

ESTUDO DE CASO COM EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE VELOCIDADE MÉDIA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

CASE STUDY WITH EXPERIMENTATION FOR MEDIUM SPEED TEACHING AND LEARNING: A PROPOSAL FOR ELEMENTARY SCHOOL

Jonas Guimarães Paulo Neto¹
Fabrício Camelo Santana da Silva Farias²

Resumo

Este estudo teve como objetivo verificar a eficiência do estudo de caso no ensino da Física, especificamente do tema velocidade média, utilizando-se da experimentação como recurso complementar. A sequência didática, aplicada para uma turma de 9º ano, envolveu a resolução de um caso denominado "Passando dos limites", seguida por aulas teóricas e práticas. Os resultados revelaram que os alunos apresentaram uma evolução significativa em suas soluções para o caso, demonstrando um maior entendimento dos conceitos físicos abordados. Além disso, os alunos perceberam a relação do caso com seu cotidiano e manifestaram interesse no estudo de casos como metodologia de ensino, destacando a relevância de trazer exemplos do dia a dia para facilitar a aprendizagem. Os resultados apontam para a eficácia do estudo de caso em promover uma aprendizagem significativa, aproximando a Física do contexto dos alunos. Também sugerem a importância de complementar o estudo de caso com práticas experimentais, proporcionando uma abordagem mais completa e enriquecedora. Em suma, este estudo evidencia que o estudo de caso é uma metodologia eficiente para o ensino de Física, promovendo o desenvolvimento de habilidades científicas e o sentido da aprendizagem para os estudantes.

Palavras chave: Estudo de caso; Velocidade média; Experimentação.

Abstract

This study aimed to verify the efficiency of the case study in the teaching of Physics, specifically the average speed theme, using experimentation as a complementary resource. The didactic sequence, applied to a 9th grade class, involved the resolution of a case called "Passing the limits", followed by theoretical and practical classes. The results revealed that the students presented a significant evolution in their solutions for the case, demonstrating a greater understanding of the physical concepts addressed. In addition, the students perceived the relationship between the case and their daily

¹ Mestre em Ensino de Física pelo programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) do Instituto Federal do Ceará (IFCE), Campus Sobral, em parceria com a Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Atualmente, é professor efetivo EBTT do IFCE, Campus Crateús.

² Licenciado em Física pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE), Campus Crateús.

lives and expressed interest in case studies as a teaching methodology, highlighting the relevance of bringing examples from everyday life to facilitate learning. The results point to the effectiveness of the case study in promoting meaningful learning, bringing Physics closer to the students' context. They also suggest the importance of complementing the case study with experimental practices, providing a more complete and enriching approach. In short, this study shows that the case study is an efficient methodology for teaching Physics, promoting the development of scientific skills and the sense of learning for students.

Keywords: Case study; Average speed; Experimentation.

Introdução

O ensino da Física deve ser feito de maneira que os alunos consigam compreender que o conhecimento que está sendo abordado em sala de aula está interligado com o que é vivido por eles em seu cotidiano. Isso configura uma importante característica para fazer com que os assuntos despertem interesse nos estudantes e desenvolvam sua aprendizagem. Para isso, a forma como o ensino ocorre em sala de aula está diretamente relacionada com as metodologias que são utilizadas pelo professor junto aos estudantes (PAULO NETO; OLIVEIRA; SIQUEIRA, 2019).

Nesse sentido, o estudo de caso é uma metodologia que traz o ensino baseado em problemas (QUEIROZ; CABRAL, 2016), que são responsáveis por desenvolver características importantes na formação do aluno, como um senso crítico para resolução de problemáticas, além de fornecer ao aluno a capacidade de construir o seu próprio conhecimento, através da aproximação do que já se sabe com o que está sendo aprendido (FREIRE, 1971).

A aplicação da metodologia dentro de sala de aula é uma importante ferramenta para despertar o interesse do aluno para o assunto estudado (LOURENÇO *et al.*, 2021), obtendo como resultado a construção do conhecimento do aluno, vinculado com o desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas (GOMES; AMARAL, 2017).

A metodologia de estudo de casos permite que o docente consiga trazer, através dos casos, a Física para mais perto da vida cotidiana dos alunos. Para isso, propõe-se uma sequência didática que foi aplicada na Escola Municipal de Ensino Fundamental 4 de Outubro, de modo a se pesquisar a eficiência do estudo de caso no ensino do conteúdo velocidade média, utilizando-se também da experimentação

para enriquecer o método. O estudo de caso possibilita um amplo cenário de possibilidades para cada objeto do conhecimento e para as associações com outros recursos ou metodologias, possibilitando a contextualização e promovendo a interdisciplinaridade.

A proposta pedagógica foi produzida de modo que o professor se utilize de 6 aulas para levar aos alunos uma sequência didática que se inicia com o estudo dos movimentos e se encerra com os conceitos de velocidade média e suas aplicações. Nessas aulas, o professor utiliza-se do estudo de caso vinculado à experimentação, de maneira a se somar na troca de conhecimentos junto aos alunos. As duas primeiras aulas são destinadas ao estudo de movimento, repouso, trajetória e deslocamento, além de ter o primeiro contato com o caso. Nas aulas 3 e 4 propõe-se um experimento que vai de encontro com o caso estudado, de maneira que o estudante consiga construir seu conhecimento para ser dada a solução final nas aulas 5 e 6, concluindo a sequência didática. Ao decorrer das aulas, sempre é proposto questões-problema ao final, para que o professor proponha aos alunos, de modo que apliquem e exercitem os conhecimentos estudados.

O objetivo geral desta pesquisa é verificar, através da aplicação da sequência didática, as potencialidades do estudo de caso em associação com a experimentação para a compreensão do tema velocidade média e a reflexão discente sobre como a Física está presente em seu cotidiano. Para tanto, objetiva-se, especificamente: verificar a relevância e relação do caso com o cotidiano dos estudantes; investigar o potencial do caso para a motivação e interesse do alunado; e averiguar e analisar a percepção discente acerca da possibilidade de aplicação do estudo de caso para outros temas de Física.

A abordagem desta pesquisa é qualitativa, pois vai exigir do pesquisador uma visão mais individual dos alunos de modo que possa analisar cada resposta (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Quanto a sua natureza, a pesquisa é do tipo aplicada, que objetiva gerar conhecimentos de modo que se possa estudar soluções de casos específicos (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

Quanto aos objetivos da pesquisa, ela se adequa à pesquisa exploratória por deixar o tema mais familiar para o pesquisador, buscando trazer uma análise baseada em casos e exemplos (GIL, 2007). Por conta da aplicação, pode-se dizer que os procedimentos são feitos em campo, adentrando em uma sala de aula na qual se faz o laboratório da pesquisa (FONSECA, 2002).

A pesquisa busca entender a eficiência da metodologia no ensino de Física. Para isso, espera-se colher dados de maneira que se consiga avaliar o nível de interesse que o caso despertou nos alunos, bem como a aproximação que tiveram com sua vivência, caracterizando um bom caso (HERREID, 1997). Ademais, também espera-se verificar indícios de aprendizagem através da resposta do caso proposto, de modo que consigam desenvolver habilidades científicas e cognitivas.

Aporte teórico

A Ciência, assim como a Física, está presente em todas as áreas da vida de uma pessoa. Nesse sentido, a metodologia do estudo de casos tenta aproximar e desenvolver o olhar científico dos alunos em busca de levar o sentido do objeto de conhecimento estudado para o cotidiano.

Segundo Sá e Queiroz (2009), o estudo de casos é uma metodologia na qual o ensino está fundado na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), ou do inglês, *Problem Based Learning* (PBL). Esse método faz com que os alunos desenvolvam o senso crítico, além de dar uma aproximação ao conhecimento tecnológico, em que terão que adquirir e explorar conhecimentos, visando uma habilidade de compreender, interpretar e solucionar problemas (QUEIROZ; CABRAL, 2016).

Os casos devem possuir elementos que tragam o conteúdo para mais próximo da realidade dos alunos, de modo que percebam a conexão do que está sendo ensinado e seu cotidiano. Com isso, para Herreid (1997), um bom caso deve conter algumas características que favoreçam a sua aplicação dentro da sala de aula, das quais, pode-se destacar: narra uma história; desperta o interesse; é atual; produz empatia; inclui diálogos; provoca um conflito; força uma generalização; e é curto.

É necessário que o caso seja, sobretudo, curto e atual, de modo que desperte curiosidade e interesse nas crianças e adolescentes (QUEIROZ; CABRAL, 2016). O problema de cada caso deve ser solucionado levando em consideração os conceitos estudados em sala (LOURENÇO, *et al.*, 2021).

A aplicação do estudo de casos feita por Lourenço, *et al.*, (2021) trouxe resultados interessantes voltados em como a metodologia aproximou a escola com o dia a dia dos alunos. É importante citar que o objeto de conhecimento desse estudo foi circuitos elétricos, no qual se fez uso do caso intitulado de “As lâmpadas de Dona

Anita”. A partir disso, foram colhidos dados que enfatizam a importância que o estudo de caso tem dentro da sala de aula, pois segundo Lourenço *et al.* (2021, p. 68):

(...) observamos nos relatos dos alunos que, para eles, o estudo do caso tornou a aprendizagem mais significativa, ou seja, aproximando os conteúdos trabalhados em sala de aula com seu cotidiano e propiciando sentidos no momento em que se aprende.

Outra aplicação do estudo de casos foi feita por Gomes e Amaral (2017). A aplicação desse caso foi feita através da entrega de fichas que continham trechos destacados e identificados. O caso foi intitulado de “Polímeros na indústria automobilística”, em que foram feitas leituras para gerar uma discussão na turma na qual a pesquisa foi aplicada de modo que conseguissem argumentar e se posicionar em relação a serem a “favor” ou “contra” a instalação da indústria numa região com vários moradores (GOMES; AMARAL, 2017). Com isso, se obteve como resultado a validação da metodologia do estudo de caso como sendo uma ferramenta eficaz para que os alunos construam sua aprendizagem, trabalhando as habilidades sociais e cognitivas (GOMES; AMARAL, 2017).

O estudo de caso é uma metodologia que proporciona ao aluno uma aproximação entre o que está sendo estudado em sala de aula com a vida cotidiana. Pois segundo Paulo Freire (1971), o ato de ensinar através de um simples depósito de conhecimentos não é eficaz, sendo que a maneira correta deve ser por meio de uma educação problematizadora, em que há uma aproximação do que se conhecerá, com o que já se conhece.

Isso está em concordância com o que diz Tadeu (2016), quando ele cita que o ato pedagógico que os professores exercem deve estar focado em fazer com que os docentes e os educandos criem a sua concepção e o seu conhecimento acerca do mundo em que vivem, ao invés de simplesmente estar em sala de aula comunicando o mundo.

Portanto, a metodologia de estudo de casos se firma com potencial para desenvolver estratégias de ensino eficientes para a construção de uma aprendizagem significativa e, ao mesmo tempo, prazerosa para o estudante.

Encaminhamento metodológico: Estudo de caso sobre velocidade média

Considerando o que foi exposto, pensou-se nesta sequência didática que será explicada a seguir, de modo que o professor possa levar ao aluno, uma experiência de criar o conhecimento acerca do mundo onde vive. Por meio da metodologia do estudo de caso, será visto uma maneira eficiente de se trabalhar a velocidade média dentro da sala de aula em 6 aulas.

Aulas 1 e 2

Essas duas aulas dão início aos conceitos básicos que o aluno deve possuir para que consiga desenvolver um bom aprendizado em relação à velocidade média.

✓ Objetos do conhecimento: repouso, movimento, trajetória, deslocamento e espaço percorrido.

✓ Recursos/materiais necessários:

- Quadro;
- Pincel para quadro;
- Apagador;
- Boneco;
- Bexiga inflável;
- Bombeador para bexiga (item opcional).

✓ Verificação dos conhecimentos prévios:

• Vocês vinham para a escola e usaram um tempo para sair de suas casas até chegar aqui. Sabem dizer o tempo desse percurso em horas? E em minutos? E em segundos?

A velocidade média irá exigir dos alunos um conhecimento básico sobre o tempo. Exemplo disso é o cálculo da variação de tempo, em que irá necessitar de transformações de unidades, como horas em minutos, minutos em segundos, dentre outras. Percebendo-se que existe uma defasagem evidente, é necessário que se ensine aos alunos fazerem essas conversões básicas de tempo.

Para isso, é recomendado levar um relógio de ponteiro para a escola (figura 1), ou confeccionar um, cortando um círculo de papelão e colocando ponteiros de palitos de picolé, fixos com uma tachinha, marcando os números com pincel. Os

alunos podem confeccionar seus próprios relógios também, com os mesmos materiais ou aperfeiçoando-os, indo de acordo com a criatividade de cada um.

Figura 1: Relógio de ponteiro.



Fonte: Autores.

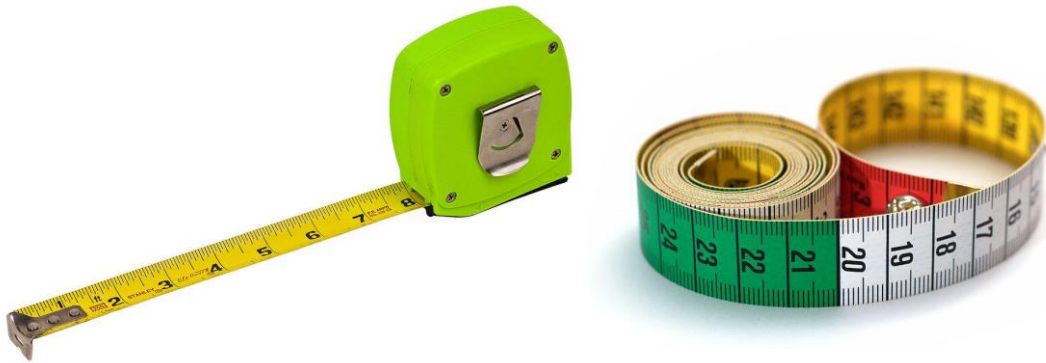
Após ter o relógio em mãos, sugere-se fazer uma leitura das horas com os estudantes. Podendo variar o ponteiro dos minutos, em seguida perguntado aos alunos que horas está sendo marcada. Aos poucos é inserido o contexto das divisões de tempo, em que uma hora são 60 minutos, um minuto são 60 segundos e assim por diante.

- Vocês vinham para a escola e percorreram uma certa distância de suas casas até chegar aqui. Sabem dizer a distância desse percurso em metros? E em centímetros? E em milímetros?

Outro conhecimento que será bastante importante para o estudo da velocidade média é o estudo de medidas de comprimento. Caso seja percebido que os alunos não possuem tais conhecimentos, é sugerido que o docente reforce esses conceitos através de um exemplo simples: Leve uma fita métrica ou uma trena (figura 2) para a sala de aula e mostre como elas são divididas.

Normalmente, as fitas métricas e as trenas são divididas em metros, centímetros e milímetros. Na imagem, observa-se alguns números destacados que correspondem aos centímetros. Entre um centímetro e outro, há um intervalo que possui 9 traços, correspondentes aos milímetros; 1 cm possui 10 milímetros, assim como 1 metro possui 100 centímetros.

Figura 2: Representação de uma trena e de uma fita métrica.



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Trena> (Acesso em: 19 out. 2023).

A partir disso, aconselha-se convidar um aluno a participar da aula para que se possa medir a sua altura, com o auxílio do docente, utilizando a trena. Com a medida realizada, poderá ser feito junto com a turma as transformações do valor, de metros, para centímetros e milímetros.

- ✓ Etapas metodológicas:
 - Estudo do movimento relativo;
 - Experimento do balão;
 - Estudo da Trajetória;
 - Estudo da posição numa trajetória (Deslocamento);
 - Estudo de caso: Primeira resposta.
- ✓ Procedimentos metodológicos:

Inicia-se a aula com uma pergunta simples para os alunos: O que é o movimento? Permita que os alunos argumentem sobre as respostas, instigue-os para que suas respostas possam ir de encontro com a Física, peça para darem exemplos. A velocidade média está inserida na área da Física intitulada de Cinemática, que estuda os movimentos sem se preocupar com suas causas.

Os alunos devem entender que tudo está em movimento, embora muitas vezes isso não seja perceptível, ou seja, o movimento é relativo, bem como o repouso. Um exemplo disso é a rotação e translação da terra. Interrogue os alunos em quais situações é possível perceber os movimentos realizados pela Terra. Propõe-se perguntar aos alunos qual ou quais as formas como eles se deslocam para a escola. Para um aluno que se desloca de ônibus, é interessante perguntar se, para ele, os demais passageiros do ônibus estão em movimento ou em repouso. Podendo

estender as indagações para o mesmo exemplo, mas agora levando em consideração uma pessoa do lado de fora. Veja se os demais alunos concordam com as respostas.

Nesse momento, os alunos já vão conseguir entender que os movimentos são relativos, ou seja, estar em movimento ou em repouso dependerá de um referencial. Esse é um assunto muitas vezes confuso para os alunos em relação ao que seria esse referencial, no entanto, o referencial pode ser pensado como os olhos que observam um evento ou um corpo.

Para exercitar melhor esses conceitos, é sugerido que o professor leve um contexto para sala de aula, como narrar aos alunos que pela manhã eles estavam confortáveis em suas casas dormindo em suas camas, pergunte-os se naquele momento eles estavam em movimento ou em repouso. Espera-se que a resposta para essa pergunta seja um “depende”, o que seria adequado, uma vez que não foi explicitado qual seria o referencial. Discuta com os alunos que o referencial sendo a cama, eles estariam em repouso; mas o referencial sendo o sol, estariam em movimento.

Um recurso didático bastante positivo é levar aos alunos uma forma de visualizar na prática o que de fato está sendo dito. Para isso, aconselha-se que o professor use um experimento simples (figura 3) em sala de aula, que terá como materiais um balão, fita adesiva e um boneco, que deve ser grudado no balão com a fita adesiva. Caso não se tenha um boneco pequeno, é possível confeccionar um com papelão e caneta sem perder a qualidade do exemplo.

Figura 3: Boneco no balão.



Fonte: Autores.

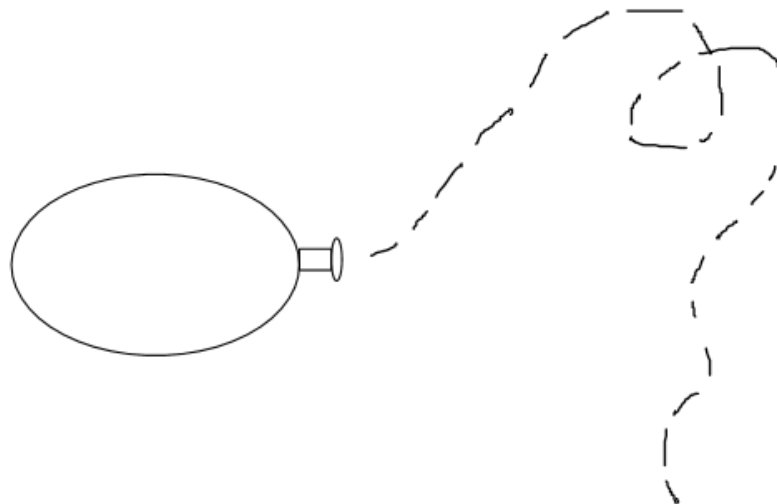
Com isso, o professor pode explorar diversos tipos de referenciais para duas situações: o balão antes e depois do lançamento. Encha o balão com uma bomba para bexigas. Antes do lançamento, é sugerido que seja perguntado aos alunos:

1. Em relação ao boneco, o balão está em repouso ou em movimento?
2. E em relação a vocês (estudantes), o boneco está em repouso ou em movimento?

Depois do lançamento, sugere-se fazer as mesmas perguntas aos alunos, mas em relação ao momento em que o balão estava rodopiando pelo ar.

Para explicar a trajetória, também é sugerido utilizar o balão. Pode-se retirar o boneco do balão e enchê-lo com ar. Explique aos alunos que uma trajetória se refere ao caminho que precisa ser percorrido para chegar em um determinado ponto. Assim, segure o balão e peça que os alunos desenhem a trajetória do balão (figura 4) no momento em que liberar o ar contido nele.

Figura 4: Trajetória do balão.



Fonte: Autores.

O deslocamento será dado por um intervalo de espaço entre dois pontos. Para explicar essa parte, sugere-se pensar na cidade ao qual está sendo dada a aula e pensar em outras duas cidades próximas (figura 5). A cidade A pode ser a cidade em que os alunos moram e as outras duas cidades B e C são cidades conhecidas, acessando o google maps pelo link <https://www.google.com.br/maps/@-5.0054137,-40.6602859,11z?entry=ttu>, é possível saber a distância da cidade A até B e da B até C.

Figura 5: Exemplo das cidades vistas no google maps.

Fonte: <https://www.google.com.br/maps> (Acesso em: 19 out. 2023).

Com essas informações os alunos poderiam responder perguntas do tipo:

1. Qual o deslocamento saindo da cidade A até a cidade C?
2. Qual o deslocamento saindo da cidade A, indo até a cidade C, mas parando na cidade B?
3. Qual o deslocamento saindo da cidade A indo à cidade B e voltando a cidade A?

Por fim, propõe-se um estudo de caso com os alunos, em que será coletada, nesta aula, a primeira resposta. O caso está em formato word para que o professor possa fazer as modificações necessárias em relação ao nome da escola e a cidade dos alunos, disponível no link: https://drive.google.com/drive/folders/1Ls43EA11zCOMS2NNBHZouo-i_xXTrokn?usp=drive_link.

Discuta o caso com os alunos e faça com que eles possam argumentar as respostas entre si. Indague-os acerca dos radares e seu papel dentro da sociedade, além de perguntar se conhecem algum local da cidade onde é possível encontrar um exemplar. Após esse momento, peça para que os estudantes escrevam sua primeira solução (figura 6).

Figura 6: Resposta 1.

AJUDE O FÁBIO

Aluno:

1° RESPOSTA
Escreva aqui como você construiria o radar e como ele faria para medir a velocidade:

Fonte: Autores.

Essa resposta é de grande importância, pois levará em consideração o conhecimento prévio dos alunos em relação a velocidade média e as formas de medi-la. Após responderem, recomenda-se que sejam recolhidos os casos, junto com as respostas para que seja feita uma nova aplicação em outra aula.

Aulas 3 e 4

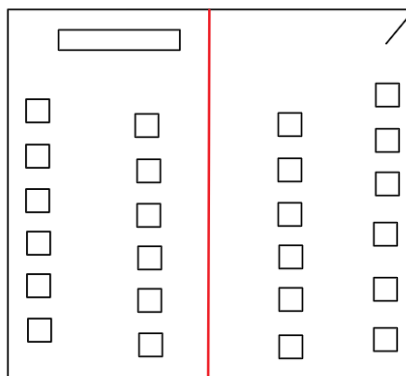
- ✓ Objeto do conhecimento: velocidade média.
- ✓ Recursos/materiais necessários:
 - Quadro;
 - Pincel para quadro;
 - Apagador;
 - Linha;
 - Fita adesiva;
 - Bexiga inflável;
 - Bombeador para bexiga (item opcional).
- ✓ Etapas metodológicas:
 - Recapitulação da aula passada;
 - Experimento;
 - Exercícios de fixação/aplicação.
- ✓ Procedimentos metodológicos:

Inicia-se a aula com um exemplo para que os alunos possam lembrar os conceitos sobre movimento, da aula anterior. Sugere-se trazer a situação de uma pessoa num ônibus. Para ela, os passageiros dentro do veículo em movimento estão em repouso, enquanto os pedestres do lado de fora parecem estar em movimento. No entanto, para um pedestre parado ao pé da calçada, quando o ônibus passa, os passageiros estão em movimento.

Volte a perguntar sobre o exemplo da cama, narre que pela manhã eles estavam confortáveis em suas casas dormindo em suas camas e novamente pergunte-os se naquele momento eles estavam em movimento ou em repouso. Tente comparar as respostas mais atuais com as primeiras respostas dadas na aula passada e observe se o conhecimento foi, de fato, compartilhado e compreendido de maneira eficiente. Em caso negativo, busque traçar um caminho de questionamentos que direcione os estudantes à resposta fisicamente correta, entendendo a relatividade do movimento.

Após isso, aconselha-se iniciar a preparação do ambiente para se fazer o experimento. Com ajuda dos alunos, uma linha deve ser fixada, utilizando uma fita adesiva, de uma parede a outra da sala (figura 7).

Figura 7: Layout da sala de aula com a linha fixada em vermelho.



Fonte: Autores.

Antes da última extremidade da linha ser fixada, passe a linha por dentro de um canudo, que terá movimento livre pela linha. Com isso o experimento está pronto para ser realizado. Encha com ar um balão e feche a saída do ar com uma das mãos, apertando. Com a outra mão, tente fixar o balão no canudo utilizando um pedaço de fita (figura 8), pois fixá-lo vazio pode causar problemas futuros no momento de enchê-lo posteriormente.

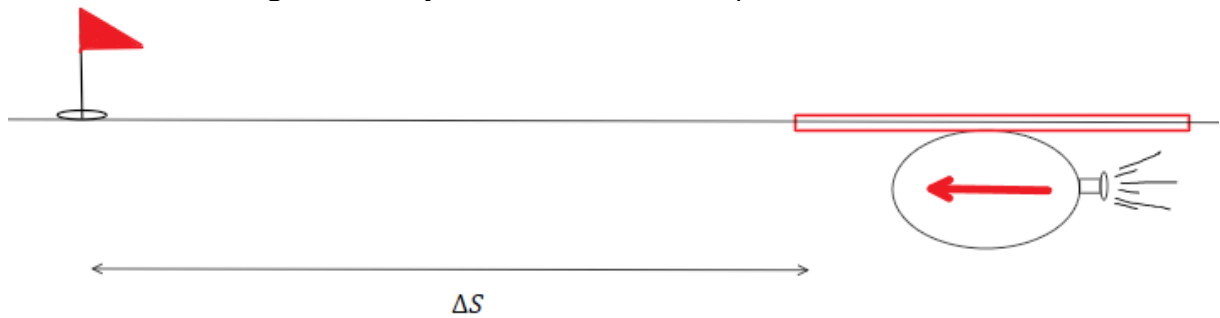
Figura 8: Representação da forma como o balão deve ser posicionado.

Fonte: Autores.

Solte o balão e mostre aos alunos a forma como ele se movimenta ao longo da linha, indagando sobre o que é a velocidade a partir da visão dos alunos. Observe suas respostas, provavelmente terão elementos que incorporaram na resposta 1 do caso. É proposto que seja perguntado aos alunos se eles lembram da dica do professor do Fábio que foi vista no caso apresentado na aula anterior e do porquê Fabio dizer que a velocidade envolve espaço e tempo. Após esse momento de interação com a turma, recomenda-se apresentar a fórmula da velocidade média para os alunos:

$$V_m = \Delta S_{\text{espaço}} / \Delta T_{\text{tempo}}$$

Com isso, é possível explicar que a definição da velocidade média é a quantidade de espaço percorrido (ΔS) em determinado intervalo de tempo (ΔT). Convide os alunos a participarem do experimento e, mais do que isso, encontrar a velocidade com a qual o balão se movimenta. Marque um ponto na linha para servir como chegada a uma distância ΔS (figura 9), podendo ser medida utilizando-se uma fita métrica. Sugere-se que seja pedido a três alunos voluntários para cronometrarem o tempo que o balão leva para alcançar o ponto a partir do seu lançamento, em razão da diminuição da margem de erro que existe por conta do tempo de reação humano. Recomenda-se fazer uma contagem regressiva para que os cronômetros sejam ativados ao passo que o aluno lança o balão. No momento que o balão alcança o ponto, os cronômetros são desligados. Faça no quadro uma tabela (tabela 1) indicando os valores dos 3 tempos e a sua média aritmética ($\Delta T_m = (\Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3) / 3$), lembrando que a distância ΔS é conhecida.

Figura 9: Lançamento do balão até o ponto determinado.

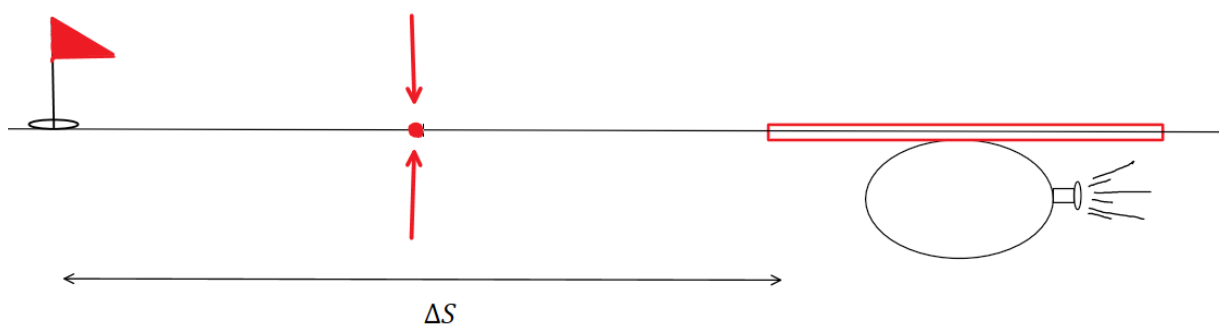
Fonte: Autores.

Tabela 1: Tempo e velocidade do lançamento de cada aluno.

Aluno	ΔT_1	ΔT_2	ΔT_3	ΔT_m	$V_m = \Delta S / \Delta T_m$

Fonte: Autores.

É sugerido que o professor faça com que mais alunos interajam com a prática, além de encontrarem a velocidade média dos seus respectivos balões através dos cálculos. Após o experimento já ter sido executado de uma maneira satisfatória pelos alunos, inicie um estudo acerca do experimento partindo do conceito de que a velocidade média é na verdade uma média das velocidades em cada ponto. Mas qual é a velocidade no instante específico em um ponto também específico na linha (figura 10)?

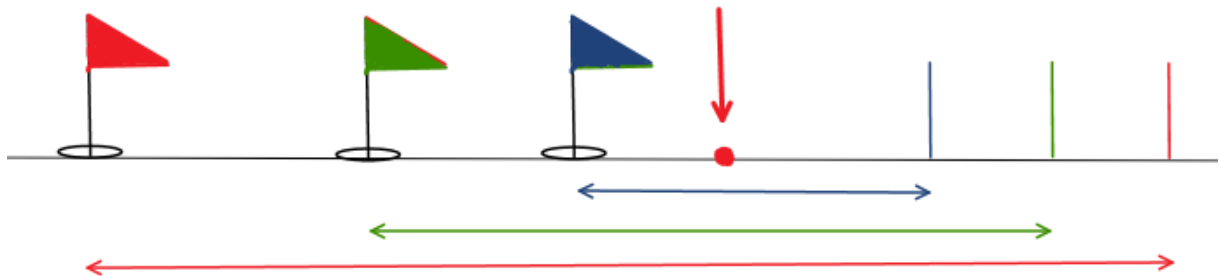
Figura 10: Marcação de um ponto ao longo da linha.

Fonte: Autores.

Essa pergunta pode ser respondida também através da velocidade média. A velocidade instantânea do ponto em questão não é igual a velocidade média que

estavam calculando, mas indague aos alunos se ao mudar o espaço percorrido de modo que ele se aproxime do ponto (figura 11), a velocidade média se aproxima do valor da velocidade instantânea.

Figura 11: Espaço percorrido se aproximando do ponto específico.



Fonte: Autores.

É importante que ao final da aula os estudantes tenham essa compreensão, percebendo que a velocidade instantânea verificada nos fotossensores se trata de uma velocidade média calculada em um curto intervalo de tempo e, conseqüentemente, num espaço pequeno. É recomendado comentar com os alunos que para saber a velocidade exata naquele ponto, seria necessário usar sensores para que fosse possível ligar e desligar o cronômetro exatamente dentro do espaço pequeno a ser percorrido.

Para aplicar o conhecimento e encerrar a aula, peça aos alunos para responderem dois exemplos práticos sobre velocidade média. Propõe-se:

1. Qual a velocidade média de um carro que sai da cidade A (nome da cidade dos alunos) até a cidade B (nome da cidade vizinha), sabendo que a distância entre elas vista na última aula é de X km, e o percurso de viagem é de 1 hora?
2. Suponha que sua casa está a 900 metros da escola e você volta para casa caminhando. Sabendo que o ser humano tem uma velocidade média de 1m/s, em quanto tempo você chegará em casa?

Aulas 5 e 6

- ✓ Objetos do conhecimento: velocidade média.
- ✓ Recursos/materiais necessários:
- Quadro;

- Pincel para quadro;
- Apagador.
- ✓ Etapas metodológicas:
 - Recapitulação da aula passada;
 - Recapitulação do caso: Resposta 2;
 - Aplicação de conhecimentos.
- ✓ Procedimentos metodológicos:

É sugerido iniciar a aula com a entrega dos casos novamente para os alunos. A partir da aula anterior, eles já devem possuir uma base científica maior e melhor em relação aos conceitos de velocidade e da forma como é calculada.

Peça para os alunos lerem o caso novamente fazendo pausas, se achar necessário, em pontos específicos, como a resposta de Fábio ao professor. Propõe-se fazer conexões do caso com o experimento da aula passada, podendo ser feita analogia do balão com um veículo que percorre o trecho do radar.

Mostre aos alunos a imagem que está presente na pasta onde se encontra o caso, a qual contém um trecho de uma estrada que possui um radar e no asfalto é possível perceber linhas, que são, na verdade, sensores que ligam e desligam um cronômetro conectado ao computador do radar. Sabendo a distância ΔS entre as fitas, ele calcula uma velocidade média, que por conta do tempo pequeno, se aproxima da velocidade instantânea do veículo.

Com isso, procura-se fazer com que os alunos entendam o papel da velocidade e o papel da Física nas tecnologias e atividades/experiências cotidianas. Essa aula também pode ser uma boa oportunidade para trazer aos alunos um conhecimento sobre a educação que se deve ter no trânsito, que vai desde respeitar as placas ao cuidado com os limites de velocidade, entre outras situações que é de suma importância para conduzir um veículo com segurança.

A partir dessa discussão, os alunos poderão inserir a resposta 2 no questionário em relação ao caso (figura 12). Recomenda-se refletir junto à turma a diferença entre as respostas 1 e 2 e convidar os alunos a inferir quais os principais aspectos em que houve mudanças e a forma como o conhecimento foi construído.

Figura 12: Resposta 2.

2° RESPOSTA
Escreva aqui como você construiria o radar e como ele faria para medir a velocidade:

Fonte: Autores.

O professor, em seguida, poderá recolher as respostas para avaliar cada aluno de maneira individual posteriormente. É sugerido que a aula encerre com aplicações do conhecimento estudado. Para isso recomendam-se:

1. Você está em um ônibus viajando da cidade A (Cidade dos alunos), para a cidade B (Cidade vizinha). Cite um referencial ao qual você está em movimento e outro em que você está em repouso.

2. Um radar na cidade A (Cidade dos alunos), tem limite de velocidade de 40km/h. Sabendo que a distância entre os sensores é em torno de 50 cm, qual o tempo mínimo, em segundos e em hora, que o carro deve cruzar esse trecho do radar para não levar multa?

Resultados e Discussão

A sequência de aulas que foi exposta no Encaminhamento Metodológico foi aplicada numa turma de 9º ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental 4 de Outubro, localizada na cidade de Tamboril-CE, a fim de verificar indícios de aprendizagem e a eficiência do caso. Nessa turma, foi feita a avaliação sobre a aprendizagem através das soluções dos alunos nas respostas 1 e 2, além de avaliar a metodologia a partir de um questionário com perguntas que visavam compreender como os alunos viam o estudo de caso como algo a ser somado dentro do ensino da Física. Os questionários foram respondidos por 18 alunos no total. Em seguida, será apresentado as respostas sobre o caso “Passando dos limites”, no qual percebeu-se o avanço e o desenvolvimento de soluções dos alunos após o estudo, além de apresentar os resultados da coleta de dados em relação à metodologia, ressaltando sua aceitação pelos alunos e aplicação em outros assuntos da Física.

Questionário sobre o caso

Na primeira etapa, os alunos colocaram suas soluções de acordo com o conhecimento prévio que possuíam, configurando uma educação problematizadora (WEYH; NEHRING; WEYH, 2020). Seguindo uma das características de caso citadas por Herreid (1997), o conflito está em “Ajude o Fábio você também! De acordo com as dicas do professor de Fábio, como acha que deveria funcionar o dispositivo para medir a velocidade dos carros e motos para saber se passaram ou não do limite de velocidades?”.

Dentre as soluções prévias dos alunos, foi possível perceber semelhanças entre as respostas. Por conta disso, foram destacadas 6 respostas que contam com as palavras e ideias mais comuns entre os alunos. O quadro 1 traz as respostas 1 e 2 do caso, para esses 6 estudantes.

Quadro 1: Respostas 1 e 2.

ALUNO	RESPOSTA 1	RESPOSTA 2
1	<i>Colocaria um sensor e quando a pessoa passar o sensor calcularia a velocidade e o tempo</i>	<i>O sensor vai contar o tempo da velocidade da pessoa e depois vamos dividir o tempo para obter a velocidade da pessoa</i>
2	<i>O sensor iria detectar a velocidade de movimento do automóvel de um local</i>	<i>O sensor começa a contar de um certo ponto a outro. o tempo percorrido nessa pequena distância é que vai determinar a velocidade</i>
3	<i>Eu faria com uma câmera e nela, colocaria um sensor de movimento, que iria medir a distância e a velocidade</i>	<i>Usar o tempo e a distância para medir a velocidade, calcular também por um cronômetro e também por as fitas que ficam no chão, que servem para saber a distância. Ativando o cronômetro assim que passa pela primeira fita e desliga quando ultrapassar a segunda</i>
4	<i>Eu construiria o radar com tempo e distância e para ele medir a distância e a velocidade colocaria umas câmeras dentro do radar que dê para medir a velocidade e o tempo</i>	<i>Colocaria um cronômetro nas fitas que tem na pista como tem mais de uma, a primeira inicia o cronômetro e outra desliga ele. Assim, medir a distância e o tempo</i>
5	<i>Ele teria um sensor e quando a moto tivesse vindo, o radar mediria o tempo e a distância para saber a velocidade</i>	<i>Uma linha no chão meio que cronometrando a velocidade e o tempo</i>
6	<i>Eu colocaria uma câmera com radar, sensor e medidor de velocidade</i>	<i>Eu coloco uma câmera com visor ultra e com outras coisas possíveis</i>

Fonte: Autores.

Percebe-se que as respostas prévias trazem as palavras chaves como velocidade, tempo e distância. Outrossim, que o uso delas é exposto de uma maneira que se aproxima da solução correta, mas que ainda necessita de uma organização e um conhecimento sobre cinemática mais aprofundado. Na resposta do aluno 5, observa-se que ele diz utilizar um sensor para medir a distância e o tempo, mas não especifica como esse sensor funcionaria, muito menos deixou claro como a distância e o tempo estão relacionados com a velocidade.

As aulas 3 e 4 serviram para dar o aprofundamento teórico e prático sobre a velocidade média para os alunos. Nas aulas 5 e 6 foi aplicado novamente o questionário para coletar a segunda solução de cada aluno. Com isso, tem-se no quadro 1 que as segundas respostas, em sua maioria, melhoraram em relação ao uso das medições, além dos conceitos de tempo e distância. É importante salientar a evolução de ideias que as respostas tiveram, como as do aluno 2, o qual destacou o princípio de tempo, marcado pelo sensor, em uma distância menor, que determinaria a velocidade.

O aluno 6 teve uma solução mais aproximada da correta na primeira resposta, falando sobre sensores e velocidades, mas na segunda resposta a ideia teve uma mudança, falando sobre “visor ultra e outras coisas possíveis”, mostrando que houve uma certa desatenção em relação ao que foi estudado.

É importante perceber a mudança e a maturidade que as soluções proporcionaram a partir do momento que o assunto foi estudado nas aulas 3 e 4. É perceptível que as respostas começam a ter um padrão: Usar um sensor conectado a um cronômetro para gerar um tempo e, com uma distância conhecida, medir a velocidade. Esse padrão já indica que as respostas entram em concordância com os conceitos físicos, levando assim a uma tomada de decisão correta por parte dos alunos, desenvolvendo o senso crítico e a formação científica (HERREID, 1997).

Questionário sobre a metodologia

Esse questionário foi aplicado aos alunos de modo que se pudesse verificar a eficácia da metodologia aqui proposta. Através de 6 perguntas, os 18 alunos julgaram o caso de acordo com o seu cotidiano e sua vivência, assim como o aproveitamento que tiveram em relação à aprendizagem.

A primeira pergunta buscava entender se os alunos conseguiram trazer a problemática contida no caso para próximo de seu cotidiano. 17 discentes afirmaram ter percebido a relação do caso estudado com seu dia a dia, o que indica que a maioria conseguiu identificar a problemática do fenômeno físico e avistar sua aplicação em outras situações. A importância do aluno em relacionar as duas coisas permite que a aprendizagem possa ser mais fluida e mais efetiva (WEYH; NEHRING; WEYH, 2020), pois uma vez que o aluno consegue perceber a relação da teoria com a sua vivência, os conhecimentos trazidos à sala de aula pelo professor se tornam de maior interesse ao alunado.

Já na segunda pergunta, buscou-se evidenciar se o caso conseguiu de fato despertar interesse nos alunos, concordando com uma das características citadas por Herreid (1997) para um bom caso. 14 discentes afirmaram que sim, o que evidencia que o caso despertou interesse da maior parte dos alunos e, ainda, aponta a relevância que os casos que trazem situações do cotidiano discente têm para a aprendizagem em Física.

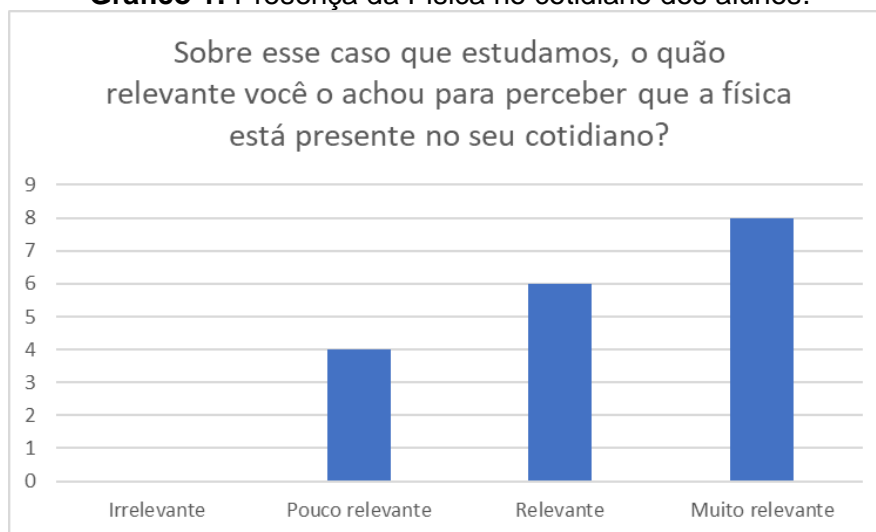
A pergunta seguinte indagava se, na percepção dos alunos, eles achavam que trazer exemplos do dia a dia ajudaria a facilitar a aprendizagem. Todos responderam que sim, ou seja, o que se aprende não pode estar distante do que já se conhece (TADEU, 2016).

A próxima pergunta buscava saber como os alunos acreditavam que poderiam aprender mais com as aulas de Física. Essa pergunta era aberta, então os alunos escreviam suas respostas. Dentre elas, havia pedidos para que as aulas continuassem com a mesma metodologia, mas destacou-se muitas respostas em que os alunos diziam querer “*aulas práticas*”, fazendo referência às aulas que saem do ambiente de sala de aula tradicional. No entanto, entende-se que uma aula prática não necessariamente necessita sair da sala (ANDRADE; MASSABNI, 2011); experimentos como os das “Aulas 3 e 4” mostram que esse espaço pode se tornar um laboratório para várias experiências que agregam o ensino e a aprendizagem. Para que o estudo de caso tenha resultados ainda mais satisfatórios, é importante que se agregue outras metodologias que complementem o estudo de caso, como aqui se fez com a experimentação.

Já a quinta pergunta foi mais direta em saber se o caso estudado foi relevante para entender se a Física está realmente presente no dia a dia. De acordo com as respostas do Gráfico 1, é possível perceber que a maioria das respostas foram

positivas em relação ao caso de fato ser relevante em trazer o aprendizado junto do cotidiano, indicando que conseguiram visualizar essa ciência no seu dia a dia.

Gráfico 1: Presença da Física no cotidiano dos alunos.



Fonte: Autores.

Por fim, na última questão foi perguntado sobre ter sempre um caso diferente para explicar os assuntos mais diversos da Física. Todos responderam que seria bom para sua aprendizagem, pois vendo a aplicação no dia a dia, se sentiriam mais motivados e curiosos para aprender esse componente curricular.

Considerações finais

Os resultados obtidos demonstraram que o estudo de caso teve uma boa aprovação por parte dos alunos, além de apontar indícios de aprendizagem do conteúdo abordado. As respostas obtidas indicaram que durante a sequência de aulas, os alunos conseguiram amadurecer as suas ideias de modo que pudessem sugerir uma solução ao caso que fosse mais coerente com a Física.

Os resultados também demonstraram que os alunos conseguiram relacionar o conhecimento com as suas vivências, o que se acredita ter sido em razão do caso ter relação com características familiares para os estudantes, seja no nome da cidade ou da escola, despertando mais o sentido em/de aprender, uma vez que as discussões trouxeram algo próximo a eles, não mais temas que para eles eram distantes e/ou que não eram vistos ou usados em suas vidas.

O caso trouxe aspectos trazidos por Herreid (1997), configurando-o como um bom caso. Como foi sugerido, o professor deve fazer as modificações de modo que o aluno conseguisse perceber que a história falava de algo próximo da vivência deles, além de configurar uma educação problematizadora (WEYH; NEHRING; WEYH, 2020). O caso trazia também um diálogo curto, contendo o momento que gera empatia nos estudantes, mobilizando-os para resolver o problema que é deixado claro ao longo do texto.

A primeira solução é de suma importância por trazer a ideia destacada por Freire (1971), sobre inicialmente saber quais são os conhecimentos prévios que os estudantes possuem. Já na segunda solução, os estudantes podem também fazer uma autoavaliação sobre a forma como as respostas estão distintas, possibilitando ao docente ter um panorama de como o conhecimento foi construído e que o discente conheça o mundo ao invés de ser apenas comunicado pelo professor (TADEU, 2016).

Esses resultados corroboram com o que já se conhece sobre o estudo de caso, no sentido de que o ensino vai de encontro com uma educação significativa. Além disso, os alunos afirmaram que gostariam de trabalhar com essa metodologia para outras áreas da Física, reforçando sua significância no contexto aplicado.

Um fator que pode ter influência nos resultados da pesquisa foi a ausência de alguns alunos ao longo das 6 aulas, ou seja, uma falta pode gerar uma série de fatores que podem justificar respostas errôneas como a do aluno 6, que na segunda solução trouxe uma ideia um pouco distante da esperada para solucionar o caso. Contudo, considera-se que os resultados colhidos foram satisfatórios e que a metodologia proposta é eficiente para o ensino e aprendizagem de Física, considerando as limitações da pesquisa, como o contexto de aplicação, que envolve 18 estudantes de uma única escola e um objeto do conhecimento, velocidade média.

O estudo de caso ainda possui várias formas de ser aplicado, pois pode ser desenvolvido junto com outros recursos e/ou metodologias, como foi o caso do experimento apresentado neste trabalho. Para isso, pode-se fazer correlação de estudo de casos com sala de aula invertida, vídeos, mapas conceituais, dentre outros eixos temáticos que contribuam com a aprendizagem.

Portanto, entende-se que o estudo de caso se caracteriza como uma metodologia eficiente para a aprendizagem dos alunos, trazendo importantes recursos e ferramentas para levar ao estudante um ensino que vise a aproximação do que se é visto em sala de aula com o cotidiano, isto é, associar a teoria com a prática, levando

a uma educação que proporciona o desenvolvimento de habilidades científicas e que traga sentido para suas vidas.

Referências

- ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. Notas de campo. In: BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução às teorias e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GOOGLE MAPS. **Google**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/preview>. Acesso em 10 Jul. 2023.
- GOMES, G. S.; AMARAL, E. M. R. do. Percepção de estudantes da educação básica sobre a estratégia de estudo de caso. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 4., 2017, João Pessoa. **Anais [...]** João Pessoa: Realize, 2017.
- HERREID, C. F. What makes a good case. **Journal of college science teaching**, v. 27, n. 3, 1997.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1971.
- LOURENÇO, A. B.; SOUSA, A. E. C.; COSTA, G. G. G.; JUNIOR, P. D. C.; PEREIRA, A. L. de J. Método de estudo de caso no ensino de física: percepções de estudantes do ensino médio. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 33, n. 2, p. 63-71, 2021.
- PAULO NETO, Jonas Guimarães; OLIVEIRA, Antônio Nunes de; SIQUEIRA, Marcos Cirineu Aguiar. Ensino de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio: o que pensam os envolvidos? **ScientiaTec**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, 2019.
- QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. de O. (Orgs.). **Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais**. São Carlos: Art Point Gráfica e Editora, 2016.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Editora Átomo, 2009.
- SILVEIRA, Denise Tolfo; CORDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. In: Gerhardt, Tatiana Engel; Silveira, Denise Tolfo (Orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

TADEU, Tomaz. **Documentos de identidade**: uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

WEYH, L. F.; NEHRING, C. M.; WEYH, C. B. A educação problematizadora de Paulo Freire no processo de ensino-aprendizagem com as novas tecnologias. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 44497-44507, 2020.