade da luz (299.792.458 m/s), uma vez que o sinal do GPS se trata de uma onda eletromagnética, D a distância entre o emissor e o receptor do sinal e t o tempo para o sinal percorrer a distância. Para fins demonstrativos, foram desprezados os possíveis atrasos como condições climáticas, multicaminhos e outros.

$$D = c.t. \quad (2)$$

Por fim os estudantes responderam as seguintes perguntas sobre a atividade realizada:

1. Com os sinais do satélite A e B quais os possíveis locais em que a pessoa está?

2. Com o sinal dos satélites A, B, C e D devem haver apenas um local em que eles se interceptam. Qual lugar é esse? O que ele representa?
3. Por que suas linhas não se cruzam exatamente no mesmo lugar?

A seguir apresentamos os resultados obtidos através das atividades descritas acima.

III. RESULTADOS

A Tabela 3 mostra um exemplo de uma das respostas referente a Tabela 2 preenchida pelo Grupo 2.

TABELA 3. Distância e tempo referente ao comprimento de cada barbante realizado pelos estudantes.

	Corda A	Corda B	Corda C	Corda D
Distância (cm)	12,0	14,0	13,0	35,3
Distância em escala (m)	1260000	1470000	1950000	3706500
Tempo (s)	0,0042	0,0049	0,0065	0,012355

O objetivo em preencher a tabela a partir dos cálculos da distância entre o emissor e o receptor, era que o aluno pudesse notar como o tempo que leva para o sinal percorrer um trajeto é extremamente pequeno, possibilitando que uma pessoa

situada em uma determinada região consiga receber informações em tempo real.

Com relação a primeira pergunta, com exceção do Grupo 3 que afirmou que a pessoa estaria em “Uma região do mapa” (G3) e não possíveis locais, os demais grupos responderam

corretamente, por exemplo o grupo Grupo 5 “Não tem como saber onde está a pessoa, tem dois lugares que pode ficar a pessoa” (G5), enquanto o grupo 7 afirma que as pessoas podem estar “Em dois lugares, perto do pantanal” (G7).

A partir de dois pontos de referência (satélites), o Princípio da Trilateração afirma que existirá dois pontos possíveis em que o objeto possa estar. A Figura 8 mostra um exemplo dos possíveis locais em que poderia estar tendo como referência somente os satélites A e B, realizado pelo Grupo 5.

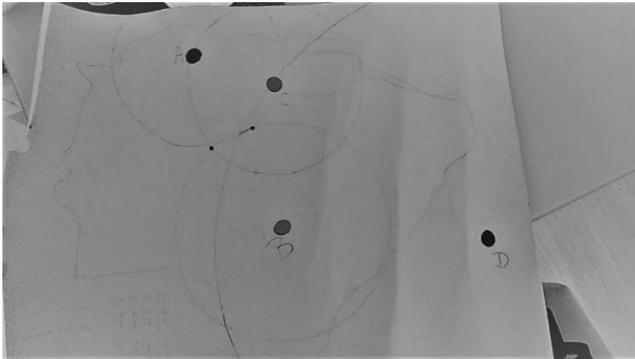


FIGURA 8. Possíveis localização de um objeto a partir do sinal dos satélites A e B.

Para a segunda questão, os Grupos 1, 3, 4, 5 e 7 observaram corretamente que o local da interseção das circunferências representa a localização da pessoa no mapa, enquanto o Grupo 2 afirmou que o local encontrado era onde estava o GPS, não estando de acordo com o esperado. Já o Grupo 6 respondeu somente que era onde as linhas se cruzam, sem indicar o que seria o local do cruzamento dessas.

A Figura 9 mostra a localização do objeto de acordo com a atividade executada pelo Grupo 1. A posição foi pintada com uma cor mais escura de forma a sinalizar a interseção das circunferências. É possível observar um erro do tipo grosseiro quando foi tracejado os raios, visto que não existe um ponto exato de interseção, mas sim uma aproximação feito pelos estudantes.

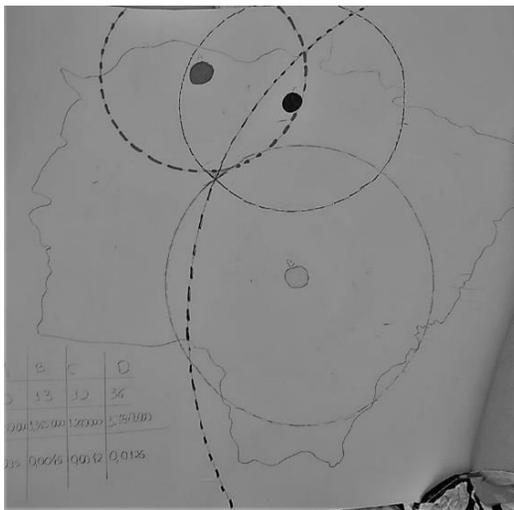


FIGURA 9. Localização do objeto baseado no Princípio da Trilateração realizada pelo Grupo 1.

Por fim, em relação a pergunta sobre o motivo das linhas não se interceptarem exatamente no mesmo lugar, o Grupo 1 afirma “Porque os satélites estão em posições diferentes” (G1) e o Grupo 7 diz “A posição da localização dos satélites não deixa as linhas se cruzarem” (G7), apresentando um erro conceitual ao explicar que o erro está na posição dos satélites, o que é uma inverdade, visto que os satélites devem estar em posições diferentes como afirma o Princípio da Trilateração, do contrário não seria possível determinar a localização.

Os Grupos 2, 3 e 4 assinalam uma falta de precisão, porém não apontaram o motivo disso acontecer. O Grupo 4 diz que não ocorreu uma interseção das circunferências “Porque não teve uma precisão exata.” (G4), enquanto o Grupo 2 aponta o erro “Porque faltou precisão.” (G2), enquanto isso Grupo 3 relaciona o erro “Pois falta precisão.” (G3).

Já o Grupo 5 respondeu que “Normalmente é usado 12 satélites para achar alguém, nesse mapa foram usados 4. Os círculos não são perfeitos e o mapa também não é perfeito” (G5) enquanto o Grupo 6 diz que o erro aconteceu “Porque nós erramos em fazer as medidas da circunferência” (G6). Ambos os grupos apontam um erro grosseiro, ou seja, devido a uma desatenção dos estudantes ao realizar as circunferências. A Figura 11 apresenta o resultado do trabalho realizado pelo Grupo 3.



FIGURA 10. Resultado sobre o Princípio da Trilateração apresentado pelo Grupo 5.

O grupo em questão tentou assinalar o local em que estaria a pessoa, baseado nas interseções dos satélites B, C e D. É possível notar um erro grosseiro na confecção do raio do satélite A, sendo que esse não se intercepta com os outros três.

A partir da construção dos mapas desenhados e das respostas obtidas, foi possível observar que todos os grupos apresentaram um erro do tipo grosseiro ao realizar as circunferências, não permitindo que houvesse uma interseção da maneira como previa o Princípio da Trilateração, enquanto alguns não conseguiram se apropriar do conceito trabalhado, pois acharam que o erro estava na posição dos satélites e não na construção dos raios.

IV. CONCLUSÃO

Na busca por novas metodologias que atendam aos interesses dos estudantes e que ao mesmo atenda as expectativas do Novo Ensino Médio, a Aprendizagem Baseada em Projetos se apresenta como uma abordagem contemporânea que possibilita liberdade aos professores de trabalharem os objetos de conhecimento, ao mesmo que permite ao aluno expor as suas expectativas diante ao que se irá aprender.

Para a presente pesquisa, a questão motriz foi escolhida previamente pelo professor pesquisador, porém nada impede que o professor delimite o que será trabalhado com os alunos antes mesmo de começar a elaborar a ABP. Possibilitar ao estudante participar de seu processo de aprendizagem, colocando-o como protagonista dentro do âmbito escolar, tem como resultado uma maior motivação por parte deles e consequentemente um melhor rendimento escolar.

A etapa Investigação e Inovação teve por objetivo dar uma perspectiva ao aluno de como funciona o GPS e qual princípio ele utiliza para localizar um objeto na superfície terrestre. No mundo real, o dispositivo utiliza coordenadas esféricas, uma vez que considera a Terra como sendo um corpo esférico, e em vez de circunferências, ele cria esferas, sendo a interseção dessas esferas um plano, onde ao final do processo, gera um ponto. Para a proposta, foi trabalhado somente em coordenadas cartesianas, de modo a tornar a prática mais didática e de melhor compreensão ao estudante, visto que o objetivo era somente um primeiro contato com o funcionamento dessa tecnologia.

O presente trabalho não limita os professores a utilizarem a atividade para trabalhar somente o Princípio da Trilateração, pelo contrário, é possível trabalhar de forma interdisciplinar diversas áreas do conhecimento, como: coordenadas cartesianas, longitude e latitude na Geografia; área, raio e circunferência na Matemática; velocidade, tempo e interferência de ondas na Física.

Por fim, acreditamos que a investigação para a solução de problemas pode ter grande influência na construção de determinado um conhecimento. O presente trabalho apontou que a maioria dos grupos conseguiram compreender os resultados do Princípio da Trilateração, analisando de forma crítica os motivos de seus erros durante a execução do que foi proposto.

V. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS e com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] Veiga-Neto, A., Noguera, C. E., *Conhecimento e Saber Apontamentos para os Estudos de Currículo*. XV ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Belo Horizonte – MG, Autêntica, 67-87 (2010).
- [2] Morán, J., *Mudando a educação com metodologias ativas*. Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens **2**(1), 15-33 (2015).
- [3] Diesel, A., Baldez, A. L. S., Martins, S. N., *Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica*. Revista Thema **14**(1), 268-288 (2017).
- [4] Brasil. *Portaria n.º 1432, de 28 de dezembro de 2018. Estabelece os referenciais para elaboração dos itinerários formativos conforme preveem as Diretrizes Nacionais do Ensino Médio*, Diário Oficial da União **66**(1), 94 (2018).
- [5] Mato Grosso Do Sul. *Currículo de Referências: SED/Secretaria Estadual de Educação de Mato Grosso do Sul*, 2021.
- [6] Souza, S. C., Dourado, L. G. P., *Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo*, Holos **31**(5), 182-200 (2015).
- [7] Martinazzo, C. A. et al. *Arduino: Uma tecnologia no ensino de física*, Revista Perspectiva **38**, 143 (2014).
- [8] Pasqualetto, T. I., Veit, E. A., Araujo, I. S., *Aprendizagem baseada em projetos no Ensino de Física: uma revisão da literatura*, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 551-577 (2017).
- [9] Bender, W. N., *Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI*. (Penso Editora, 2015).
- [10] Gonçalves, A. M., Gomes, F., *Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP): uma possibilidade de formação no curso de Licenciatura em Química*, Revista Insignare Scientia-RIS **5** (2), 4-20 (2022).
- [11] Masson, T. J. et al., *Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl)*. In: Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), Belém, PA, Brasil. sn, 13 (2012).
- [12] Zanotta, D. C., Cappelletto, E., Matsuoka, M. T. *O GPS: unindo ciência e tecnologia em aulas de física*, Revista Brasileira de Ensino de Física **33**, (2011).
- [13] Carvalho, E. A., Araujo, P. C., *Leituras cartográficas e interpretações estatísticas II – Aula 8 – Noções básicas de sistema de posicionamento global GPS*. Natal, RN: EDUFRRN, (2009).
- [14] Mato Grosso Do Sul Mapa. Maps of World, <https://pt.mapsofworld.com/brasil/estados/mato-grosso-do-sul.html>. Consultado em: 8 de setembro de 2022.