

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA – CCET
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA EM REDE NACIONAL – PROFIS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – POLO 47

NAFTALE DE SOUSA BORGES

**UTILIZAÇÃO DE *DRONES* PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA E LEIS DE
NEWTON: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.**

São Luís - MA

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

DE SOUSA BORGES, NAFTALE.

UTILIZAÇÃO DE DRONES PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA E LEIS
DE NEWTON: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA / NAFTALE DE SOUSA
BORGES. - 2023.

112 f.

Orientador(a): Karl Marx Silva Garcez.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Rede - Ensino de Física em Rede Nacional/ccet,
Universidade Federal do Maranhão, São Luís - MA, 2023.

1. Drones. 2. Ensino de Física. 3. Mecânica. I.
Marx Silva Garcez, Karl. II. Título.

NAFTALE DE SOUSA BORGES

**UTILIZAÇÃO DE *DRONES* PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA E LEIS DE
NEWTON: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede Nacional da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Processos de ensino e aprendizagem e tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Karl Marx Silva Garcez

São Luís - MA

2023

NAFTALE DE SOUSA BORGES

**UTILIZAÇÃO DE *DRONES* PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA E LEIS DE
NEWTON: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede Nacional da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Karl Marx Silva Garcez (Orientador)
Doutor em Física – Universidade Federal do Maranhão
(Presidente)

Eduardo Moraes Diniz
Doutor em Física – Universidade Federal do Maranhão
(Examinador Interno)

Renato Germano Reis Nunes
Doutor em Física – Universidade Federal do Pará
(Examinador Externo)

Dedico esse trabalho ao meu irmão Samuel de Sousa Borges, por sempre acreditar em mim.

“Pela fé entendemos que o Universo foi formado pela ordem de Deus, de modo que as coisas que se vê foram formadas pelo invisível.”

(Hebreus 11:3)

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, meu Senhor e salvador Jesus Cristo, o qual é autor e consumidor da minha fé. Gostaria também de agradecer à minha família, em especial minha esposa Márcia Autor por todo cuidado e carinho nessa jornada, e minha mãe Izabel Cristina por sempre me incentivar a estudar.

Agradeço também aos meus amigos e professores da Universidade Federal do Maranhão, em especial Laiane, por toda ajuda nessa jornada, e o professor Karl Marx por todo empenho e dedicação nesse trabalho. Ao meu amigo professor André Meireles, meus sinceros agradecimentos por ter cedido a turma da aplicação dessa prática. Por fim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram no decorrer do mestrado.

Quero agradecer o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, por proporcionar a realização do presente trabalho.

RESUMO

Este trabalho visa compreender como o uso de *Drones* pode facilitar o aprendizado de conceitos de Cinemática e Dinâmica. Nesse sentido, descrevemos o potencial dessa ferramenta de apoio ao Ensino de Física como forma de dinamizar o trabalho do professor em sala de aula, além de adotarmos uma metodologia na qual os sujeitos envolvidos no estudo pudessem expressar o aprendizado adquirido através da prática e assim contribuir com dados para a análise desse trabalho. O produto didático desenvolvido tem por objetivo fornecer a alunos do primeiro ano do Ensino Médio uma maior compreensão referente aos conceitos básicos de Física, como o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e as Leis de Newton. O trabalho teve por objetivo geral construir e apresentar uma metodologia de ensino complementar para conteúdos de Cinemática e Dinâmica com uso de *Drones* como instrumento facilitador do ensino-aprendizagem de Física para alunos do 1º ano do ensino médio utilizando uma Sequência Didática. O estudo dos resultados apresentados na análise desse trabalho identificou que o *Drone* pode ser usado como ferramenta de apoio no Ensino de Física. Constatamos que houve uma aceitação pelos alunos que participaram da pesquisa do uso do *Drone* em propostas de apoio aos conteúdos de Física ministrados em sala de aula.

Palavras-chave: Ensino de Física. Mecânica. Drones.

ABSTRACT

This work aims to understand how the use of Drones can facilitate the learning of Kinematics and Dynamics concepts. In this sense, we describe the potential of this tool to support the teaching of Physics as a way to streamline the teacher's work in the classroom, in addition to adopting a methodology in which the subjects involved in the study could express the learning acquired through practice and thus contribute with data for the analysis of this work. The purpose of the didactic product developed is to provide first-year high school students with a greater understanding of the basic concepts of Physics, such as Uniformly Varied Rectilinear Motion and Newton's Laws. The general objective of the work was to construct and present a complementary teaching methodology for Kinematics and Dynamics contents using Drones as a facilitating instrument for the teaching-learning of Physics for students of the 1st year of high school using a Didactic Sequence. The study of the results presented in the analysis of this work identified that the Drone can be used as a support tool in the teaching of Physics. We found that there was an acceptance by the students who participated in the research of the use of the Drone in proposals to support the Physics content taught in the classroom.

Keywords: Physics Teaching. Dynamics. Drones.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: vetor posição \vec{r}	26
Figura 02: variação da posição de um ponto material	27
Figura 03: Drone em repouso em relação observador	31
Figura 04: Conjunto de forças atuando em um drone I	32
Figura 05: Demonstração do princípio da ação e reação	33
Figura 06: As forças da ação e reação no movimento drone na vertical	34
Figura 07: Conjunto de forças atuando em um <i>Drone</i> II	35
Figura 08: Orientações dos rotores do Drone	36
Figura 09: 1º dia de atividades	46
Figura 10: 2º dia de atividades	47
Figura 11: Aluno visualizando o Drone utilizado na atividade prática	48
Figura 12: Medição da área utilizada	49
Figura 13: Modelo de Drone DJI Tello utilizado na atividade	50
Figura 14: 4º dia de atividades	50
Figura 15: 5º dia de atividades	52
Figura 16: Resposta fornecida a 2ª questão do 2º questionário	57
Figura 17: Resposta fornecida a 3ª questão do 2º questionário	58
Figura 18: Resposta fornecida a 4ª questão do 2º questionário	59
Figura 19: Resposta fornecida a 5ª questão do 2º questionário	60
Figura 20: Resposta fornecida a 6ª questão do 2º questionário	61
Figura 21: Resposta fornecida a 7ª questão do 2º questionário	62
Figura 22: Resposta fornecida a 8ª questão do 2º questionário	63
Figura 23: Resposta fornecida a 9ª questão do 2º questionário	64
Figura 24: Resposta fornecida a 11ª questão do 2º questionário	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Proposta de sequência didática e os conteúdos de aprendizagem relacionados	24
Tabela 02: Objetivos específicos conceituais, procedimentais e atitudinais	43
Tabela 03: Distribuição das etapas da Sequência Didática	45
Tabela 04: Cronograma de execução das atividades	45
Tabela 05: Grupo de respostas fornecidas a primeira parte da 1ª questão do 2º questionário	56
Tabela 06: Grupo de respostas fornecidas a segunda parte da 1ª questão do 2º questionário	56
Tabela 07: Grupo de respostas fornecidas a 2ª questão do 2º questionário	57
Tabela 08: Grupo de respostas fornecidas a 3ª questão do 2º questionário	58
Tabela 09: Grupo de respostas fornecidas a 4ª questão do 2º questionário	59
Tabela 10: Grupo de respostas fornecidas a 5ª questão do 2º questionário	60
Tabela 11: Grupo de respostas fornecidas a 6ª questão do 2º questionário	61
Tabela 12: Grupo de respostas fornecidas a 7ª questão do 2º questionário	62
Tabela 13: Grupo de respostas fornecidas a 8ª questão do 2º questionário	63
Tabela 14: Grupo de respostas fornecidas a 9ª questão do 2º questionário	64
Tabela 15: Grupo de respostas fornecidas a 11ª questão do 2º questionário	65

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA	17
2.1 A Aprendizagem Significativa no processo de ensino da Física	17
2.2 Novas Tecnologias na educação	19
2.3 A Sequência Didática: unidade de intervenção para a construção da aprendizagem significativa	23
3 FUNDAMENTOS DA CINEMÁTICA E DINÂMICA	26
3.1 Velocidade escalar média e velocidade instantânea.....	26
3.2 Movimento Retilíneo Uniforme	27
3.3 Aceleração média e instantânea.....	28
3.4 Movimento com aceleração constante.....	29
3.5 Movimento tridimensional.....	29
3.6 Princípios da Dinâmica: As Leis de Newton	30
3.6.1 A primeira lei de Newton: Inércia	30
3.6.2 A segunda lei de Newton: princípio fundamental da Dinâmica	31
3.6.3 A terceira lei de Newton: princípio da ação e reação	33
3.5 O Movimento de um <i>Drone</i>	34
4 PERCURSO METODOLÓGICO	37
4.1 Sujeitos da Pesquisa	38
4.2 Instrumentos de coleta de dados	38
4.3 O questionário	39
4.4 A organização e análise dos dados	40
4.5 A Sequência Didática (SD) Utilização de Drones no ensino de Cinemática e Dinâmica: Uma abordagem interdisciplinar	41
4.5.1 Descrição do Produto educacional	43
4.5.2 As etapas da Sequencia Didática	44
4.5.2.1 1º dia de atividades	46
4.5.2.2 2º dia de atividades	47
4.5.2.3 3º dia de atividades	48
4.5.2.4 4º dia de atividades	50
4.5.2.5 5º dia de atividades	51
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	53

5.1 Análise das respostas fornecidas ao 1º questionário: O pré-teste	53
5.2 Análise das respostas fornecidas ao 2º questionário: O roteiro das atividades práticas	55
5.3 Análise das respostas fornecidas ao 3º questionário: Avaliação da proposta de ensino	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICE A: PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	75
APÊNDICE B: QUESTIONÁRIOS	82
APÊNDICE C: PRODUTO EDUCACIONAL	88
APÊNDICE D: MODELO CAIXA DE PAPEL	111

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física no Brasil passou por inúmeras mudanças no decorrer dos anos, sendo visível sua transformação através dos resultados obtidos em sala de aula. A forma como a ciência é trabalhada em sala de aula reflete na forma como o educando percebe seu significado e assim desenvolver um aprendizado acerca daquilo que o foi repassado. A maneira como esse aprendizado foi absorvido é medida através de avaliação em que a pontuação fornecerá o percentual de aprendizado desse aluno.

Em um contexto contemporâneo, destacam-se falhas estruturais, sejam elas estruturas físicas ou a forma como o sistema educacional se estrutura em sua execução. De fato, há certa limitação no ensinar ciência devido a uma carência de equipamentos básicos para a facilitação do aprendizado, acesso a tecnologias e uma capacitação contínua dos professores das áreas de ciências (MOREIRA, 2017).

Buscando reduzir a distância entre as áreas das Ciências naturais e o estudante, o presente trabalho tem como justificativa ajudar alunos e professores quanto ao uso de tecnologias em sala de aula, principalmente no que tange o uso de *Drones*. Tais equipamentos podem funcionar como uma tentativa de complementar a metodologia do Ensino de Física, ou seja, podem proporcionar aos alunos uma conceituação dos tópicos básicos de cinemática e dinâmica por meio de experiências reais com *Drones*. Desse modo, focaremos em compreender como a utilização de equipamentos eletrônicos pode acrescentar nos resultados esperados em sala de aula, além de analisarmos a aceitação desse tipo de metodologia por parte dos alunos.

Entende-se por estrutura de uma sala de aula ou ambiente educativo, como sendo o conjunto de recursos necessários para proporcionar aos alunos a experiência de compreender vários conhecimentos, como a Física de forma empírica em sua plenitude experimental, levando-os assim a ter uma vivência real com o método científico. Tais recursos são: o espaço físico em si, os laboratórios, as ferramentas e materiais para realizar experimentos e as novas tecnologias (MOREIRA, 2018).

Diante do exposto, coloca-se em “xeque” a metodologia tradicional, a qual tem o professor como detentor do conhecimento e os alunos como receptores de “verdades inquestionáveis”, além disso, as aulas nesse tipo de tendência pedagógica são expositivas e acompanhadas de fórmulas, sendo os resultados preestabelecidos simplesmente aceitos pelos estudantes, criando assim uma visão complexa do saber físico, o que contribui para desmotivação, falta de interesse e conseqüentemente altos índices de reprovação (BARBETA;

YAMAMOTO, 2002).

Partindo dessa perspectiva, ensinar Física no atual cenário educacional brasileiro é um processo bastante desafiador, uma vez que segundo Moreira (2000) as perspectivas para o ensino de Física no Brasil carecem de grandes e necessárias mudanças no ensino superior e médio, além de uma grande e indispensável atenção ao que concerne o ensino de Física Geral.

Como abordado anteriormente, pois há uma grande barreira no ensino da Física no Ensino Médio, visto que os alunos não conseguem fazer as devidas associações entre os conceitos físicos e suas aplicações no cotidiano, criando uma lacuna no processo de aprendizagem (MOREIRA, 2017). Assim os estudantes consideram a Física como um conjunto de fórmulas matemáticas que se deve decorar para fazer uma prova ou para aplicá-las nos exames de vestibular, logo, temos aos olhos dos alunos uma Física teórica cheia de números e que não descreve o mundo real.

Nesse contexto, cabe ao professor a missão de aproximar o aluno da ciência, fazendo com que, ao tempo que desperte o interesse em aprender, possa também compreender o que lhe é ensinado como algo útil e aplicável a sua realidade, ou seja, deve-se tornar a Física o mais tangível possível. Assim, torna-se fundamental o desenvolvimento e aplicação de estratégias que complementem a metodologia tradicional, tornando a Física mais interessante e prática para os estudantes por meio de metodologias que viabilizem à relação entre o mundo real e o contexto teórico das fórmulas.

Partindo dessa perspectiva, a questão problema do presente estudo é: Como abordar a ciência de uma maneira inovadora, simples, prática e agradável, por meio de metodologias que viabilizem à aproximação dos alunos aos conteúdos de Física ministrados em sala de aula?

Antes, porém, deveremos compreender o que se espera do ensino da Física, como o professor deve posicionar-se e o que esperar do estudante após o contato com a disciplina. Conforme as orientações educacionais dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio em Física, a disciplina deve promover a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade (BRASIL, 2002).

A introdução no ensino de Física no Ensino Médio é uma tarefa de extrema importância, pois requer do professor a habilidade de ministrar os conteúdos iniciais da Física de maneira atrativa possibilitando um aprendizado mais fortalecido por parte do aluno. Embasados nessa importância, estabelecemos uma sequência didática que visa facilitar o aprendizado do aluno, criando uma dinamicidade do ensino e fazendo com aluno e professor

possam trocar conhecimentos juntos no decorrer do conteúdo proposto em sala de aula.

Quando o aprendizado é construído em sala de aula em conjunto (aluno e professor), as dificuldades se minimizam, uma vez que é possível identificar os fatores que levaram a construção desse conhecimento. Para facilitar esse processo podemos nos embasar em teorias que relatam sobre o assunto.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel propõe um aprendizado focado nas informações prévias do aluno acerca do conteúdo, ou seja, o aprendizado está condicionado aos conhecimentos prévios dos alunos (MOREIRA, 1999). A aprendizagem significativa se dá no momento em que uma nova informação e/ou conteúdo é alicerçada nos conceitos já pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno, estes conceitos são denominados de subsunçores na teoria de Ausubel.

Ausubel compara as informações armazenadas pelo ser humano como um sistema em que essas informações são organizadas de maneira hierárquica conceitual, em que há uma ligação entre conceitos específicos a conceitos mais gerais (MOREIRA; MASINI, 2006).

Observando os fatores expostos anteriormente, buscamos elaborar um produto educacional que pudesse contribuir com a aprendizagem significativa dos alunos; Nesta dissertação, tivemos por objetivo geral, construir e apresentar uma metodologia de ensino complementar para conteúdos de Cinemática e Dinâmica com uso de Drones como instrumento facilitador do ensino-aprendizagem de Física para alunos do 1º ano do ensino médio utilizando uma Sequência Didática proposta.

Para que seja alcançado, o objetivo geral foi estruturado nos objetivos específicos: Construir uma proposta de ensino voltada para o uso de instrumentos de apoio no ensino de conteúdos de Física das áreas de Cinemática e Dinâmica, baseada em uma Sequência Didática, e aplicar a alunos do 1º ano do ensino médio; Utilizar o *Drone* como instrumento facilitador do ensino dos conteúdos de Movimento Uniforme, Movimento Uniformemente Variado e Leis de Newton permitindo ao aluno adquirir habilidades necessárias para o seu desenvolvimento intelectual promovendo uma atitude favorável à aprendizagem de novos conteúdos; Avaliar o potencial do *Drone* como instrumento de apoio ao processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de Física do 1º ano do ensino médio e aceitação dessa ferramenta como forma inovadora no ensino de conteúdos de Física.

Com a finalidade de encontrar as respostas descritas o trabalho foi construído e dividido em cinco partes, a primeira parte é a “Introdução”, na qual está explanado os itens importantes para o desenvolvimento desse trabalho, como a justificativa, a questão problema, o objeto de estudo, a hipótese, o objetivo geral e os objetivos específicos.

O capítulo 2 trata da fundamentação teórica do trabalho. Nessa parte foram discutidos temas como a inserção de novas metodologias de ensino de Física, a aprendizagem significativa no ensino de Física, as metodologias inovadoras no ensino de Física no contexto contemporâneo, e as sequências didáticas, as quais também abrangem o modelo adotado para esse trabalho.

O capítulo 3 traz a discussão dos assuntos de Física utilizados no trabalho, como os fundamentos e conceitos básicos de cinemática, movimento uniforme e movimento uniformemente variado, e leis de Newton.

No capítulo 4 é apresentado a metodologia do trabalho. Nessa parte final é evidenciado os itens fundamentais, como as características e sujeitos da pesquisa, instrumentos de coleta de dados, além de ser descrito o produto educacional e suas etapas. Por fim, as considerações finais apresentam a discussão final do trabalho, apontando assim os pontos alcançados na pesquisa e a avaliação dos resultados alcançados.

2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE FÍSICA

Neste capítulo discutiremos sobre a inserção de novas tecnologias como instrumentos facilitadores da construção do aprendizado no aluno no ensino de Física. Para nos dar suporte na compreensão sobre o que existe na literatura referente ao tema proposto buscamos refletir sobre o uso de *Drones* no campo educacional na área de Ensino de Física. Iniciaremos discutindo o processo da construção da Aprendizagem Significativa no Ensino de Física, seguindo para uma discussão sobre o uso de novas metodologias de ensino da Física.

Pretendemos então mostrar de maneira clara a relação entre essas vertentes e assim construir um pensamento crítico acerca do assunto a fim de fundamentar as teorias propostas nesse trabalho. Discutiremos o ensino tradicional da Física, comentando a necessidade de aplicar novas tecnologias buscando aulas mais inovadoras e atrativas e diante disso apresentaremos a ideia do uso de *Drones* como uma ferramenta de contorno ao ensino tradicional.

2.1 A Aprendizagem Significativa no processo de Ensino da Física

O processo de construção do conhecimento é algo importante para o desenvolvimento das ideias de tudo que constituirá o pensamento crítico do aluno. É através desse processo que o aluno começa a compreender e assim transmitir tudo que é aprendido em sala de aula ou no meio ao qual está inserido (ZABALA, 1998). No decorrer dos anos letivos, o aluno coleciona uma “bagagem de pensamentos” adquiridos em sala de aula, constituída de informações consideradas úteis para a sua formação pessoal e profissional.

A utilização desse conhecimento adquirido só é possível quando o aluno consegue identificá-lo de maneira correta e assim transmiti-lo para os demais. Entretanto, quando a utilização do conhecimento adquirido é desviada de seu propósito, a inviabilidade de uso torna então o processo interrompido, ou seja, o aluno não consegue transmitir o que foi ensinado mesmo detendo a informação necessária para tal procedimento. Isso tudo é explicado através da teoria da aprendizagem significativa proposta por Ausubel:

A aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio. Ao contrário, ela se torna mecânica ou repetitiva, uma vez que se produziu menos essa incorporação e atribuição de significado, e o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente

ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva (PELIZZARI, et al. 2001. p. 38).

O modelo de ensino da Física, assim como toda a educação, é um processo dinâmico, ou seja, em constante construção. A proposta de aulas estáticas com a finalidade de simplesmente transmitir sequências de conteúdos desligados da realidade do aluno vai em desacordo com o processo de construção da aprendizagem de conceitos físicos do aluno. “Trata-se, pois, de ensinar Física como construção, modelagem, de significados. Física para a cidadania. Física significativa” (MOREIRA, 2000, p. 98).

Portanto antes de compreender o ensino de Física, devemos tentar compreender o processo de ensino – aprendizagem. De acordo com Moreira:

Uma teoria de aprendizagem é, então, uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos aprendizagem. Representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e intervenientes. Tenta explicar o que é aprendizagem e porque funciona como funciona (MOREIRA, 1999. p. 12).

Assim o processo de ensino-aprendizagem deve ser algo construído em sala, a partir da realidade a qual o aluno está inserido, mas isso não deve ser visto como obstáculo, pelo contrário, qualquer indivíduo pode aprender qualquer conhecimento, desde que o processo pedagógico seja feito por meio de metodologias ativas, intuitivas, simbólicas e conceituais (BRUNER, 1960).

Diante do exposto, fica evidente uma reformulação do processo de ensino-aprendizagem, pois as várias teorias de aprendizagem, como por exemplo a teoria behaviorista, são focadas no ensino tradicional, ou seja, coloca o professor ou o saber como centro do processo tendo como consequência um desacerto entre o que é ensinado pelo docente e o que é aprendido pelo aluno.

Ainda sobre a capacidade de resolver problemas, existem diferentes fases no processo de ensino – aprendizagem, mas todos serão estruturados pelo método de tentativa e erro. “[...] um ciclo compreendendo a formulação de um processo de verificação ou tentativa, a operação deste processo e a comparação dos resultados com determinado critério [...]” (BRUNER, 1973, p. 57).

Assim, o processo de tentativa e erro é algo natural e vem a ajudar na formação de nosso intelecto, portanto, cabe ao educador a administração e observação dos eventos, saber quando instruir e principalmente quando observar o desenvolvimento do aluno e refletir suas

aprendizagens independente de outros.

Partindo dessa perspectiva, é de suma importância visar à educação que desperte o interesse do aluno por conhecimento, e que desenvolva a capacidade de independência, no sentido de ser um cidadão capaz de compreender o mundo a sua volta e ser um atuante na sociedade.

Trazendo essas concepções do processo de ensino – aprendizagem para o campo da Física, além do que já fora exposto, outro ponto importante sobre o ensino da Física, principalmente no ensino médio, além das constantes inovações e buscas para uma maior atenção dos jovens, deve-se também saber dosar os conteúdos e o rigor com o qual os mesmos são trabalhados, fazendo uma abordagem mais prática e próxima do cotidiano dos estudantes, a propósito, o saber Físico deve ser atrativo para todos e não somente para os que almejam uma carreira científica:

A grande maioria dos alunos do ensino médio não vai estudar Física mais tarde. Por isso, não tem sentido ensinar-lhes Física como se fossem físicos em potencial. (Alias, este talvez tenha sido um grande erro do PSSC e de outros projetos curriculares.) Eles serão, sobretudo, cidadãos e, como tal, a Física que lhes for ensinada deve servir para a vida, possibilitando-lhes melhor compreensão do mundo e da tecnologia (MOREIRA, 2000, p. 98).

O uso de tecnologias é crucial para se ter uma melhor compreensão dos saberes físicos, uma vez que a participação dos jovens é estimulada, e os mesmos acabam por se aproximar da ciência, o que certamente não aconteceria através do método tradicional. A adição de novas possibilidades de ensino torna o aprendizado dinâmico, facilitando então a compreensão por parte do educando, conseqüentemente, o ensino se torna atrativo e completo.

2.2 Novas Tecnologias na educação

Qual a necessidade de acrescentar o uso de tecnologias no ambiente escolar? Não há dúvidas que seja um meio fundamental para as novas gerações construírem e adquirirem novos conhecimentos. Mas devemos ter em mente outro fator de extrema importância sobre os estudantes do ensino médio de hoje: as crianças nascidas neste século já nasceram em meio à era da internet, ou seja, possuem uma vasta aptidão com meios digitais e não trazê-los para sala de aula é privar os alunos desse novo contexto inserido em sua realidade.

Assim, é primordial debater o uso de tecnologias que aproxime o aluno da ciência, pois o foco principal não é necessariamente criar nossos cientistas, mas formar pessoas

capacitadas que entendam a relação entre o mundo real e os cálculos matemáticos usados nas mais diversas ciências.

O estudo de recursos tecnológicos com fins pedagógicos é cada vez mais crescente, a busca por novas tecnologias e ferramentas que auxiliem no processo de ensino/aprendizagem é um processo constante. Isso tem levado os educadores a um estado de constante atualização de seus saberes (BARROS, 2019).

As diversas possibilidades de acesso as tecnologias proporcionaram novas formas de viver, de trabalhar e de se organizar na sociedade. Diante disso torna-se impossível desvincular nosso cotidiano do uso de tecnologias e na sala de aula não podia ser diferente

O perfil do trabalhador é baseado em conhecimentos atualizados, iniciativa, flexibilidade, atitude crítica, competência técnica, capacidade de criar novas soluções, tendo competência para lidar com a grande e crescente quantidade de informações em novos formatos e com novas formas de acesso. Dessa forma, temos na educação a esperança de redução das diferenças e das desigualdades. Nesse sentido, é imprescindível que a escola ofereça uma formação que contemple os seguintes aspectos: informações técnicas, desenvolvimento de habilidades e atitudes e formação de cidadãos críticos e reflexivos. Além disso, é fundamental que os alunos conheçam as tecnologias e aprendam a utilizá-las (FERRAZ; PEREIRA, 2007, p. 19).

Segundo Moran (2009, p.32), o educador deve aprender e dominar as novas formas de tecnologias, assim como as relações e comunicação:

Cada docente pode encontrar sua forma mais adequada de integrar as várias tecnologias e os muitos procedimentos metodológicos. Mas também é importante que amplie que aprenda a dominar as formas de comunicação interpessoal/grupal e as de comunicação audiovisual/telemática.

Almeida (2000, p. 78) reforça o papel do professor, na iniciativa de levar tecnologias para a sala de aula e, portanto, devemos estar sempre familiarizados com tais meios.

Nós, educadores, temos de nos preparar e preparar nossos alunos para enfrentar exigências desta nova tecnologia, e de todas que estão a sua volta – A TV, o vídeo, a telefonia celular. A informática aplicada à educação tem dimensões mais profundas que não aparecem a primeira vista.

Em resposta a isso, fica evidente o uso de tecnologias que são frequentes no cotidiano dos alunos, porém não são utilizadas pelos educadores e pelo sistema educacional, pelo contrário, os aparelhos tecnológicos muitas vezes são afastados da sala de aula e rotulados de instrumentos de distrações causando interferência no aprendizado. Deve-se, portanto repensar o uso de tecnologias como celulares, tablets, ipads, dentre outros aparelhos digitais,

trabalhando uma nova visão sobre o uso de tecnologias em sala de aula, levando o educador a uma constante familiarização com novas tecnologias, desenvolvendo assim a habilidade de correlacionar os conteúdos programados com aplicações tecnológicas.

Além de trazer para sala de aula equipamentos para as aulas práticas, devemos ir um pouco além e focar em tecnologias alternativas que sejam atrativas à juventude, interessantes de serem manipuladas e próximas da realidade, tais como tecnologias 3D, realidades virtuais e manejo de veículos teleguiados, como carros e *Drones*.

O uso de *Drones* como fins pedagógicos, embora atualmente ainda seja pouco explorado, pode ser empolgante aos jovens, além de despertar grande interesse nos mesmos, assim como outras áreas, por exemplo, robótica e inteligência artificial. Ou seja, novidades tecnológicas são de grande interesse aos estudantes e trazê-las para sala de aula tornará o aprendizado mais interessante, capturando assim a atenção do público.

O avanço tecnológico possibilita a adição de novas oportunidades de aplicação de equipamentos didáticos aos conteúdos de Física. Quando utilizados de forma positiva, ou seja, aproveitando ao máximo as potencialidades que esses equipamentos possuem em benefício da aula, o professor poderá então estar munido de ferramentas capazes de interligar os conteúdos propostos aos conhecimentos prévios que o aluno já possuía.

Levando em consideração o desenvolvimento da área científica, é perceptível um grande atraso em investimentos básicos, o que acarreta a formação de diversas gerações sem conhecimentos básicos para compreender gráficos, tabelas, situações que envolvam informações em uma linguagem mais técnica de emprego ou até mesmo acompanhar uma notícia por falta de pré-requisitos nessas áreas.

Embora as pesquisas sobre o uso de *Drones* no processo de ensino aprendizagem ainda seja recente, sabe-se que seu uso, em um contexto escolar, possibilita ao professor a produção de conteúdo que atinja de forma multidisciplinar o currículo de diversas disciplinas e atenda requisitos impostos pela BNCC. Os *Drones* podem muito mais do que apenas captar imagens ou auxiliar em aulas de programação, ele oferece ao professor uma nova forma de abordar os conteúdos de sua disciplina com uma metodologia inovadora (BARONE; YEPES, 2018). Além de despertar interesse naturalmente dos alunos, os *Drones* podem ser aplicados, em disciplinas como geografia, utilizando recursos de filmagem e fotografia para investigar um determinado habitat; pode ser utilizado em Matemática para apresentar conceitos de distância, altura, ângulos, etc.; em aulas de Física para que o aluno adquira conhecimento de conceitos sobre dinâmica do voo, força, empuxo e Leis de Newton; tudo isso com desenvolvimento paralelo de pensamento computacional, necessário para solucionar os

problemas propostos pelos professores mediante representação algorítmica.

A utilização dessa ferramenta em sala de aula, ao mesmo tempo que possibilita trabalhar os conhecimentos das ciências, também corrobora com a interdisciplinaridade das mesmas e a área de aerodinâmica, aliando os conceitos de força e movimento com conceitos práticos de movimento de corpos no ar. A Física é uma área que estuda os fenômenos naturais. Através dela o ser humano tem a possibilidade de compreender o funcionamento de inúmeros processos que ocorrem na natureza, auxiliando até no entendimento do processo evolutivo da humanidade. A humanidade sempre utilizou os conhecimentos da ciência, inclusive da Física para criar dispositivos capazes de facilitar a vida cotidiana.

A utilização de *Drones* para explicar conteúdos de Física que, por muitas vezes são considerados difíceis pelos alunos, melhoraria tanto o processo de ensino – aprendizagem, quanto despertaria o interesse dos alunos pelo conhecimento científica. Alguns autores como Zabala (2002) sinalizam que o conhecimento científico ministrado na escola deve ser melhorado de um pré-existente em um processo de ampliação do conhecimento dos estudantes. (GOMES; MENESES, 2015, p. 1)

A presente proposta de correlacionar os conceitos básicos de cinemática e dinâmica com os movimentos e/os dados do *Drone* é uma estratégia de trazer atenção do aluno para aula em si e lhe proporcionar a experiência real de ver a Física acontecendo e desta forma aguçar senso crítico e lhe proporcionar uma maior compreensão da sua realidade. Desta forma o aluno desfrutará de momentos que lhe proporcione compreender diversos acontecimentos do dia-a-dia, sendo esse um dos objetivos do ensino de Física.

Fundamentados nessas ideias, os autores buscavam encontrar as possíveis respostas para os decorrentes problemas de aprendizado no ensino de Física, utilizando as atividades experimentais, onde o aluno tem a possibilidade de visualizar um fenômeno e rapidamente associar ao conteúdo proposto em sala de aula. A interpretação do fenômeno como resposta a sua percepção por parte do aluno é o sinal que o conhecimento construído favoreceu o aprendizado do aluno.

2.3 A Sequência Didática: unidade de intervenção para a construção da aprendizagem significativa

A forma como o professor irá trabalhar os conteúdos implicará na maneira como o aluno irá aprendê-los, isso define então o direcionamento da aula. Segundo Coll (1966) os conteúdos devem ser agrupados em: conceituais; procedimentais e atitudinais. Através dessa classificação o professor conseguirá responder respectivamente as perguntas-chaves para a elaboração de seu planejamento: “o que se deve saber?” (conceituais); “o que se deve saber fazer?” (procedimentais); “como se deve ser” (atitudinais), para que as finalidades propostas educacionais sejam alcançadas (ZABALA, 1998).

Os conteúdos conceituais referem-se aos conceitos abordados nos assuntos. Eles remetem então a simbologia que o assunto traz, mostrando como se identifica cada termo a ser discutido em sala de aula, destacando a ligação entre conceito e significado. É através dos conteúdos conceituais que os alunos conseguirão interpretar e compreender determinado fenômeno ou situação, colocando assim os fatos, objetos ou termos concretos presentes em um conceito (ZABALA, 1998).

Os conteúdos procedimentais englobam um grupo de itens que determinam os procedimentos a serem seguidos para que um objetivo seja alcançado. Dentre os itens temos: as regras a serem trabalhadas, as técnicas, as formas, as habilidades, etc. São nesses conteúdos que os alunos trabalharão os procedimentos que os tornarão capazes de associar os conceitos aprendidos à prática.

Os conteúdos atitudinais estão relacionais aos valores, atitudes e normas, cada um deles com uma estrutura diferenciada. Os valores condizem aos princípios e convicção ética que permitem ao aluno julgar e associar as condutas e seus sentidos, enquanto que as atitudes dizem respeito ao direcionamento para atuar da maneira correta, e, por fim, as normas, as quais correspondem aos padrões e normas adotados para como se comportar em determinadas situações convencendo a forma correta de realizar os valores compartilhados por uma coletividade.

Cada grupo de conteúdo consegue então ter sua importância destacada no processo de ensino aprendizagem do aluno, uma vez que é através deles que se é possível margear as propostas de ensino executadas em sala de aula. Cada um desses itens consegue em conjunto mostrar ao professor a melhor forma de construir o aprendizado com o aluno.

Embasado nesses conceitos, Zabala (1998) propõe uma sequência didática que possibilita a melhora da atuação docente como um resultado de um conhecimento mais

aprofundado nas variáveis que intervêm, e da importância que cada uma possui no processo de aprendizagem dos alunos. O autor conceitua a sequência didática como sendo uma proposta metodológica realizada por uso de atividades ordenadas e articuladas formando unidades didáticas. O objetivo final da formação das unidades didáticas está na busca de significados na aprendizagem do aluno.

A sequência didática descrita na tabela 01 mostra que a maioria das atividades que compõe a sequência apresentam conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, possibilitando que os alunos consigam controlar o ritmo da sequência atuando diretamente no desenvolvimento utilizando as técnicas e habilidades (diálogo, debate e trabalho em grupo) necessárias. Nela é possível trabalhar nitidamente as diferentes capacidades do aluno, considerando a existência de uma uniformidade dos alunos envolvidos.

Tabela 01: Proposta de sequência didática e os conteúdos de aprendizagem relacionados

SEQUÊNCIA DIDÁTICA	CONTEÚDOS		
	CONCEITUAIS	PROCEDIMENTAIS	ATITUDINAIS
Etapa 1: Apresentação da Situação Problema	X		
Etapa 2: Problemas ou questões	X	X	X
Etapa 3: Respostas intuitivas ou suposições	X	X	X
Etapa 4: Fontes de Informação	X	X	X
Etapa 5: Busca de Informação	X	X	X
Etapa 6: Elaboração de Conclusões	X	X	X
Etapa 7: Generalização	X		
Etapa 8: Exercícios de Memorização	X	X	
Etapa 9: Prova ou exame	X		
Etapa 10: Avaliação	X	X	X

Fonte: Zabala (1998).

As atividades desenvolvidas na sequência devem abordar itens que serão importantes para se atingir os objetivos, de acordo com Zabala (1998):

- A determinação dos conhecimentos prévios que cada aluno possui relativos aos conteúdos a serem propostos;
- A relação entre significado e função dos conteúdos para os alunos;
- A criação de “desafios” e a adequação ao nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos, permitindo o avanço cognitivo deles;
- A provocação de “conflitos cognitivos” promovendo a atividade mental, para estabelecimento de relação entre novos conhecimentos e os conhecimentos prévios;
- A promoção de uma atitude favorável para a motivação na aprendizagem de novos conteúdos;
- O estímulo a autoestima e autoconceito, proporcionando a confiança em utilizar o que aprendeu.
- O desenvolvimento de habilidades nos alunos relacionadas com o “aprender a aprender”, proporcionando a autonomia em suas aprendizagens.

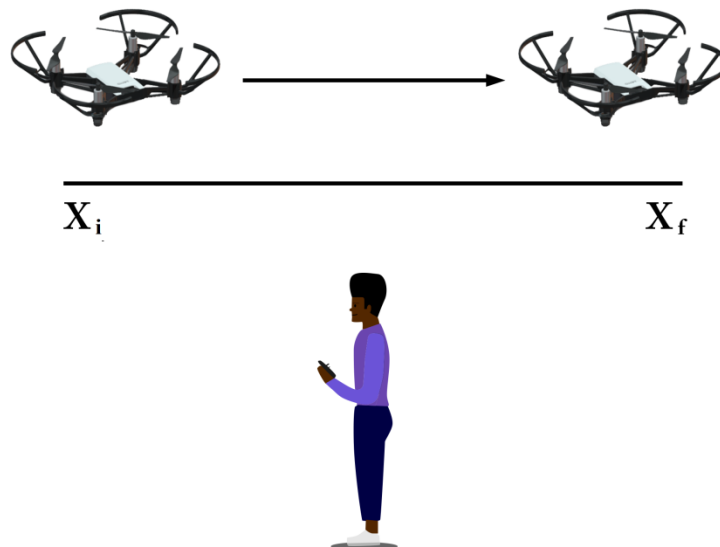
3 FUNDAMENTOS DA CINEMÁTICA E DINÂMICA

3.1 Velocidade escalar média e velocidade instantânea

A análise do movimento é um problema fundamental em Física, e a forma mais simples de abordá-la é considerar primeiro os conceitos que intervêm na descrição do movimento (cinemática), sem considerar ainda o problema de determinar como os movimentos são produzidos numa dada situação Física (dinâmica), para simplificar ainda mais a discussão, limitaremos os movimentos em apenas uma dimensão, por exemplo, um automóvel que segue em linha reta produzindo um movimento unidimensional (NUSSENZVEIG, 2013).

Partindo desse exemplo, considere um *Drone* em movimento (figura 01) como um ponto material percorrendo certa trajetória em relação a um determinado referencial. No instante t_i sua posição é x_i e no instante posterior t_f sua posição é x_f . Assim no intervalo de tempo $\Delta t = t_f - t_i$ a variação de espaço do ponto material é $\Delta x = x_f - x_i$.

Figura 02: variação da posição de um ponto material



Fonte: Autor (2022).

Assim definimos a velocidade escalar média, como a razão entre a variação do espaço pela variação do tempo.

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} \quad (3)$$

Podemos perceber que a variação do tempo $\Delta t = t_f - t_i$, sempre será positiva, logo o sinal da velocidade dependerá exclusivamente do sinal da variação de espaço (posição) $\Delta x = x_f - x_i$. Além do mais temos um significado para esse sinal, uma velocidade positiva, a qual simboliza que o objeto se move no mesmo sentido da trajetória, enquanto um sinal negativo possui sentido contrário.

A velocidade escalar instantânea, ou seja, simplesmente a velocidade escalar é o módulo da velocidade, ou seja, a velocidade desprovida de qualquer indicação de direção. O velocímetro de um carro indica a velocidade escalar já que não mostra direção em que o carro está se movendo (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2003).

Definimos como velocidade escalar instantânea v o valor limite que tende a velocidade escalar média, quando Δt tende a zero, fornecendo a informação do que se está acontecendo em um determinado momento. Na prática temos como exemplo a velocidade mostrada em um velocímetro, que nos fornece a velocidade do carro naquele instante, ou seja,

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (4)$$

Dessa forma, temos que a velocidade instantânea é definida como a derivada da posição em relação ao tempo.

3.2 Movimento Retilíneo Uniforme

É considerado um Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) aquele que o deslocamento ocorre com velocidade escalar instantânea constante, percorrendo assim distâncias iguais em intervalos de tempos iguais.

No movimento uniforme, a posição varia com o tempo de forma constante. Pois para cada intervalo de tempo Δt , o deslocamento será sempre o mesmo valor Δx . Este movimento acontece quando a velocidade é constante, ou seja: (4)

$$v = \frac{dx}{dt} = \text{constante}$$

Podemos escrever:

$$dx = v dt$$

$$\int dx = v \int dt$$

Faremos as seguintes mudanças nas variáveis de integração: $x \rightarrow x'$ e $t \rightarrow t'$

$$\int_{x_0}^x dx' = v \int_0^t dt$$

Onde os limites de integração são definidos considerando que x é a posição final da partícula, x_0 é a posição inicial e que no instante inicial $t = 0$. A resolução da integral nos leva ao seguinte resultado:

$$x - x_0 = vt$$

Que pode ser escrito como:

$$x(t) = x_0 + vt \quad (5)$$

A equação mostra que no MRU, a posição x é uma função linear do tempo t .

3.3 Aceleração média e instantânea

Considere um movimento cuja velocidade muda no decorrer do tempo, definimos como aceleração escalar média a razão da variação da velocidade pela variação do tempo.

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \quad (6)$$

A aceleração escalar pode ser positiva ou negativa, conforme Δv seja positivo ou negativo, já que Δt é sempre positivo. De forma análoga a qual definimos velocidade escalar instantânea também podemos expressar a aceleração escalar instantânea. A aceleração escalar instantânea é definida então como o limite da razão $\Delta v/\Delta t$ quando Δt tende a zero. Podemos definir o valor da aceleração instantânea traçando um gráfico (v x t), sendo a aceleração instantânea no instante t a inclinação da reta tangente a curva naquele instante.

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \quad (7)$$

Portanto, temos que a aceleração escalar instantânea é definida como a derivada da velocidade em relação ao tempo. Sendo então a derivada segunda de x em relação a t ,

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (8)$$

3.4 Movimento com aceleração constante

Utilizando o resultado obtido em (7):

$$a = \frac{dv}{dt} = \text{constante}$$

$$dv = a dt$$

$$\int_{v_0}^v dv' = a \int_0^t dt'$$

$$v - v_0 = at$$

Organizando, temos:

$$v = v_0 + at \quad (9)$$

Sendo (7) a derivada da posição x em função do tempo t

$$\frac{dx}{dt} = v_0 + at$$

Integrando (8), temos:

$$\int_{x_0}^x dx' = \int_0^t v_0 dt' + a \int_0^t t dt'$$

Temos então:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (10)$$

Sendo (7) e (9) as expressões do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Com a aceleração constante a velocidade varia linearmente com o tempo. E a posição com o quadrado do tempo.

3.5 Movimento Tridimensional

Uma característica fundamental de um dado movimento é sua trajetória, ou seja, a posição do objeto estudado em relação a algum objeto escolhido como parâmetro, como podemos analisar na figura anterior. Trajetória é o conjunto de posições sucessivas ocupadas por um móvel no decorrer do tempo. Podemos citar como exemplo, em uma rodovia é comum a existência de placas servindo como marcos quilométrico, para situar a localização do motorista. Localizar um objeto significa determinar sua posição em relação a um ponto de referência, frequentemente chamado de origem (ou ponto zero).

Para a determinação da posição de uma partícula em um espaço tridimensional podemos utilizar o vetor posição \vec{r} , sendo ele um vetor que liga a origem até a locação da partícula.

$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k} \quad (1)$$

Sendo as componentes x , y e z as coordenadas cartesianas da partícula, e $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ vetores unitários na direção dos eixos cartesianos.

Quando a partícula realiza um movimento o vetor posição \vec{r} varia de uma posição inicial \vec{r}_1 para a posição final \vec{r}_2 . Assim, definimos como deslocamento:

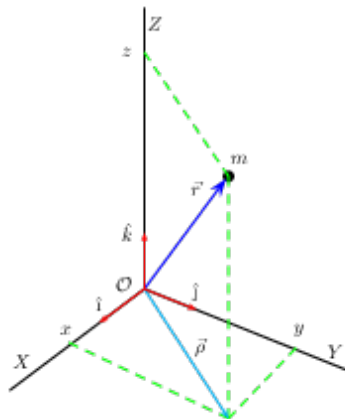
$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1, \quad (2)$$

Podemos então escrever como:

$$\begin{aligned} \Delta\vec{r} &= (x_2 - x_1)\hat{i} + (y_2 - y_1)\hat{j} + (z_2 - z_1)\hat{k} \\ \Delta\vec{r} &= \Delta x\hat{i} + \Delta y\hat{j} + \Delta z\hat{k} \quad (3) \end{aligned}$$

Portanto, o deslocamento total da partícula pode ser descrito pelos deslocamentos individuais nas direções x , y e z .

Figura 01: vetor posição \vec{r}



Fonte: <https://edisciplinas.usp.br/mod/book/view.php?id=3129821&chapterid=23826>

3.6 Princípios da Dinâmica: As Leis de Newton

Formulados por Galileu Galilei (1564-1642) e Isaac Newton (1643-1727), os princípios da Dinâmica, ajudam a explicar a descrição dos movimentos e as causas de sua origem. Quando um corpo realiza um movimento, o mesmo está sob influência de forças que atuam em conjunto. O movimento então é afetado por uma “ação” denominada de força (NUSSENZVEIG, 2013).

3.6.1 A primeira lei de Newton: Inércia

Antes dos estudos de Galileu acreditava-se que era necessária a existência de alguma força para que um corpo pudesse movimentar-se. Esse pensamento era difundido pelos

filósofos da época. Eles acreditavam que para um corpo poder mover-se em linha reta era preciso algum agente externo impulsionando ininterruptamente, caso contrário o movimento cessaria.

Através do estudo do movimento de corpos em superfícies planas e lisas, Galileu conseguiu desenvolver uma explicação para tal fenômeno afirmando ser necessária a existência uma força para que a velocidade do corpo fosse modificada, não sendo necessária nenhuma força para que ela fosse mantida constante.

Posteriormente Newton desenvolveu um enunciado que posteriormente ficou conhecida como 1ª lei de Newton: *“Um corpo tende a permanecer em movimento retilíneo uniforme ou repouso quando a resultante das forças que atuam sobre ele for nula”*. Sendo ela um caso particular da segunda lei de Newton, sendo válida apenas a um referencial inercial. Na ausência de uma força resultante, um corpo que se encontra inicialmente em repouso permanecerá em repouso, ou se ele se encontra em Movimento Retilíneo Uniforme, o mesmo permanecerá em Movimento Retilíneo Uniforme.

Como observado na figura 03 o *Drone* em repouso em relação ao observador, e só entrará em movimento se existir uma força resultante diferente zero, atuando sobre ele. Pois até no caso observado, existem forças sobre ele, mas somas das forças dão igual zero, que dizer que se anulam.

Figura 03: Drone em repouso em relação observador



Fonte: Autor (2022).

3.4.2 A segunda lei de Newton: princípio fundamental da Dinâmica

Uma das ideias firmadas pela 1ª lei de Newton é que a variação da velocidade de um

corpo, em módulo ou direção, em relação a um referencial inercial, está associada à ação de uma força, sendo essa a responsável por mudar o estado inicial do corpo. Essa ideia leva a interpretação de que um corpo “ausente” de forças atuando sobre ele tem como resultado a “ausência” de aceleração, produzindo um estado de “repouso”. Para uma discussão da segunda lei de Newton é necessário a adição de um termo para facilitar a interpretação, a massa.

A existência da massa mostra que a mesma força atuando em corpos diferentes não reproduzem os mesmos resultados, ou seja, os movimentos são diferentes. O que torna então o movimento mais acelerado em relação um corpo ao outro é a massa que eles possuem. “A massa então é a propriedade de um corpo que determina a sua resistência a uma mudança de seu movimento.” (HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J., pg. 52, 2003).

A Segunda Lei de Newton diz que: “A resultante das forças que atuam sobre um corpo é igual ao produto da sua massa pela aceleração com a qual ele irá se movimentar”. Seja um conjunto de forças atuando em *Drone* como mostra a figura 04,

Figura 04: Conjunto de forças atuando em um *Drone* I



Fonte: Autor (2022).

De acordo com o enunciado da segunda lei de Newton, a força está relacionada à taxa temporal de variação da quantidade de movimento.

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (11)$$

Sendo então a variação temporal que resulta no movimento linear do corpo:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Sendo:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \left(\frac{dm}{dt}\right)\vec{v} + m\left(\frac{d\vec{v}}{dt}\right)$$

Estando a força associada a aceleração (derivada temporal da velocidade), quanto a massa. Quando a massa do corpo não varia, a segunda lei é escrita como (N). O conjunto de forças atuando sobre o *Drone* figura (N) que possui massa m , a resultante das forças atuante nesse corpo será então a soma vetorial das forças que atuam sobre o mesmo, ou seja:

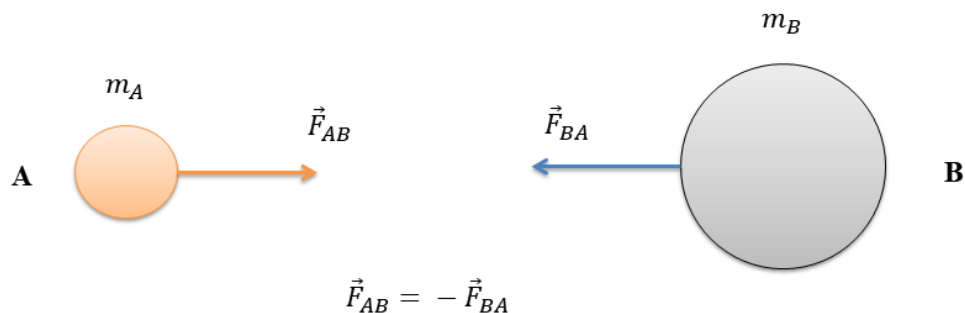
$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (12)$$

Se descobrirmos a força resultante sobre o *Drone*, então revelar aceleração do *Drone* e seu movimento. A segunda lei de Newton é então o princípio fundamental da dinâmica, é através dela que podemos determinar a evolução de um sistema na mecânica clássica.

3.4.3 A terceira lei de Newton: princípio da ação e reação

A terceira lei de Newton tem validade somente para forças centrais, seu enunciado diz que: “Quando um corpo exerce uma força sobre o outro o segundo exerce uma força sobre o primeiro. Essas duas forças são sempre iguais em intensidade e opostas em sentido.” (HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J., pg. 57, 2003). Podemos então epilogar, uma força é apenas um aspecto da interação existente entre dois corpos. Quando um corpo exerce uma força sobre outro, este outro por sua vez, exerce uma força contrária a ele em resposta à força exercida pelo primeiro corpo. Apesar de ser uma lei, sua validade não é geral.

Figura 05: Demonstração do princípio da ação e reação



Fonte: Autor (2022).

Utilizando a definição de força da segunda lei, temos:

$$\frac{dp_1}{dt} = -\frac{dp_2}{dt} \quad (13)$$

Com massas constantes,

$$m_1\left(\frac{dv_1}{dt}\right) = m_2\left(-\frac{dv_2}{dt}\right)$$

Onde a aceleração é a derivada temporal da velocidade,

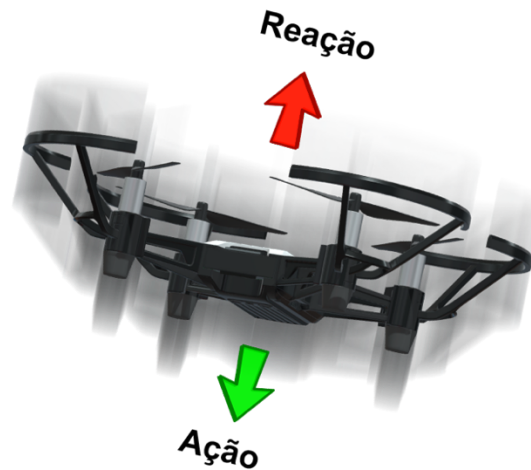
$$m_1(a_1) = m_2(-a_2)$$

Temos,

$$\frac{m_1}{m_2} = -\frac{a_1}{a_2} \quad (14)$$

Onde o sinal negativo indica que os dois vetores de aceleração têm direções opostas. A massa é considerada como sendo uma quantidade positiva. Essa equação representa a terceira lei de Newton com forças igual e oposta.

Figura 06: As forças da ação e reação no movimento *Drone* na vertical



Fonte: Autor (2022).

Uma das forças de ação e reação no movimento vertical do *Drone* é força de sustentação, pois são as forças que as hélices fazem através dos motores, que empurram o ar para baixo e a reação do ar é empurrar o *Drone* pra cima, por conseguinte o *Drone* consegue voar. A terceira lei de Newton adiciona a ideia de que é preciso a existência de dois corpos para que haja uma força.

3.5 O Movimento de um *Drone*

Vamos especificar um pouco sobre as forças que agem no *Drone*, permitindo seu voo: os *Drones* funcionam sob a influência da força gravitacional existente no planeta, portanto,

para manter-se voando precisará da força das hélices, impulsionando-o para cima, assim como no movimento vertical irá competir com a força da resistência do ar (figura 05).

Figura 07: Conjunto de forças atuando em um *Drone II*.



Fonte: Autor (2022).

Ademais o movimento do *Drone* como vemos na figura 07, as forças atuando no *Drone* em movimento são várias entre elas: força peso, força de arrasto e forças de sustentação das hélices do *Drone*.

- **Movimento Vertical**

Os *Drones* usam rotores, que são os motores (pequenos ventiladores) que dão propulsão ao *Drone*. As hélices empurram o ar para baixo pela terceira lei de Newton quando o rotor empurra o ar para baixo, há uma reação do ar empurrando o *Drone* para cima. Assim dependendo da velocidade dos rotores, podemos assim, controlar o movimento vertical do *Drone*, permitindo a manutenção ou variação de sua altitude.

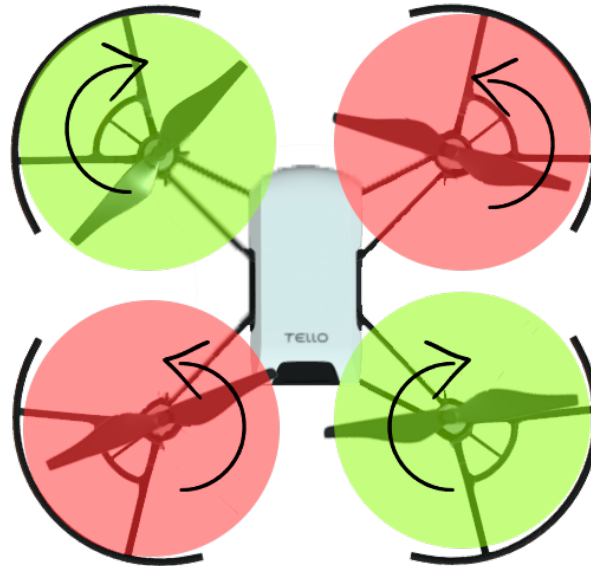
Para pairar, a sustentação resultante dos quatro rotores deve ser igual à força gravitacional que o puxa para baixo. Para subir, o impulso dos quatro rotores deve superar a força peso do *Drone*. Para descer, o impulso dos rotores deve ser menor que a força da gravidade.

- **Movimento de rotacional**

Nesta configuração, os rotores vermelhos estão girando no sentido anti-horário e os verdes estão girando no sentido horário (figura 07). Como os dois conjuntos de rotores girando em direções opostas, o momento angular total é zero. Portanto através da

manipulação desse momento angular alternado a velocidade dos rotores desejados pode dar um comando de girar no sentido horário ou anti-horário ao *Drone*.

Figura 08: Orientações dos rotores do *Drone*



Fonte: Autor (2022).

As possibilidades de movimento do *Drone* estão de maneira geral ligado ao número de hélices que ele possui. O modelo de quatro hélices é o ideal para as atividades de voo, pois possibilita o giro das hélices sem que o movimento afete dos demais movimentos do *Drone*. O modelo de quatro hélices possui um consumo de energia maior em relação aos modelos com menos hélices, mas em compensação, a estabilidade no ar é mais segura, pois as quatro hélices e seu trabalho em conjunto garantem que o *Drone* se mantenha no ar, mesmo que haja intemperes (NOVARINI, M; BARROS, S; GLASER, F., 2022).

4 PERCURSO METODOLÓGICO

Este trabalho resulta de uma pesquisa descritiva, de natureza aplicada e abordagem mista (qualitativa-quantitativa). A pesquisa descritiva tem como principal característica a relação entre os fatos e suas características, um processo ou um fenômeno (TRIVINÕS, 1992). A pesquisa mista consegue fornecer mais credibilidade dos resultados do estudo pois, combinam as abordagens qualitativa e quantitativa.

Podemos então evidenciar que nesse tipo de pesquisa há a tentativa de aprender a maneira como os sujeitos nela envolvidos compreendem as questões que estão sendo evidenciadas. Além de fornecer os dados contabilizados encontrados durante o estudo.

A presente pesquisa visa compreender como o uso de *Drones* pode facilitar no aprendizado de conceitos de Cinemática e Dinâmica. Descreveu-se o potencial dessa ferramenta de apoio ao ensino de Física como forma de dinamizar o trabalho do Professor em sala de aula. Foi adotado uma metodologia no qual os sujeitos envolvidos no estudo pudessem expressar o aprendizado adquirido através da prática e assim contribuir com dados para a análise desse trabalho.

Para a realização desse projeto foi feito um levantamento para encontrar uma escola onde pudessemos aplicar esse trabalho, pois devido a pandemia da COVID-19, muitas escolas não estavam tendo aulas presenciais. O trabalho foi aplicado em uma escola localizada na zona rural leste de Teresina, onde o retorno das aulas presenciais estava acontecendo de maneira híbrida, e a metade da turma assistia aulas presencialmente.

A escola fica situada na localidade Baixão do Carlos, uma pequena comunidade rural, pertencente à zona rural de Teresina-PI. Atende alunos de cidades como União e Miguel Alves. Esta instituição de ensino faz parte de um grupo de escolas denominado de Escolas Famílias Agrícolas. Essas escolas trabalham adotando o sistema de regime semi-internato, em que as crianças passam um período estudando os conteúdos escolares na escola, e uma parte equivalente aos dias que permanecem na escola, em casa (JESUS, 2011).

O período em que esses jovens estão na escola é denominado sessão escolar, onde jovem entra em contato com os assuntos ministrados pelos professores de suas respectivas disciplinas, e participam das atividades paralelas aplicadas pela escola. E o período em que ele permanece em sua residência é denominado sessão familiar, em que ele aplica todos os conhecimentos adquiridos em sala de aula em sua comunidade (JESUS, 2011).

Esse ciclo pedagógico é denominado de Pedagogia da Alternância (JESUS, 2011), em que cada etapa é realizada com os alunos correspondem a um período de ensino

aprendizagem em que o jovem e a família se envolvem para o desenvolvimento de sua comunidade. É nesse sistema de ensino que estão inseridos os sujeitos dessa pesquisa.

A Pedagogia das Escolas Famílias Agrícolas, que além de ser uma pedagogia alternativa à escola formal, traz em si um fator determinante que é a possibilidade concreta e viável de uma prática educacional a partir da realidade das famílias agrícolas. Com ela, os jovens têm oportunidade de estudar e, ao mesmo tempo, vivenciar a dinâmica da agricultura familiar que traz em si a peculiaridade da ocupação de todos os membros da família no processo de produção.

4.1 Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa se desenvolveu com alunos da Escola Família Agrícola de Baixão do Carlos que cursavam o 1º ano do curso técnico em Zootecnia integrado ao ensino médio. Os alunos que foram escolhidos para fazer parte desse trabalho são em sua maioria de localidades situados na zona rural de Teresina – PI, União – PI e Miguel Alves - PI. Eles estão inseridos em um meio que apesar de ser rural apresenta muitas características urbanas, como ausência de produções rurais em larga escala e familiar.

A faixa etária desses jovens está entre 15 e 17 anos, todos cursavam o 1º ano do ensino médio em 2021. Ao todo participaram da pesquisa 22 alunos, que estavam assistindo aula presencialmente. Os demais que se encontravam assistindo aula remotamente não fizeram parte da pesquisa pois o contato com a escola estava sendo através de materiais impressos entregues a eles.

A conclusão do curso técnico em Zootecnia integrado ao ensino médio é um desejo presente em todos, e assim como qualquer jovem presente nessa etapa de ensino às dúvidas sobre o ensino da Física são bastantes presentes. Destinamos então a realização dessa atividade prática a esses alunos para que eles pudessem fornecer os dados para a análise desse trabalho e a verificação desse método de ensino.

4.2 Instrumentos de coleta de dados

De acordo com MARKONI e LAKATOS (2003), o questionário é um instrumento bastante útil para uma pesquisa de natureza quali-quantitativa, a qual é utilizada para o presente trabalho, pois possibilita maior rapidez na obtenção de respostas, menos riscos de distorção

pelo responsável da pesquisa, apresentando então uma boa uniformidade de aplicação e análise das respostas, além de ser uma fonte de respostas verídicas.

A utilização desse instrumento de coleta de dados ocorreu devido à necessidade de avaliarmos a utilização de nossas metodologias de ensino e as suas potencialidades. Ou seja, necessitávamos saber se os meios utilizados para o alcance do entendimento do aluno foram eficientes ao ponto de que o aluno consiga assimilar os conteúdos presentes nas atividades práticas de Física aos que são estudados em sala de aula.

O questionário então funciona com uma forma de estudo que fornece então a possibilidade de mostrar as diversas características presentes em um determinado grupo social, como também auxilia no fornecimento de informações específicas sobre esse grupo, detalhando bem os fatos e dados colhidos com esse instrumento favorecendo o pesquisador (SEVERINO, 2007).

4.3 O questionário

O questionário utilizado para coleta de dados para a construção da análise foi dividido em três partes, sendo a primeira destinada à análise dos conhecimentos prévios dos alunos acerca da temática trabalhada na sequência didática, a segunda parte buscou analisar o desenvolvimento do aluno durante a atividade prática e a terceira parte buscou verificar todo o procedimento. O objetivo dos questionários é somente de fornecer dados para o entendimento e funcionalidade da proposta desenvolvida para construção desse projeto.

Os questionários foram organizados de modo a serem aplicados em três momentos para uma análise mais detalhada das respostas dos alunos. O seu planejamento e construção então foram destinados com essa finalidade e assim dificultar possíveis erros durante os estudos das respostas fornecidas pelos educandos. Por isso, eles foram construídos para serem aplicados em três momentos, um anterior a atividade prática, livre de todo conhecimento que eles pudessem adquirir no decorrer da prática, o outro durante a prática, e por fim o último após a aplicação das atividades práticas.

O primeiro questionário apresenta então questões fechadas onde o aluno responderá marcando uma alternativa. As perguntas possuem apenas uma alternativa correta, mas não fornece pontuação para acerto e nem desconto para possíveis erros. Como mencionado, esse questionário possui apenas a finalidade de informar dados, o que de certo ajudaria o aluno a responder com mais calma e assim não alterar seu pensamento com a finalidade de obter pontuação. As perguntas são todas relacionadas ao conteúdo estudado, e possuem alternativas

de sim e não, verdadeiro ou falso.

O segundo questionário foi construído na forma de roteiro, sua principal função era auxiliar no acompanhamento da prática dos alunos. Ele possui 11 (onze) questões abertas de natureza discursiva, em que o aluno ao responder colocaria sua explicação para a atividade que estava sendo desenvolvida. O segundo questionário contemplava as duas partes da prática e possibilitava que o aluno registrasse os dados obtidos durante o experimento e aplicasse nas teorias discutidas em sala de aula e desenvolvessem suas conclusões em cada questão presente no roteiro.

O terceiro questionário contém 08 (oito) questões fechadas com perguntas tricotômicas (MARCONI; LAKATOS, 2003), com alternativas sim, não e talvez, cujo objetivo principal era fornecer dados sobre a atividade realizada, em que os alunos avaliariam o desempenho da atividade como instrumento de apoio ao ensino dos conteúdos de Física estabelecidos. Esse questionário foi aplicado no momento final da atividade e teve suas respostas colhidas para fornecer dados para a análise desse projeto.

Nesse sentido, perspectivando ter uma melhor comprovação dos resultados, sob o ponto de vista dos estudantes que se dispuseram a participar dessa pesquisa, compreendemos que esses sujeitos por participarem da atividade prática disponibilizada a eles, se tornaram fontes mais confiáveis para a averiguação das respostas.

Como ele possui formato de avaliação, a orientação fornecida aos estudantes participantes foi a de que respondessem mostrando seu posicionamento em relação a cada questão e assim fornecer a resposta correta de acordo com seu ponto de vista e seus conhecimentos acerca do conteúdo proposto. Esses questionários se encontram nos Apêndices B, C e D dessa dissertação.

4.4 A organização e análise dos dados

Para análise desse trabalho nos fundamentamos em Bardin (1997) que sugere um caminho metodológico delineado em diferentes fases que possibilitam a produção do *corpus* de informações e seu desvelamento. As fases são: pré-análise, clarificação do *corpus*, compreensão do *corpus*, organização do *corpus*, organização categorial, somatória das narrativas. O *corpus* refere-se ao conjunto de dados ou informações que serão analisados em uma pesquisa. A partir da análise do *corpus*, o pesquisador pode identificar padrões, tendências, relações entre as informações e produzir conclusões sobre o objeto de estudo.

Então, começamos organizar os dados a partir da análise das respostas colhidas através dos questionários utilizados para a pesquisa, e por seguinte, organizados de forma a ficarem divididos por área, para a análise. Dessa forma, os dados obtidos com ajuda dos questionários foram colocados em tabelas para que facilitasse o processo de verificação.

As respostas fornecidas aos respectivos questionários foram agrupadas a fim de fornecer ao leitor a compreensão dos alunos acerca da respectiva questão. Para o primeiro questionário, as respostas fornecidas foram agrupadas sem a necessidade de nomeação de participante, pois elas foram computadas em conjunto para a construção do gráfico respectivo a questão, sendo que para cada alternativa existiu uma representação das respostas fornecidas a ela no gráfico. Isso serviu para que fosse visualizado o índice de respostas fornecidas a cada alternativa presente na questão pelos alunos participantes.

Para o segundo questionário, por se tratar de um questionário de questões de natureza discursiva, as respostas fornecidas a ele pelos alunos participantes do estudo foram agrupadas de acordo com a proximidade da conclusão das ideias dos alunos, ou seja, as respostas dos alunos que tiveram uma ideia similar foram agrupadas em um conjunto representando os dados obtidos para a respectiva questão. Isso serviu para que a análise de dados ficasse mais objetiva. As respostas agrupadas foram representadas em porcentagem correspondendo a quantidade de alunos que foram representados na resposta em relação ao conjunto total de alunos.

O terceiro questionário por ser similar ao primeiro e possuir questões objetivas, foi adotado então o mesmo procedimento de análise de dados, em que as respostas fornecidas a cada alternativa presente na questão foram agrupadas e através delas construído um gráfico para a melhor visualização dos dados.

4.5 Uma Sequência Didática para o ensino de Cinemática e Dinâmica

Passamos então a descrever o produto educacional proposto no presente trabalho, onde vamos expor o uso do *Drone* na sala de aula, sequenciando a forma como conduzimos a proposta estabelecida para esse trabalho, relatando as etapas necessárias para sua conclusão, detalharemos a descrição dos equipamentos e meios usados e a forma como foram executados.

O produto didático desenvolvido tem por objetivo fornecer aos alunos um auxílio didático a fim de se obter uma maior compreensão referente os conteúdos de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e Leis de Newton do primeiro ano do ensino médio,

possibilitando ao aluno a uma melhor compreensão das atividades científicas, capacitando-o a um maior entendimento de suas aplicações e importância, fazendo dessa forma uma ligação entre a teoria e prática, vivenciando de fato a Física em sua totalidade. Desta forma o aluno passará a ter uma visão mais ampla do comportamento dos corpos em movimento com suas interações e suas consequências no mundo.

Utilizamos essa Sequência Didática no ensino médio na Escola Família Agrícola de Baixão do Carlos, e tem como objetivo além de direcionar o professor em meio a uma metodologia diferenciada, estabelecer um caminho coerente e estruturado para o processo de ensino-aprendizagem.

Os conteúdos utilizados para o projeto foram selecionados para facilitar e organizar a compreensão das aulas de Física, além de construir uma nova perspectiva ao aluno em relação aos conhecimentos de ciência e da realidade do mundo a sua volta, contribuindo assim como se espera do ensino de Física, a formação de cidadão crítico e atualizado com seu mundo. A ementa da sequência didática está baseada no 1º semestre escolar, focada nos conteúdos iniciais da primeira série do ensino médio, onde serão aplicados os principais conceitos do Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e Leis de Newton.

A atividade teve uma duração de 5 horas/ aulas, distribuídas igualmente em 5 (cinco) dias, sendo esses organizados ao longo de duas semanas. As aulas foram organizadas com encontros presenciais em sala de aula. Os recursos institucionais utilizados foram *Data show*, experimento e o livro didático (Os fundamentos da Física 1), além de trabalharmos aulas práticas, envolvendo assim experimentos que envolvem a associação entre o uso de *Drones*, seus movimentos e os tópicos de Física supracitados.

Analizados os detalhes de como usar o *Drone* em uma sequência didática onde foi exposto os conceitos de cinemática, ou seja, para cada novo conceito exposto de forma teórica foi elaborado uma prática com o *Drone* para exemplificar. O objeto adotado no presente projeto é o modelo *Drone Tello*, da empresa DJI, pelo fato desse modelo ser direcionado para uma linha educacional, com linguagem de programação de código aberto, para desenvolvimento de atividades e experimentos no ensino de Física.

Para cada um dos conceitos básicos estudados na física, foi preparado um movimento específico que pode ser retratado por meio de drones. Esses movimentos foram cuidadosamente criados para transmitir de forma prática e visualmente clara os seguintes conceitos: referencial, movimento e repouso, trajetória, velocidade, aceleração, inércia e forças.

A intenção é que os alunos possam aprender de maneira mais interativa e compreensível, com a visualização desses movimentos através dos drones. Com isso, espera-se que esses conceitos possam ser facilmente compreendidos e aplicados, tanto teoricamente quanto na prática. O uso de drones também adiciona uma dimensão de tecnologia e inovação à experiência educacional, o que pode tornar o aprendizado ainda mais empolgante e estimulante.

4.5.1 Descrição do Produto educacional

A Sequência didática consiste em proposta por Zabala (1998), uma atividade sequenciada em etapas interligadas apresentando o início, meio e fim da proposta de maneira clara, sendo então possível a aplicação em qualquer nível de ensino. O objetivo é desenvolver a aprendizagem significativa no aluno. Neste contexto, desenvolvemos nosso produto educacional como sequência didática, onde buscamos favorecer o aprendizado do aluno por meio de atividades diversas.

Zabala (1998, p. 18), afirma que as sequências didáticas são: “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”.

Os objetivos específicos foram divididos em objetivos específicos conceituais, procedimentais e atitudinais, sendo todos descritos na tabela 02.

Tabela 02: Objetivos específicos conceituais, procedimentais e atitudinais

<p>Objetivos Específicos Conceituais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender os conceitos de velocidade e aceleração em um estudo prático de Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado; • Compreender as leis da mecânica que regem os movimentos dos corpos; • Compreender o funcionamento de um <i>Drone</i> através das Leis de Newton; • Compreender as Leis de Newton através de exemplos práticos do cotidiano.
<p>Objetivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar o <i>Drone</i> em atividades práticas para a demonstração

Específicos Procedimentais	do Movimento Uniformemente Variado de corpos; <ul style="list-style-type: none"> • Determinar a velocidade de um <i>Drone</i> a partir de dados obtidos em seus movimentos; • Utilizar o <i>Drone</i> em atividades práticas para a demonstração das leis de Newton; • Analisar os dados encontrados e verificá-los em sala de aula; • Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos; • Demonstrar de forma prática o funcionamento de um <i>Drone Tello</i>, explanando suas funcionalidades e possibilidades de uso.
Objetivos Específicos Atitudinais	<ul style="list-style-type: none"> • Associar e relacionar os conceitos básicos de Cinemática e Dinâmica ao funcionamento de um <i>Drone</i>; • Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações. • Observar as interações do instrumento no processo ensino-aprendizagem propostos nessa atividade; • Compreender a influência da força peso no desempenho do funcionamento do <i>Drone</i>.

Fonte: Autor (2022).

4.5.2 As etapas da Sequência Didática

O trabalho foi desenvolvido na Escola Família Agrícola de Baixão do Carlos, localizada na zona rural leste de Teresina – PI. Essa escola possui 387 alunos em 2021, distribuídos em 11 turmas. A escola começou o ano letivo de 2021 de maneira remota, seguindo os decretos estabelecidos pela Secretaria de Educação do Estado do Piauí – SEDUC. A partir do 2º semestre passou a funcionar de maneira híbrida, onde metade dos alunos estava em sistema remoto e a outra metade dos alunos em aulas presenciais.

Para nosso trabalho, escolhemos os alunos que estavam assistindo aula presencial, e aplicamos com eles a atividade “Aprendendo conteúdos de Física utilizando *Drones*”. Participaram da prática um total de 22 (vinte e dois) alunos. As atividades foram distribuídas

em 5 dias, para evitar o processo de contaminação de Covid 19. Os encontros foram divididos em dias alternados para evitar uma sequência de dias em contato com os alunos.

Os assuntos delimitados nessa proposta de ensino margearam para que a sequência didática ideal fosse à descrita na tabela 01. As etapas as sequências didáticas foram distribuídas conforme a tabela 03:

Tabela 03: Distribuição das etapas da Sequência Didática

PERÍODO	ETAPAS
1º Dia	1ª e 2ª etapas
2º Dia	3ª e 4ª etapas
3º Dia	5ª, 6ª, 7ª e 8ª etapas
4º Dia	5ª, 6ª, 7ª e 8ª etapas
5º Dia	9ª e 10ª etapas

Fonte: Autor (2022).

Nossos encontros aconteceram ao longo duas semanas. A tabela 04 mostra detalhadamente o cronograma executado para as atividades, cada encontro teve uma duração de 1 hora.

Tabela 04: Cronograma de execução das atividades.

Cronograma de execução das atividades		
DATA	ATIVIDADE REALIZADA	
1ª SEMANA	04/10/2021	Apresentação e demonstração das funcionalidades do <i>Drone Tello</i> .
	06/10/2021	Dinâmica de funcionamento do <i>Drone</i> , Explicação de conteúdos de Física relacionados a Atividade, aplicação do 1º questionário.
	08/10/2021	Aplicação da primeira parte da Atividade prática e aplicação do 2º questionário.
2ª SEMANA	18/10/2021	Aplicação da segunda parte da Atividade prática e aplicação do 2º questionário.
	20/10/2021	Aplicação do 3º questionário e avaliação da atividade.

Fonte: Autor (2022).

Na primeira semana de atividades foi dedicado 1 (um) dia para apresentar o projeto

que foi executado, para que não houvesse desmotivação por parte dos alunos. Acreditamos que com o conhecimento sobre o que eles iriam trabalhar eles poderiam ter um melhor domínio do que seria estudado. Os profissionais da escola envolvidos no processo auxiliaram com o controle dos alunos durante a execução da prática para que não fosse perdido o foco do objetivo final.

Cada encontro teve um significado diferente, mas em conjunto o objetivo era o mesmo. Em nossas programações o foco principal era desenvolver uma metodologia de ensino capaz de somar no aprendizado dos alunos. Após a aplicação dos questionários, foi dado início o processo de organização dos dados. As etapas da sequência didática adotadas na atividade estão descritas na tabela 01.

4.5.2.1 Primeiro dia de atividades

No primeiro dia foram aplicadas as 1ª e 2ª etapas propostas para a sequência didática. Destinamos esse dia para conhecer os alunos que participariam das atividades, esse momento foi de extrema importância, pois serviu como forma de aproximação da proposta de trabalho com os participantes.

Figura 09: 1º dia de atividades



Fonte: Autor (2022).

Foi então mostrado aos alunos toda a proposta estabelecida pela sequência didática como datas, atividades e o que pretendíamos com esse trabalho. Nesse dia apresentamos nosso principal instrumento de trabalho para os alunos, o *Drone*. A maioria não conhecia ainda pessoalmente um *Drone*, então serviu como atrativo para as demais atividades que seriam desenvolvidas.

4.5.2.2 Segundo dia de atividades

No segundo dia de atividades aplicamos as 3ª e 4ª etapas da sequência didática. Destinamos a apresentação mais detalhada do funcionamento dos *Drones*. Foram mostrados então dois tipos de *Drones* e os deixamos a disposição para que todos pudessem ver de perto. Na oportunidade esclarecemos dúvidas dos alunos acerca dos aparelhos, tais como preço, possibilidades de uso, e como manuseá-los de modo seguro.

Figura 10: 2º dia de atividades



Fonte: Autor (2022).

Apresentamos as normas federais que regulamentam o uso dos *Drones* de maneira breve, e depois os alunos foram direcionados para uma área aberta pertencente a escola para uma pequena demonstração de uso dos *Drones*. O momento foi importante para que o aluno visualizasse os movimentos e assim construir ou fortalecer sua percepção do movimento dos *Drones*.

Figura 11: Aluno visualizando o *Drone* utilizado na atividade prática



Fonte: Autor (2022).

Ainda nesta etapa aconteceu a aplicação do 1º questionário, onde os alunos que participaram da prática puderam mostrar os conhecimentos prévios que possuíam para que pudessemos fazer um levantamento no final do que foi adicionado a bagagem intelectual de cada aluno. Esse questionário como mencionado anteriormente tem apenas o objetivo de fornecer dados para a análise, sendo então um instrumento de coletas de dados para esse trabalho.

4.5.2.3 Terceiro dia de atividades

No terceiro dia de atividade foram aplicadas as 5ª, 6ª, 7ª e 8ª etapas descritas na tabela 01. Destinamos para a realização da primeira parte da atividade prática, onde os alunos visualizariam o movimento do *Drone* na horizontal. Para isso os alunos se direcionaram para a área aberta existente na escola para que fosse realizada a atividade ao ar livre. Foram repassadas todas as instruções para eles de como aconteceria a atividade e os materiais necessários para a sua realização.

Com uma trena os alunos mediram todo o território que seria usado para a atividade prática. As medidas do local colhidas foram registradas na folha roteiro para que eles pudessem utilizar posteriormente essas informações. O local escolhido era bem amplo, o que facilitou ainda mais a prática, pois não houve aglomeração e foi possível todos estarem ao mesmo tempo no ambiente para que pudessem observar melhor e presenciar todos os detalhes. Em seguida foi colocado para que eles fizessem a coleta do tempo que o *Drone* levou para percorrer de um ponto a outro da área demarcada por eles. Esses movimentos

aconteceram na horizontal, e isso serviu como base para o entendimento de movimentos de corpos nessa direção. O movimento ocorreu na direção horizontal nos dois sentidos, para que eles pudessem determinar a velocidade em ambos. Em seguida eles anotaram o tempo que foi feito esse percurso e determinaram a velocidade média desse *Drone*.

Figura 12: Medição da área utilizada



Fonte: Autor (2022).

Em seguida foi realizada a determinação da velocidade média do *Drone* quando este se movimentava na direção vertical. Continuando na área aberta, utilizando um cronômetro os alunos mediram o tempo de subida. Foi colocado então o *Drone* para realizar o movimento na vertical mostrando aos alunos os possíveis movimentos que podemos fazer com o *Drone* nessa direção. Os alunos novamente anotaram os dados para analisar qual movimento foi mais rápido.

Por seguinte, com o tempo de subida anotado eles determinaram o valor da velocidade inicial para cada subida do *Drone*, nessa parte foi iniciado o voo no primeiro momento mais lentamente que no segundo momento, para que houvesse uma diferença nos dados dos dois voos. Em seguida eles anotaram o tempo que foi feito esse percurso e determinaram a velocidade média desse *Drone*. Com os dados anotados, os alunos encerraram as atividades do terceiro dia.

Figura 13: Modelo de *Drone* DJI *Tello* utilizado na atividade



Fonte: Autor (2022).

4.5.2.4 Quarto dia de atividades

O quarto dia ocorreu na semana letiva seguinte. Nesse dia aplicamos novamente as 5^a, 6^a, 7^a e 8^a etapas descritas na tabela 03. Os alunos se direcionaram para a área aberta para a realização da segunda parte do segundo questionário. Nessa etapa trabalhamos os conteúdos de Leis de Newton, em que os alunos puderam através de aula prática associar os conceitos das três Leis de Newton ao movimento do *Drone*.

Figura 14: 4º dia de atividades



Fonte: Autor (2022).

De início foi demonstrada a 1ª lei de Newton com o *Drone* fixo no chão, desligado (em repouso), e depois fixo no ar, ligado, para que eles analisassem as duas situações e através delas respondessem as questões relacionadas. Em seguida o *Drone* executou novamente o movimento vertical e assim podemos mostrar aos alunos os possíveis movimentos que podemos fazer com o *Drone* nessa direção.

Na oportunidade apresentamos a diferença entre o voo do *Drone* sem massa anexa e com massa anexada a ele. Inicialmente colocamos o *Drone* para fazer o voo sem a massa de 100 g (pedra pequena) anexada a ele. Após, foi realizado o voo do *Drone* com a massa (pedra pequena de 100g) anexada a ele, e após a observação das duas situações os alunos novamente anotaram os dados para analisar qual movimento foi mais rápido. Munidos dos dados os alunos anotaram na folha roteiro e determinaram o valor da Força Peso do *Drone* para cada situação.

Por seguinte foi mostrado a importância das hélices e suas quantidades para o voo do *Drone*, e na oportunidade introduzido os conceitos da 3ª lei de Newton, discutindo a relação da 3ª lei de Newton com o movimento dos *Drones*. Os alunos se dirigiram a sala para concluir a resolução do segundo questionário, encerrando então o 4º dia de atividades.

4.5.2.5 Quinto dia de atividades

No quinto dia aconteceu a aplicação das 9ª e 10ª etapas. Esse dia foi destinado para a aplicação do terceiro questionário. O questionário, como mencionado anteriormente possuía apenas a finalidade de coleta de dados para a análise desse trabalho. Os alunos que participaram desse projeto puderam fornecer as respostas fornecendo então os dados para a análise desse trabalho e assim poder verificar o potencial do *Drone* como ferramenta de apoio ao ensino de Física.

Figura 15: Quinto dia de atividades.



Fonte: Autor (2022).

Iniciamos agradecendo a oportunidade de ter realizado esse trabalho com os alunos, e aplicamos o terceiro questionário. Após a entrega foram sanadas algumas dúvidas acerca da prática com os discentes e a demonstração do funcionamento do *Drone*.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Análise das respostas fornecidas ao 1º questionário: O pré-teste

O primeiro questionário aplicado tinha por objetivo analisar o aprendizado que o aluno possuía antes da atividade prática. As questões em sua maioria possuíam alternativas de verdadeiro ou falso. Nessas alternativas os alunos expressaram o seu conhecimento naquele momento. Inicialmente foi mostrado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, utilizado para comprovar a aceitação livre por parte do aluno que iria participar do projeto. Ao todo foram 22 (vinte e duas) participações.

Sendo assim o primeiro questionário é composto por 7 (sete) questões objetivas com alternativas de verdadeiro e falso, com exceção da 5ª questão que possuía 3 (três) alternativas. O aluno de início marcaria se queria ou não participar do projeto. Sendo que não haveria qualquer punição por não participar.

Na primeira questão o objetivo era analisar a percepção de repouso e movimento.

01. Se um Drone estiver em movimento em relação à pessoa que o opera, podemos dizer que esse mesmo Drone estaria em movimento a qualquer referencial?

Nessa questão buscávamos verificar os conhecimentos sobre referencial dos alunos. As respostas fornecidas ao questionário mostraram que 13 alunos (59,1%) marcaram a alternativa: verdadeiro, mostrando que não conseguiam compreender a ideia de movimento em relação a um referencial, enquanto 09 alunos (40,9%) marcaram a alternativa: falso, sendo essa a alternativa correta.

A terceira questão possui como objetivo analisar se o aluno tinha o domínio sobre os conceitos de intervalo de tempo, conhecimento de bastante importância para a primeira etapa da parte prática.

*02. Um Drone desenvolveu uma velocidade escalar média de 10 m/s constante, movimentando-se sempre no mesmo sentido em um determinado intervalo de tempo. Isso significa que é possível que o Drone **não** tenha percorrido 15 m em algum intervalo de tempo?*

As respostas fornecidas para a questão indicam que 15 alunos (68,2%) tem domínio nesse item, mas 07 alunos (31,8%) possuíam ainda dificuldade em assimilar o que estava sendo pedido na questão.

A quarta questão tinha por objetivo averiguar se o aluno tinha a compreensão de análise de movimento de vários corpos em uma mesma situação, além de domínio do

conteúdo de ponto de encontro de corpos em movimento.

03. Em uma determinada estrada um Drone está em movimento a uma velocidade de 25 m/s e uma pessoa em uma bicicleta que também encontra-se em movimento com uma velocidade de 15 m/s. Supondo que os dois veículos estejam em velocidades constantes mesmo sentido e direção, seria possível um encontro entre os dois, ou seja, a pessoa andando de bicicleta alcançar o Drone?

As respostas fornecidas para a questão mostraram que 12 (doze) alunos tiveram dificuldade em acertá-la. Talvez a forma como eles tenha interpretado a questão possa ter interferido os 10 (dez) alunos na resolução correta, ou demais fatores paralelos como a deficiência em conhecimentos desse tópico. Como existe a diferença entre as velocidades e que as mesmas são constantes, a bicicleta não poderia alcançar o *drone*.

A quinta questão tinha por finalidade de averiguar se o aluno compreendia como determinar a velocidade de um móvel, procedimento que seria utilizado na prática.

04. Uma das inúmeras utilidades que um Drone possui é poder filmar algo no solo enquanto se encontra fixo no ar. Estando nessa posição é possível dizer que ele se encontra em movimento em relação a uma pessoa fixa no solo?

Nesse item, a maioria dos alunos participantes da pesquisa. 14 (63,6%), marcaram a alternativa: *falso*, o que mostra que eles não apresentavam dificuldade nesse item abordado, enquanto apenas 08 (36,7%) marcaram que a alternativa correta era a verdadeira, ou seja, menos da metade dos participantes apresentavam dificuldade nesse quesito.

A oitava buscava averiguar os conhecimentos de espaço percorrido e assim saber e o mesmo tem a possibilidade de determinar o valor da velocidade de um móvel. Por apresentar uma inconsistência no enunciado, ela não fará parte da análise.

Na nona questão buscávamos compreender se o aluno tinha a capacidade de interpretar a velocidade desenvolvida por um móvel.

05. A velocidade escalar média é a razão entre o espaço percorrido pelo móvel e o intervalo de tempo. Podemos então dizer que se um móvel desenvolveu um movimento em um longo intervalo de tempo alto e um curto espaço percorrido ele realizou um movimento lento?

Para essa questão, as respostas fornecidas para a alternativa verdadeiro foram no total de 12 (54,5%), enquanto para falso, foram de 10 (45,5%), mostrando que para esse item as dúvidas podem ter gerado um resultado quase que igual para as respostas para o quesito verdadeiro e falso. Podemos então observar que existia uma problemática em interpretar essa

situação Física.

A décima questão tinha por objetivo analisar a capacidade de percepção do fenômeno estudado, em outras situações.

06. Os ensinamentos aplicados nessa aula prática atribuídos ao Drone poderiam ser atribuídos a qualquer móvel.

Nessa questão as respostas em sua maioria, 14 (63,6%) foram direcionadas a alternativa: verdadeiro, enquanto 8 (36,4%) acreditavam que seria impossível assimilar o que seria abordado no estudo a outros tipos de móveis. Fatores como desconhecimento do que era um *Drone*, e as possibilidades de uso podem ter influenciado na resposta a esse item.

Em uma análise geral desse questionário podemos ver que quase metade dos alunos que decidiram participar do estudo apresentavam dúvidas relacionadas aos temas que seriam trabalhados nesse projeto. Isso serviu como mapeamento das dificuldades que deveriam ser sanadas durante o processo de desenvolvimento das demais etapas. Através da discussão dos dados seguintes conseguiremos então detalhar o potencial do instrumento (*Drone*) como apoio no ensino de Física.

5.2 Análise das respostas fornecidas ao 2º questionário: O roteiro das atividades práticas

O segundo questionário teve por finalidade a análise da atividade prática desenvolvida com os alunos. O objetivo então desse questionário é avaliar o potencial da prática como instrumento de ensino de Física. O segundo questionário possui 11 (onze) questões objetivas onde o aluno responderia de acordo com seu entendimento em relação ao que observou durante o experimento. Seguindo o intuito do primeiro questionário, o segundo questionário não apresenta a necessidade de pontuação para as questões, deixando o aluno com maior liberdade para expressar sua opinião.

Como se trata de um questionário com perguntas abertas, decidimos agrupar as respostas semelhantes ou próximas para facilitar a amostragem delas na análise. Dessa forma as respostas dos alunos seriam contempladas e a análise do trabalho conseguiria ser fiel ao que foi respondido.

A primeira questão por se tratar de uma questão onde o aluno determinaria a velocidade média do *Drone* na direção horizontal em seus dois sentidos. Nessa questão obtivemos os seguintes valores.

Tabela 05: Grupo de respostas fornecidas a primeira parte da 1ª questão do 2º questionário

1º sentido: Direita - Esquerda				
ΔS (m)	Δt (s)	v_m (m/s)	v_m (km/h)	Quantidade de alunos
30	8,98	3,34	12,02	5
30	8,53	3,52	12,66	4
30	8,35	3,59	12,93	8
30	8,00	3,75	13,5	5

Fonte: Autor (2022).

Os valores iguais foram agrupados para a melhor visualização dos resultados. Por seguinte foi realizado o movimento do *Drone* no outro sentido.

Tabela 06: Grupo de respostas fornecidas a segunda parte da 1ª questão do 2º questionário.

1º sentido: Direita - Esquerda				
ΔS (m)	Δt (s)	v_m (m/s)	v_m (km/h)	Quantidade de alunos
30	5,15	5,82	20,95	5
30	4,22	7,11	25,59	4
30	4,78	6,28	22,59	8
30	4,33	6,93	24,94	5

Fonte: Autor (2022).

Nas tabelas podemos visualizar que os alunos conseguiram determinar os valores das velocidades correspondente para cada movimento. Foi apresentado uma variância nos dados de tempo, pois eles manusearam cronômetros diferentes e a medição teve valores divergentes. Mas analisando a forma como eles determinaram as velocidades podemos ver que o procedimento foi feito corretamente.

A segunda questão se tratava de uma análise do movimento do *Drone* na direção vertical em seus dois sentidos, e tinha por objetivo analisar se o aluno conseguia identificar a influência da força gravitacional na aeronave, assim como nos demais corpos.

“02. Uma das funcionalidades do *Drone* é poder voar nas direções vertical e horizontal. Qual movimento na vertical o *Drone* realizou com mais facilidade, subida e descida? Por quê?”

Figura 16: Resposta fornecida a segunda questão do segundo questionário.

NO SENTIDO DE CIMA PARA BAIXO A GRAVIDADE TEM UM VALOR POSITIVO, POIS O DRONE ESTA SENDO ATRAÍDO PELA TERRA. ELE TEM SUA VELOCIDADE AUMENTADA QUANDO ELE ESTA NO SENTIDO CIMA - BAIXO.

Fonte: Autor (2022).

A resposta fornecida pelo aluno mostra uma compreensão mais detalhada da percepção dos movimentos que o *Drone* realizou na vertical. A tabela abaixo mostra os conjuntos de respostas fornecidas pelos alunos.

Tabela 07: Grupo de respostas fornecidas a segunda questão do segundo questionário.

GRUPO DE RESPOSTAS	RESPOSTAS FORNECIDAS	PORCENTAGEM
I	<i>“No sentido de cima para baixo a gravidade tem o valor positivo, pois o Drone está sendo atraído pela Terra, então ele tende a aumentar a velocidade nesse sentido”.</i>	63,6%
II	<i>“O movimento na direção vertical e no sentido cima - baixo é mais fácil que o inverso pois o peso do Drone impulsiona a queda, além do que a gravidade faz com que a queda seja mais fácil”.</i>	27,3%
III	<i>“No sentido BAIXO – CIMA, por que ele tem mais facilidade em descer por que a gravidade está a favor desse movimento”.</i>	9,1%

Fonte: Autor (2022).

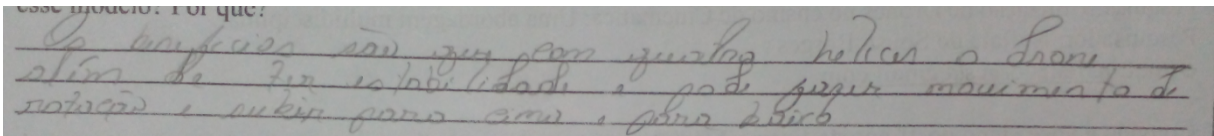
Através das respostas fornecidas a segunda questão pelos alunos conseguimos observar que eles identificaram a influência da força gravitacional que a Terra exerce no *Drone*, e perceberam o sentido onde acontece essa atração da Terra ao *Drone*, mostrando que para esse item as dúvidas não influenciaram nas respostas. Apesar de diferente em alguns aspectos, as respostas dos demais grupos foram também direcionadas a ideia central que a questão abordava. O grupo I reúne respostas corretas, enquanto o grupo II mostra as respostas parcialmente corretas e grupo III apresenta as respostas incorretas.

A terceira questão tinha por objetivo analisar a percepção dos alunos na relação entre a quantidade de hélices que o *Drone* possuía e seu voo, e se isso influenciava em seu

desempenho e funcionamento, e qual era o modelo ideal para se utilizar, levando em conta seus benefícios e dificuldades.

“03. O Drone é um aparelho bastante útil em atividades do dia a dia, ganhando então cada vez mais um espaço bastante considerável em atividades econômicas. Várias são suas possibilidades de uso para benefício das pessoas. Nessa prática foi utilizado um modelo de 4 (quatro) hélices, das quais trabalham em conjunto para o movimento do Drone. Quais os benefícios que podemos observar com a aula prática do uso de Drones com esse modelo? Por quê?”

Figura 17: Resposta fornecida a terceira questão do segundo questionário.



Fonte: Autor (2022).

A resposta fornecida pelo aluno, apesar de resumida, conseguiu fornecer a informação necessária para solução da questão.

Tabela 08: Grupo de respostas fornecidas a terceira questão do segundo questionário.

GRUPO DE RESPOSTAS	RESPOSTAS FORNECIDAS	PORCENTAGEM
I	“Os benefícios são que com quatro hélices o Drone além de ter estabilidade de rotação e subir e descer”.	68,2%
II	“Manter o equilíbrio do corpo no ar, acontecendo devido a terceira lei de Newton, que diz que para toda ação há uma reação oposta e de mesma intensidade. O número de motores girando em sentidos opostos, equaliza a força de giro, promovendo a estabilidade ao Drone”.	18,2%
III	“Maior controle no voo devido ao par de hélices opostas, mais estabilidade no ar, mas em contra partida o consumo de energia é maior”.	13,6%

Fonte: Autor (2022).

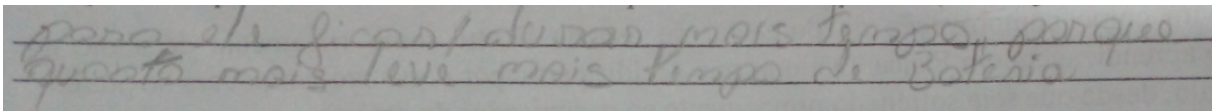
No início das atividades, mais precisamente no primeiro dia, foi explicado esse tópico

a eles, mas não foi mencionado que seria abordado durante as atividades práticas. A maioria dos alunos, 68,2%, forneceram uma resposta resumida parcialmente correta, enquanto apenas 13,6% forneceram uma resposta com mais clareza e correta, apesar de resumida. Vemos também que 18,2% associaram o funcionamento dos *Drones* a Terceira lei de Newton fornecendo uma resposta parcialmente correta.

Na quarta questão o objetivo era analisar se os alunos tinham uma ideia construída em relação à massa das aeronaves e a influência dela no seu funcionamento, ou relacionar as ideias formadas da massa e desempenho dos demais corpos discutidos em sala de aula, e se eles conseguiriam interpretar a situação aplicada nas demonstrações de voo do *Drone*. Nesse item foi abordado algumas temáticas como energia e a ligação dessas temáticas com o que estava sendo exposto na atividade.

“04. Qual a importância da massa do Drone para seu desempenho (decolagem e movimento)? Por quê?”

Figura 18: Resposta fornecida a quarta questão do segundo questionário.



Fonte: Autor (2022).

A resposta fornecida pelo aluno corresponde ao grupo de respostas fornecidas ao grupo I, sendo que, apesar de resumida ela conseguiu fornecer informações para responder a pergunta.

Tabela 09: Grupo de respostas fornecidas a quarta questão do segundo questionário.

GRUPO DE RESPOSTAS	RESPOSTAS FORNECIDAS	PORCENTAGEM
I	“Para ele poder durar mais tempo no ar, quanto mais leve maior o tempo de duração da bateria”.	36,4%
II	“Quanto maior o peso do Drone, maior a instabilidade dele no ar e menor o tempo que ele pode permanecer no ar”.	63,6%

Fonte: Autor (2022).

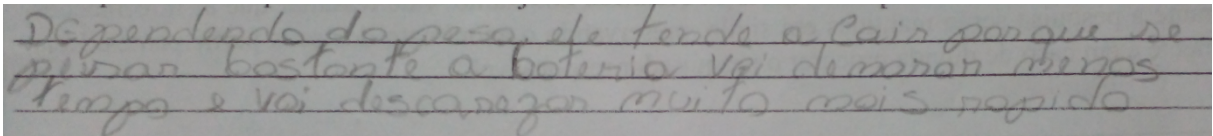
As respostas fornecidas a essa questão mostram que os alunos conseguiram assimilar o que lhes foram repassados anteriormente ao que presenciaram durante a prática. Apesar de não terem as mesmas palavras, os grupos formados com as respostas foram suficientes para

comprovar o aprendizado dos tópicos desses itens. Podemos perceber também que durante as etapas de execução da prática os alunos buscaram em outras fontes informações referentes aos *Drones* e suas funcionalidades, o que mostrou também o interesse deles em saber mais sobre a atividade.

Para a questão 05 (cinco) os participantes analisaram a influência que corpos anexados nos *Drones* e a ligação existente entre seu desempenho no funcionamento. A questão era a seguinte:

“05. O que acontece quando colocamos objetos anexados ao Drone? Por quê?”

Figura 19: Resposta fornecida a quinta questão do segundo questionário.



Fonte: Autor (2022).

A resposta do aluno mostra a percepção do mesmo na influência da massa do *Drone* e a duração da bateria, ou seja, o rendimento do funcionamento do *Drone* está diretamente ligado a sua massa.

Tabela 10: Grupo de respostas fornecidas a quinta questão do segundo questionário.

GRUPO DE RESPOSTAS	RESPOSTAS FORNECIDAS	PORCENTAGEM
I	<i>“Dependendo do peso, ele tende a cair, por que se pesar bastante, a bateria vai durar menos”.</i>	86,4%
II	<i>“Ele pode subir mais rápido, dependendo da quantidade de peso que ele leva. Se for muito leve poderá cair”.</i>	9,1%
III	<i>“Depende da força do Drone e o peso do objeto se for muito pesado Drone não consegue fazer o voo”.</i>	4,5%

Fonte: Autor (2022).

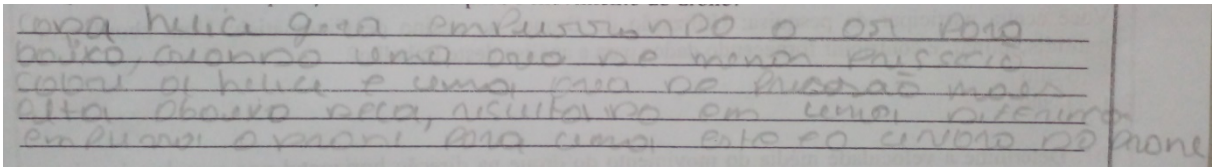
As respostas fornecidas indicam que os alunos observaram o experimento e absorveram um aprendizado significativo acerca dele, mostrando a importância que a visualização de um fenômeno e a obtenção de seu significado corretamente influencia no processo de ensino – aprendizagem. Novamente, apesar de não serem idênticas as respostas

estão próximas da ideia central que a questão buscava, onde então consideradas parcialmente corretas em todos os grupos de respostas, sendo a mais próxima da resposta correta está presente no grupo I, representando 86,4% das respostas fornecidas.

A sexta questão tinha por objetivo analisar se os alunos conseguiram identificar a configuração da posição das hélices a seus movimentos e desenvolver uma reação a esse fato, e a importância em entender como que o posicionamento das hélices afetava diretamente na forma como o *Drone* iria se movimentar, como alterar as direções e sentidos que ele seguiria.

“06. Qual a influência na posição das hélices para o movimento do *Drone*?”

Figura 20: Resposta fornecida a sexta questão do segundo questionário.



Fonte: Autor (2022).

A resposta fornecida pelo aluno possui informações importantes sobre o funcionamento do *Drone*, mas não responde corretamente ao enunciado da questão.

Tabela 11: Grupo de respostas fornecidas a sexta questão do segundo questionário.

GRUPO DE RESPOSTAS	RESPOSTAS FORNECIDAS	PORCENTAGEM
I	“Se tiver duas hélices o corpo do <i>Drone</i> tende a rodar junto com a hélice”.	23,3%
II	“Cada hélice gira empurrando o ar para baixo criando uma área de menor pressão sobre a hélice e criando uma área de pressão mais alta abaixo dela”.	54,5%
III	“O posicionamento das hélices influencia na direção que o <i>Drone</i> irá seguir”.	18,2%

Fonte: Autor (2022).

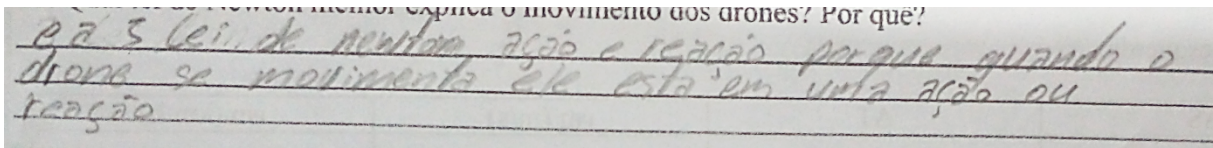
Nessa questão constatamos que nos grupos de respostas I e II os alunos forneceram respostas incompletas a pergunta, representando 23,3% e 54,5% respectivamente do total de respostas, e 18,2% dos alunos forneceram uma resposta mais correta e concisa com a pergunta, relacionando o movimento do *Drone* a posição do conjunto de hélices.

A sétima questão era a seguinte:

“07. Qual lei de Newton melhor explica o movimento dos Drones? Por quê?”

Nessa questão, começamos a inserir os conceitos de Leis de Newton e verificar a correlação delas com o funcionamento dos *Drones* pelos alunos. O objetivo geral era verificar se os alunos conseguiam associar uma das três leis de Newton ao funcionamento dos *Drones* e explicar essa relação.

Figura 21: Resposta fornecida à 7ª questão do 2º questionário.



Fonte: Autor (2022).

A resposta fornecida pelo aluno (Figura 21) se aproxima do ideal, que é relacionar os conceitos da 3ª lei de Newton ao funcionamento do *Drone*. Apesar de incompleta, a resposta é considerada parcialmente correta.

Tabela 12: Grupo de respostas fornecidas à 7ª questão do 2º questionário

GRUPO DE RESPOSTAS	RESPOSTAS FORNECIDAS	PORCENTAGEM
I	“A terceira lei de Newton, porque quando o Drone está se funcionando ele está realizando uma ação, e tem seu movimento como reação.”	95,5%
II	“A terceira lei de Newton. Não soube explicar o porquê.”	4,5%

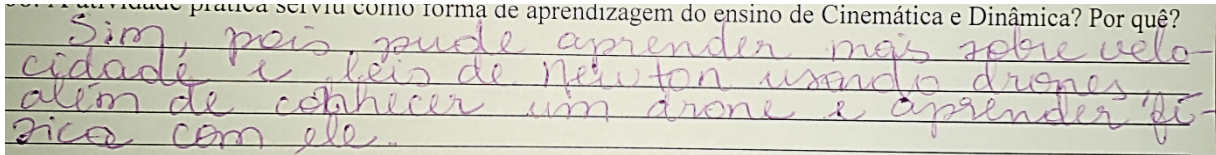
Fonte: Autor (2022).

De acordo com a tabela 12, para a presente questão, as respostas formaram apenas dois grupos, com 4,5% dos alunos não a respondendo por completo, pois não souberam desenvolver uma justificativa para a resposta da questão, mas a maioria (95,5%) definiu como a 3ª lei de Newton a que explicava melhor o funcionamento dos *Drones*, além de terem conseguido construir uma justificativa para a resposta. Isso mostra que a aprendizagem significativa foi alcançada para a maioria dos alunos para essa questão.

A questão de número 08 (oito) objetivava identificar se a atividade foi considerada válida para o ensino dos conteúdos físicos abordados (Cinemática e Dinâmica), ou se ela complementaria o ensino desses conteúdos.

“08. A atividade prática serviu como forma de aprendizagem do ensino de Cinemática e Dinâmica? Por quê?”

Figura 22: Resposta fornecida à 8ª questão do 2º questionário.



Fonte: Autor (2022).

A resposta do aluno (Figura 22) demonstra como a aplicação de métodos de ensino como o apresentado na proposta desse trabalho auxiliam no aprendizado, além de destacar a importância de métodos similares na complementação do ensino de Física.

Tabela 13: Grupo de respostas fornecidas à 8ª questão do 2º questionário.

GRUPO DE RESPOSTAS	RESPOSTAS FORNECIDAS	PORCENTAGEM
I	“Sim, pois explica como funciona um Drone, o peso, a carga”.	9,1%
II	“Sim, pois aprendi mais sobre os Drones, qual modelo é mais prático e melhor para usar”.	18,2%
III	“Sim, pois na prática é mais fácil de aprender Física e os conceitos da disciplina”.	72,7%

Fonte: Autor (2022).

Para essa questão, todos responderam que a atividade prática serviu como forma de aprendizagem do ensino de Cinemática e Dinâmica. As diferenças entre as respostas dos alunos podem ser apontadas para as diferentes justificativas no que diz respeito à aprovação da atividade, sendo que a maioria (72,7%) (Tabela 13) acredita ser mais fácil aprender com um instrumento de apoio pedagógico, nesse caso, o *Drone*.

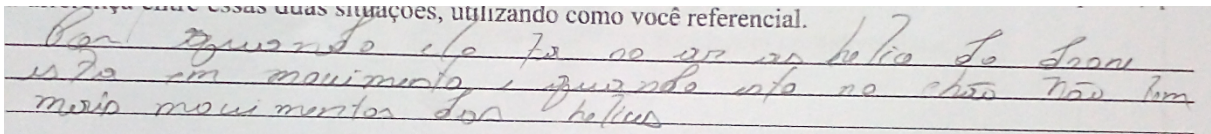
A décima questão era a seguinte:

“09. Princípio da Inércia:

Analisando a seguinte situação em que o Drone encontra-se planando (voando parado no ar) e em repouso, qual a diferença entre essas duas situações, utilizando você como referência?”

Essa questão objetivava associar a 1ª lei de Newton ao que fora abordado na atividade. Nela, o aluno deveria demonstrar se ele conseguiu relacionar algo na aula com relação à essa lei que pudesse servir de explicação para as diferentes situações em que o *Drone* poderia ser considerado em repouso.

Figura 23: Resposta fornecida à 9ª questão do 2º questionário.



Fonte: Autor (2022).

A resposta fornecida pelo aluno (Figura 24) se mostrou inconsistente com a pergunta, pois o mesmo a respondeu relacionando tal pergunta ao movimento das hélices, quando a pergunta era referente ao *Drone*.

Tabela 14: Grupo de respostas fornecidas à 9ª questão do 2º questionário

GRUPO DE RESPOSTAS	RESPOSTAS FORNECIDAS	PORCENTAGEM
I	<i>“Quando ele está no ar as hélices dos Drones está em movimento, quando está no chão não há mais movimento das hélices”.</i>	68,2%
II	<i>“quando ele está planando ele está em repouso assim como quando ele está parado no chão”.</i>	27,3%
III	<i>“A diferença está apenas na altura que fica quando está planando”.</i>	4,5%

Fonte: Autor (2022).

Na verdade, todas as respostas estão corretas em algum grau, contudo, a II é aquela que relaciona a situação com a 1ª lei. por isso consideramos que é a resposta mais correta, mas os resultados para esse tópico foram alcançados considerando a ideia geral das respostas fornecidas pelos alunos, não comprometendo o resultado geral do trabalho.

A 10ª questão tinha por objetivo complementar a questão de número 05 (cinco) além de analisar como uma massa anexada em um *Drone* poderia afetar seu desempenho. Nessa questão, os alunos deveriam calcular os valores da força peso para as duas situações, com a massa anexada e sem a massa anexada, a fim de alcançarem uma melhor compreensão da diferença existente entre as duas situações.

“10. Princípio Fundamental da Dinâmica:

Analisando a situação em que o Drone decola sem massa anexada e com massa anexada, qual a Força peso para cada situação? Sendo:

Massa do Drone: _____.

$P = m \times g$	
P = Força peso m = massa g = gravidade	
Sem massa anexada	Massa anexada: 100g

Nessa questão, as respostas fornecidas mostraram que 31,82% dos alunos não souberam responder corretamente à questão. A principal justificativa foi a utilização de forma incorreta da unidade de medida referente à massa (m), alterando os valores esperados para força peso (P). Já com relação à parte em que era solicitado aos alunos para calcular o valor para a massa anexada no *Drone*, eles utilizaram os valores em gramas e por consequência os resultados apresentaram valores altos para a força peso nessa situação. Em contrapartida, 68,18% conseguiram responder à questão de forma correta, e perceberam que haviam conseguido comparar os valores sem a massa anexada e com a massa anexada.

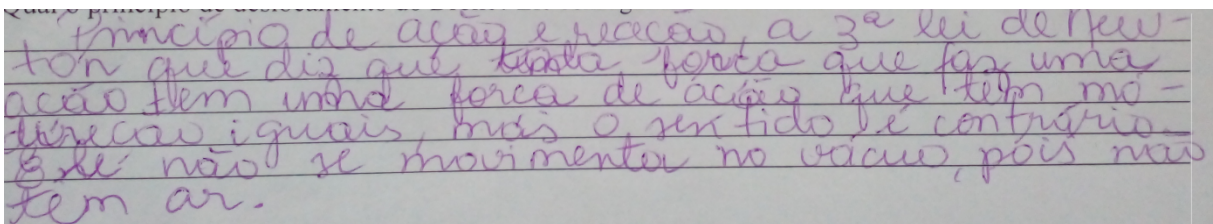
A 11ª questão era a seguinte:

“11. Princípio Ação e Reação:

Qual o princípio de deslocamento do Drone? Ele conseguiria se deslocar no vácuo?”

Essa questão objetivou constatar se o aluno tinha capacidade de associar os conceitos trabalhados na 3ª lei de Newton e o funcionamento dos *Drones* bem como de verificar se eles relacionariam a ligação direta que a referida lei infere nas funcionalidades da aeronave e nas demais.

Figura 24: Resposta fornecida a 11ª questão do 2º questionário.



Princípio de ação e reação, a 3ª lei de Newton que diz que toda força que faz uma ação tem uma força de reação que tem a mesma direção igual, mas o sentido é contrário. Ele não se movimentar no vácuo, pois não tem ar.

Fonte: Autor (2022).

Tabela 15: Grupo de respostas fornecidas à 11ª questão do 2º questionário

GRUPO DE RESPOSTAS	RESPOSTAS FORNECIDAS	PORCENTAGEM
I	<i>“O princípio de ação e reação, a 3ª lei de Newton, que diz que uma força de ação que tem módulo e direção iguais, mas o sentido é contrário. Ele não se movimenta no vácuo, pois não tem ar”.</i>	63,6%
II	<i>“A terceira lei de Newton explica o movimento dos Drones, pois a hélice faz uma ação empurrando o ar para baixo, e ele devolve com uma reação empurrando para cima”.</i>	31,8%
III	<i>“A terceira lei de Newton. Não soube explicar”.</i>	4,5%

Fonte: Autor (2022).

As respostas apontaram que a maioria dos alunos soube relacionar o movimento dos *Drones* com a terceira lei de Newton e forneceram, ainda, uma justificativa para tal associação, diferenciando em dois grupos as respostas (Tabela 16: grupos I e II). Apenas 4,5% não souberam construir uma justificativa para tal resposta (Tabela 16).

Com base na análise das respostas fornecidas a esse questionário, foi constatado que que uma pequena parcela dos alunos que participaram da atividade apresentou dificuldade em construir uma resposta condizente com a questão do roteiro. Das 11 questões do questionário, apenas três delas apresentaram respostas erradas (25% das questões), sendo que os erros representam uma pequena parcela da quantidade total de alunos. Os erros se concentraram nas questões sobre leis de Newton. Já para as demais questões, a maioria dos alunos conseguiram respondê-las corretamente, pois mostraram uma resposta condizente com a pergunta. Os que não responderam corretamente conseguiram construir uma resposta parcialmente correta.

Em suma, esse questionário serviu como uma maneira de aproximação do aluno para com a atividade prática, fornecendo motivos para o acompanhamento da atividade. Quando fornecemos significado ao aprendizado, é possível construir pontes cognitivas que favorecem a junção daquilo que o aluno já possuía de conhecimento a novos aprendizados.

5.3 Análise das respostas fornecidas ao 3º questionário: Avaliação da proposta de ensino

Após a finalização da atividade com os alunos, foi apresentado o terceiro questionário conforme mencionado no primeiro encontro. Tal questionário continha questões de características tricotômicas a fim de os alunos o avaliassem quanto ao método apresentado durante os cinco dias de encontro. Esse questionário serviu como base para a análise pós-prática e assim ajudar na avaliação do método utilizado. As respostas obtidas auxiliaram na análise final da atividade proposta, possibilitando ao pesquisador a validação do método escolhido, além de, permitir caso necessário, adaptações para situações futuras. Vale ressaltar que o terceiro questionário foi respondido pelos mesmos participantes das outras etapas, mantendo assim os participantes e garantindo a lisura na análise das respostas.

Diante disso, a primeira questão tinha por objetivo analisar se o aluno conseguiria compreender o propósito geral da atividade.

01. Ao observar um Drone se movimentado em um determinado local, é possível se utilizar-se dos conhecimentos de Física para explicar esses movimentos?

As respostas fornecidas a essa questão mostraram que dois alunos (9,1%) optaram por responder a alternativa “talvez”, enquanto 20 alunos (90,9%), marcaram a alternativa “sim”, mostrando que os alunos assimilaram de forma satisfatória os assuntos de Física trabalhados com eles na atividade.

Na segunda questão, o aluno deveria responder se seria possível a aplicação do funcionamento dos *Drones* aos conteúdos de Física trabalhados na atividade.

02. Através dessa atividade sobre o funcionamento do Drone e a aplicação dos conceitos de Física foi possível se obter o aprendizado sobre os conceitos de Cinemática e Dinâmica?

A presente questão objetivava verificar se os alunos conseguiram assimilar os fenômenos mostrados aos conteúdos de Física propostos em sala de aula. Sendo assim, todos os 22 alunos (100%) marcaram a alternativa “sim”, mostrando que conseguiram compreender a finalidade da atividade aplicada a eles.

A terceira questão tinha como propósito verificar por qual método o aluno apresentava mais facilidade para aprender conteúdos de Física. Essa questão foi importante para o trabalho, pois identificava o método de ensino mais aceito pelos alunos para aprender Física.

03. Em quais métodos de ensino você consegue aprender com mais facilidade?

- () Aulas expositivas em sala de aula.
- () Aulas práticas (experimentais).
- () Aulas em vídeos.

As respostas mostraram que 18 alunos (81,8%) preferiam as aulas práticas (experimentais) como melhor método de ensino de Física. Dois alunos (9,1%) preferiam aulas expositivas em sala de aula e dois alunos (9,1%) preferiam aulas em vídeos. Para esse último tópico acreditamos que se deva ao fato de que no período da pandemia do Covid 19 os alunos tiveram muito contato com vídeo aulas correspondendo como período letivo escolar.

Na quarta questão, buscamos analisar o potencial do método de ensino desenvolvido para a construção da presente dissertação.

04. Trabalhar conceitos de Cinemática e Dinâmica através de aulas práticas com analogias do cotidiano é um método válido para aprendizagem de Física?

20 alunos (90,9%) responderam “sim”, demonstrando, assim, que o método utilizado com eles se mostrou. Apenas dois alunos (9,1%) marcaram a alternativa “talvez”.

A quinta questão objetivava comprovar a capacidade de aplicação do que foi aprendido pelo aluno na atividade desenvolvida, vendo que essa é umas das formas mais visíveis de entendimento de um assunto, pois o aluno ao compreender o que é ensinado em sala de aula consegue transmitir esse conhecimento em sala de aula e com isso compreender os fenômenos que o cerca.

05. Você conseguiu assimilar algo do seu dia a dia com os conceitos trabalhados nessa atividade prática?

As respostas fornecidas para essa questão mostraram que apenas um aluno (4,5%) respondeu a alternativa “talvez”. Todos os demais (95,5%) marcaram a alternativa “sim”. Portanto, como base nesses resultados, constatou-se que a maioria dos alunos conseguiram assimilar o que foi aprendido na atividade em seu cotidiano como a influência da massa no desempenho de voo de aeromodelos.

A sexta questão tinha por intuito analisar a aproximação que o aluno tinha com a Física e sua relação com meio o qual está inserido, Sendo também é umas das finalidades de estudo de Física no ensino médio.

06. Através da atividade realizada você considera importante aprender os conceitos de Física para o cotidiano?

As respostas fornecidas a essa questão mostraram que todos os 22 alunos (100%) consideraram importante aprender os conceitos de Física para poder interpretar de maneira correta os fenômenos presenciados em seu dia a dia.

A sétima questão é uma complementação da questão anterior, no qual o aluno deveria refletir sobre os conteúdos apresentados durante a sequência didática, além de investigar a capacidade do aluno de aplicar os conceitos estudados em sala de aula em situações do

cotidiano.

07. Você se sente capaz de utilizar os conceitos aprendidos nessa prática para explicar os fenômenos físicos presentes em seu cotidiano?

Para essa questão, 20 alunos (90,9%) responderam que seriam capazes de utilizar os conceitos aprendidos na atividade em situações do cotidiano, enquanto que dois alunos (9,1%) consideraram que talvez fossem capazes. Por fim, a oitava questão do questionário, além de servir não só como uma análise reflexiva da atividade como um todo, mas também serviu como um potencial indicador para validação por parte dos alunos da ferramenta tecnológica defendida ao longo da presente dissertação, em que, o aluno respondendo “positivo” corresponderia à futuras possibilidades de aplicação da ferramenta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na tentativa de reduzir a distância entre a Física e o estudante, o presente trabalho utilizou como proposta o uso de tecnologias em sala de aula (em particular no ensino de Física) por meio do uso de *Drones*, com a proposta de demonstrar seu uso como complemento ao ensino e aprendizado de tópicos básicos de cinemática e dinâmica por meio de experiências com *Drones*.

Construímos e apresentamos uma proposta de metodologia de ensino complementar para conteúdos de velocidade, aceleração e leis de Newton com uso de *Drones* como instrumento facilitador do ensino-aprendizagem de Física para alunos do 1º ano do ensino médio utilizando uma Sequência Didática utilizando como base uma Sequência Didática proposta por Zabala. Podemos utilizar esse material para obter os resultados apresentados na análise desse trabalho, identificando que o *Drone* pode sim ser usado como ferramenta de apoio no ensino de Física.

Construímos uma proposta de ensino, associando conceitos de aerodinâmica, voltada para o uso de instrumentos de apoio no ensino de conteúdos de Física (velocidade, aceleração e leis de Newton), e aplicar a alunos do 1º ano do ensino médio. A proposta construída foi utilizada como base para a obtenção dos dados e resultados dessa pesquisa.

Para a obtenção dos dados dessa pesquisa utilizamos o *Drone* como instrumento facilitador do ensino dos conteúdos de velocidade, aceleração e Leis de Newton permitindo ao aluno adquirir habilidades necessárias para o seu desenvolvimento intelectual promovendo uma atitude favorável à aprendizagem de novos conteúdos. Verificamos através dos resultados obtidos na análise dos questionários que a utilização dos *Drones* no ensino de Física ajuda a complementar o aprendizado em sala de aula e facilita na visualização dos fenômenos envolvidos nos conteúdos de propostos para essa pesquisa.

Avaliamos o potencial do *Drone* como instrumento de apoio ao processo de ensino-aprendizagem de conteúdos de Física do 1º ano do ensino médio e aceitação dessa ferramenta como forma inovadora no ensino de conteúdos de Física. Com base nos resultados obtidos durante a execução do produto educacional, conclui-se que a utilização de *Drones* como ferramenta de apoio no ensino de Física se mostrou de grande valia. Constatamos que houve uma aceitação pelos alunos que participaram da pesquisa do uso do *Drone* em propostas de apoio aos conteúdos de Física ministrados em sala de aula, tendo uma aceitação de 100% desse instrumento em aulas de Física.

Quando o aluno assimila um conteúdo de Física aprendido em sala de aula a sua

realidade, explicando com clareza e certeza de suas conclusões, ele consegue demonstrar os resultados de uma aprendizagem significativa. Durante o processo de ensino aprendizagem o professor de Física encontra diversas situações onde o livro ou a aula expositiva não conseguem alcançar resultados positivos acerca dos conteúdos propostos no programa da disciplina. A utilização de meios capazes de proporcionar que o aluno construa o aprendizado pode facilitar o processo de ensino aprendizagem.

Durante o trabalho foi mostrado a confirmação da hipótese através dos resultados obtidos na análise dos dados, obtendo assim também a resposta para o problema, encontrando como solução a utilização do *Drone* como forma de abordar a ciência de forma contextualizada, mais simples, prática e agradável aos jovens aplicando metodologias viáveis como forma de aproximar melhor os alunos aos conteúdos de Física ministrados em sala de aula.

As dificuldades relacionadas com o momento ao qual a sociedade vivenciava decorrente da pandemia da Covid 19 acabou por dificultar, em parte, o desenvolvimento deste projeto, uma vez que o encontro presencial com os alunos era de grande importância para que os resultados obtidos fossem melhor analisados. Além disso, foi dificultoso encontrar escolas que estivessem realizando suas atividades de forma presencial, sendo este um critério para a realização desta pesquisa, uma vez que a maioria das escolas públicas estavam realizando suas atividades de forma remota. Devido a isso, obtivemos um pequeno número amostral, devido à baixa quantidade de participantes, interferindo, assim, em uma melhor precisão dos dados.

Partindo desse entrave, fica como sugestão para a realização de trabalhos futuros que objetivam a elaboração de propostas de ensino derivadas da apresentada neste trabalho com a intenção de ampliar as possibilidades de utilização do *Drone* em outras atividades das diversas áreas da Física, como Eletricidade, e nas demais áreas de conhecimento, como Geografia e topografia, trazendo dados com mais precisão que possam aproveitar esse instrumento tecnológico como ferramenta de apoio ao ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. **Informática e formação de professores**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. Dificuldades Conceituais em Física Apresentadas por Alunos Ingressantes em um Curso de Engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. vol. 24, n. 3, p. 324-341. Setembro, 2002.
- BARDIN, L. Organização da análise. In: BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. p. 95-102.
- BARONE, D. A. C.; YEPES, I. Robótica Educativa: Proposta de Uso de *Drones* no Apoio ao Processo Pedagógico em disciplinas STEM. **Revista Eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação**, v. 1, n. 9, 2018.. Disponível em: <<https://revistas.setrem.com.br/index.php/reabtic/article/view/317>>. Acesso em: 31 jan. 2022.
- BARROS, A. F. O uso de tecnologias na educação como ferramentas de aprendizado. In: **Revista Científica Semana Acadêmica**. Edição: 156. Vol.: 01 Ano: 2019. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/o-uso-das-tecnologias-na-educacao-como-ferramentas-de-aprendizado>. Acesso em: 22 mai. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2002.
- BRASIL. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº 94/2017**. Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, 2017.
- BRUNER, J. S. **Process of Education**. 1. ed. New York: Vintage Books Random House, 1960.
- _____. **Uma Nova Teoria de Aprendizagem**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1973.
- DALAMAGKIDS, K.; VALAVANIS, K. P.; PIEGL, L. A. **On Integrating Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System: Issues, Challenges, Operational restrictions, Certification, and Recommendations, Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering**. 2. ed. New York: Springer, 2012.
- FERRAZ, A. P. C. M.; PEREIRA, A. H. N. B. **Informática na Educação**. Batatais: Claretiano, 2007. Disponível em: <<https://xdocz.com.br/doc/informatica-na-educacao-completopdf-280qzmvxxvow>>. Acesso em: 21 de mar. 2022.
- GOMES, N. F. S.; MENESES, F. G. A. A utilização de *Drones* como recurso didático prático no ensino da física. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 67., 2015. **Anais...** São Carlos – SP: Universidade Federal de São Carlos - UFSCar., 2015.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Física 1**. Vol. 1. 5. ed. Rio de Janeiro – RJ: Editora LTC, 2003.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: Mecânica**. Vol. 1. 8. ed. Rio de Janeiro - RJ: Editora LTC, 2009.

JESUS, J. G. **Formação de professores na pedagogia da alternância**. Vitória – ES: GM editora, 2011.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologia: o novo ritmo da informação**. Campinas – SP: Paripus, 2007.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas – SP: Editora Papirus, 2009.

MOREIRA, M. A. **Aprendizaje significativo: teoría y práctica**. Madrid: VISOR, 2000.

_____. **Grandes desafios para o ensino de Física na educação contemporânea. Revista do Professor de Física**, Brasília – DF, v. 1, n. 1, p. 1-13., 2017. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074/5725>. Acesso em: 22 mai. 2021.

_____. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

_____. **Uma análise crítica do ensino de Física**.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MORTIMER, E.; F. **Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências**. In: CHASSOT, Á.; OLIVEIRA, R. J. (Orgs.). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 1998. p. 99-118.

NOVARINI, M.; BARROS, S.; GLASER, F. **Como um drone pode voar? Física lógico! Rthdrone**. Disponível em: < <https://www.rthdrone.com/como-um-drone-pode-voar-fisica-logico.html> >. Acesso em: 22 de fev. 2022.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 1: Mecânica**. 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2013.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. Revista PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em: <https://goo.gl/geA25C>. Acesso em: 22 fev. 2022.

PINTO, A.V. **Sete lições sobre educação de adultos**. São Paulo: Cortez, 1989.

SANTOS, W. L. P. **Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. Revista Brasileira de Educação**, v. 12, p. 474-550, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN/abstract/?lang=pt> . Acesso em: 22 fev. 2022.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1992.

WAISELFISZ, J. J. **O ensino de ciências no Brasil e o PISA**. 1. ed. São Paulo – SP: Editora Sandari do Brasil, 2009.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Tema	UTILIZAÇÃO DE <i>DRONES</i> PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA E LEIS DE NEWTON
Apresentação	O seguinte trabalho construído na forma de sequencia didática, tem por finalidade despertar o interesse de alunos em relação a conteúdos da disciplina de Física, bem como associar esses conceitos a experiências práticas do dia a dia auxiliando – os na compreensão dos assuntos abordados na prática. O trabalho está dividido em 10 (dez) etapas nas quais estão divididas em 05 (cinco) encontros.
Objetivo Geral	Aliar conceitos básicos de Cinemática e Dinâmica a utilização prática de um <i>Drone Tello</i> .
Objetivos Específicos Conceituais	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender os conceitos de velocidade e aceleração em um estudo prático de Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado; • Compreender as leis da mecânica que regem os movimentos dos corpos no planeta Terra, principalmente através do aplicativo que controla movimento do <i>Drone</i>; • Compreender o funcionamento de um <i>Drone</i> analisando todas as possibilidades de uso em assuntos de Movimento e Leis de Newton; • Identificar as Leis de Newton através de exemplos práticos do cotidiano.
Objetivos Específicos Procedimentais	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar o <i>Drone</i> modelo <i>Tello</i> em atividades práticas para a demonstração do Movimento Uniformemente Variado de corpos; • Determinar a velocidade de um <i>Drone</i> a partir de dados obtidos em seus movimentos; • Utilizar o <i>Drone</i> modelo <i>Tello</i> em atividades práticas para a demonstração das leis de Newton; • Analisar os dados encontrados e verificá-los em sala de aula; • Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos;

	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrar de forma prática o funcionamento de um <i>Drone Tello</i>, explanando suas funcionalidades e possibilidades de uso.
<p>Objetivos Específicos Atitudinais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Associar os conceitos básicos de Cinemática e Dinâmica ao funcionamento de um <i>Drone Tello</i>; • Relacionar os conceitos básicos de Cinemática e Dinâmica ao movimento de um <i>Drone</i>; • Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações. • Observar as interações do instrumento no processo ensino-aprendizagem propostos nessa atividade; • Compreender a influência da força peso no desempenho do funcionamento do <i>Drone</i>.

Etapas da Sequência Didática:

1º Dia de atividades

Na primeira etapa será feita a apresentação do projeto mostrando toda a proposta envolvida na atividade, explicando toda a justificativa do projeto de maneira clara e concisa, evitando possíveis dúvidas em relação às informações prévias. Nessa etapa será discutido como será executado o projeto, e todas as etapas presentes para a conclusão do mesmo. A forma como será apresentado o projeto é de extrema importância, pois através dela que os alunos serão atraídos a fazer parte do trabalho.

Nessa parte será então mostrado aos alunos toda a proposta estabelecida pela sequência didática como datas, atividades e o que pretendemos com esse trabalho. Nesse momento deverá ser apresentado nosso principal instrumento de trabalho para os alunos, o *Drone*. Oportunidade então, para aqueles que nunca tenha entrado em contato com um aparelho como esse possa visualizar e idealizar seu funcionamento analisando através de suas características e assim começar a absorver a ideia central da sequência didática.

2º dia de atividades

No segundo dia de atividades destinaremos a apresentação mais detalhada do

funcionamento dos *Drones*. Mostrado então dois tipos de *Drones* (Um modelo de uso profissional equipado com câmera 4K HD, e um modelo acessível de uso caseiro, sendo esse o modelo adotado para a sequência didática, pelo fato de ser mais acessível financeiramente e de uso mais simples) e colocado a disposição para que todos pudessem ver de perto e pudessem analisa-los e com isso surgir possíveis questionamentos acerca de seu funcionamento. Na oportunidade esclarecemos dúvidas dos alunos a respeito dos aparelhos, como preço e possibilidades de uso deles e como manusear sem que haja possíveis danos.

Mostramos as normas federais que regulamentam o uso dos *Drones* de maneira breve, e depois nos direcionamos para uma área aberta pertencente a escola para uma pequena demonstração de uso dos *Drones*. Nesse momento é importante que o aluno visualizasse os movimentos para poder construir ou fortalecer sua percepção de movimento dos *Drones*.

Nessa etapa discutiremos os conceitos físicos que serão destaques no desenvolvimento das etapas seguintes:

PRÁTICA I	Ponto material
	Trajectoria de um móvel
	Espaço
	Referencial
	Movimento e repouso
	Velocidade escalar média
	Aceleração
	Movimento Vertical no Vácuo
PRÁTICA II	I lei de Newton: Princípio da Inércia
	Referenciais inerciais
	Segunda lei de Newton: Princípio fundamental da Dinâmica
	Forças
	Terceira lei de Newton: Princípio da ação e reação

Através da explanação desses conteúdos os alunos ficarão mais familiarizados com as temáticas a serem trabalhadas durante a parte prática, e assim compreender a ideia geral daquilo que será mostrado nesse momento. Os assuntos serão mostrado em forma de revisão, então será interessante que o trabalho seja aplicado após esses assuntos serem ministrados em sala de aula, mas não limita a apenas essa forma. Como se trata de uma forma complementar de ensino, e que abrange dois grandes assuntos do 1º ano do ensino médio, pode ser aplicada

de forma separada, a fim de complementar esses assuntos após explicar eles em sala de aula.

Nessa parte também deverá acontecer a aplicação do 1º questionário, em que os alunos que participarão da prática terão a oportunidade de mostrar os conhecimentos prévios que possuem, para que assim possamos fazer um levantamento no final do que foi adicionado a bagagem intelectual de cada aluno. Esse questionário possui apenas o objetivo de fornecer dados complementares para a análise, sendo então um instrumento de coletas de dados para esse trabalho.

3º dia de atividades

No terceiro dia de atividade destinaremos para a realização da primeira parte da atividade prática, onde os alunos terão a oportunidade de visualizar o movimento do *Drone* nas direções horizontal e vertical. Sendo assim, é necessário que os alunos se direcionem para uma área aberta e ampla para que o *Drone* tenha uma zona ampla para realizar seus movimentos sem que haja obstáculos que possa ocasionar problemas durante a atividade. Nesse momento será repassado novamente todas as instruções necessárias para análise dos movimentos e a importância em que sejam anotados todos os dados obtidos durante a execução do voo do *Drone*.

Para essa atividade serão necessários os seguintes instrumentos:

Material	Função
Trena métrica	Medição do espaço a ser utilizado para a prática do voo do <i>Drone</i> , obtendo a delimitação da área da atividade.
<i>Drone</i> modelo DJI Tello	Aparato utilizado para obtenção dos dados da prática.
Roteiro da atividade prática	Roteiro utilizado como material de apoio para anotação dos dados e acesso as instruções necessárias para a atividade prática.
Cronômetro	Aparato necessário para a medição do tempo de voo do <i>Drone</i> com exatidão.

A tabela abaixo mostra claramente os procedimentos gerais a serem seguidos nessa etapa por alunos e professor:

Procedimentos	
	<ul style="list-style-type: none"> • Medir o local destinado à prática;

necessários antes da prática	• Obter a delimitação da região de voo do <i>Drone</i> ;
	• Verificar funcionalidade dos cronômetros;
	• Verificar o funcionamento do <i>Drone</i> ;
	• Ler as instruções do roteiro da atividade;
	• Calibrar o <i>Drone</i> .
Primeira parte da Primeira etapa da prática	• Realizar movimento na direção Horizontal;
	• Anotar na ficha os dados obtidos;
	• Responder as questões presentes no roteiro e analisar os resultados.
Segunda parte da Primeira etapa da prática	• Realizar movimento na direção Vertical;
	• Anotar na ficha os dados obtidos;
	• Responder as questões presentes no roteiro e analisar os resultados.

Com a trena métrica os alunos medirão todo o território que será usado para a atividade prática. É aconselhável usar distâncias entre 30 e 50 metros. As medidas de local colhidas por eles deverão ser colocadas na folha roteiro para que eles possam utilizar posteriormente essas informações nas conclusões do trabalho e obter os resultados para as questões presentes no roteiro.

Em seguida deverão fazer a coleta do tempo que o *Drone* levará para percorrer de um ponto a outro da área inicialmente demarcada. Esses movimentos deverão acontecer nas direções horizontal e vertical, e isso servirá como base para o entendimento de movimentos de corpos nessas direções. Será feita a determinação da velocidade do *Drone* com ele se movimentando na direção horizontal. Eles determinarão a velocidade do *Drone* nos sentidos DIREITA – ESQUERDA e ESQUERDA – DIREITA, e anotarão os dados nas tabelas do roteiro.

Em seguida o *Drone* deverá ser colocado para realizar o movimento na vertical e com isso mostrar para os alunos os possíveis movimentos que podemos fazer com o *Drone* nessa direção, nos sentidos: CIMA-BAIXO e BAIXO-CIMA. O *Drone* fornece a informações como velocidade e altura atingida em seu sistema operacional, então essas informações deverão ser repassadas aos alunos para que sejam acrescentados aos seus dados. Os alunos novamente anotaram os dados para analisar qual movimento foi mais rápido. Foi orientado a eles para verificarem esse movimento e diferenciar do realizado na no encontro anterior. Munidos dos

dados os alunos anotaram na folha roteiro e determinaram a velocidade inicial do *Drone* nessa direção e anotarão no roteiro.

O movimento deverá ser realizado nos dois sentidos, para que os alunos possam determinar a velocidade inicial em ambos sentidos e direções. Em seguida eles anotarão o tempo em que foi feito esse percurso e determinarão a velocidade média do movimento do *Drone*. Munidos desses dados os alunos poderão concluir as atividades e assim construir uma conclusão para cada situação dessa etapa da atividade.

4º dia de Atividades

Nesse dia acontecerá a segunda parte da atividade prática, em que serão trabalhados os conceitos físicos da parte de Dinâmica do projeto. Para tal, colocaremos no mesmo cenário onde ocorrerá a primeira etapa prática do trabalho os alunos para dessa vez analisar como acontece o movimento do *Drone* com algumas forças externas atuando sobre ele. Nessa parte também o aluno conseguirá descrever uma explicação para o funcionamento dos *Drones*. Na tabela abaixo se encontra descrito os materiais utilizados e duas respectivas funções para a prática.

Material	Função
<i>Drone</i> (modelo)	Aparato utilizado para obtenção dos dados da prática.
Caixinha de papel (10cm x 10cm)	Utilizada para anexar os pesos ao <i>Drone</i> .
Pesos de 50g e 100g (pedrinhas)	Utilizados para demonstração de massa anexada ao <i>Drone</i> .
Barbante de lã	Utilizado para fixar a caixa de papel ao <i>Drone</i> .
Roteiro da atividade prática	Servirá para o aluno como instrumento de coleta de dados da atividade, e como material de orientação das etapas.

Antes da atividade prática, serão discutidos com os alunos os conceitos físicos das Leis de Newton, para que haja uma interação mais fácil daquilo que se pretende ser mostrado na atividade e o entendimento dos alunos acerca do que será observado. A compreensão desse conteúdo servirá de base para que o aluno consiga visualizar os conceitos físicos existentes no experimento e associá-los em outras situações semelhantes do cotidiano.

A segunda atividade prática se dividirá em duas etapas, sendo a primeira etapa destinada à observação do movimento do *Drone* sem o peso (50g e 100g) anexado. A análise desse momento servirá como base para a construção das respostas no questionário presente no roteiro. Por seguinte será montado o sistema *Drone* – massa anexada, em que o aluno irá averiguar o que acontece e assim responder as questões presentes no roteiro de atividades.

Isso auxiliará ao professor pesquisador a montar a análise do trabalho, pois as respostas fornecidas pelos alunos em cada momento desenvolvido nesse projeto servirão como base para a construção da etapa final do projeto.

5º dia de atividades

Esse dia será destinado para a aplicação do segundo questionário. O questionário como mencionado anteriormente possuía apenas a finalidade de coleta de dados para a análise desse trabalho. Os alunos que participaram desse projeto poderão fornecer as respostas necessárias para a construção da discussão das ideias que usamos para construir a análise desse trabalho e assim poder verificar o potencial do *Drone* como ferramenta de apoio ao ensino de Física.

O questionário é composto de 08 (oito) questões objetivas, em que as respostas direcionarão a avaliação do aluno acerca da atividade. Nesse questionário as questões foram construídas para que o aluno ao responder consiga avaliar de forma clara o potencial do *Drone* como instrumento de apoio nas atividades práticas do ensino de Física.

APÊNDICE B
QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO 1

NOME: _____

01. Se um *Drone* estiver em movimento em relação a pessoa que o opera, podemos dizer que esse mesmo *Drone* estaria em movimento a qualquer referencial?

- Verdadeiro
 Falso

02. Um *Drone* desenvolveu uma velocidade escalar média de 10 m/s, movimentando-se sempre no mesmo sentido em um determinado intervalo de tempo. Isso significa que é possível que o *Drone* **não** tenha percorrido 15 m em algum intervalo de tempo?

- Verdadeiro
 Falso

03. Em uma determinada estrada um *Drone* em movimento a uma velocidade de 25 m/s uma pessoa em uma bicicleta que também encontra-se em movimento com uma velocidade de 15 m/s. Supondo que os dois veículos estejam em velocidades constantes mesmo sentido e direção, seria possível um encontro entre os dois, ou seja, a pessoa andando de bicicleta alcançar o *Drone*?

- Verdadeiro
 Falso

04. Uma das inúmeras utilidades que um *Drone* possui é poder filmar algo no solo enquanto se encontra fixo no ar. Estando nessa posição é possível dizer que ele encontra-se em movimento em relação a uma pessoa fixa no solo.

- Verdadeiro
 Falso

05. A posição que o móvel ocupa com o passar do tempo pode influenciar no valor da velocidade exercida por ele e consequentemente no valor da aceleração.

- Verdadeiro
 Falso

06. A velocidade escalar média é a razão entre o espaço percorrido pelo móvel e o intervalo de tempo. Podemos então dizer que se um móvel desenvolveu um longo intervalo de tempo grande em um espaço percorrido curto ele realizou um movimento lento?

- Verdadeiro
 Falso

07. Os ensinamentos aplicados nessa aula prática atribuídos ao *Drone* poderiam ser atribuídos a qualquer móvel.

- Verdadeiro
 Falso

QUESTIONÁRIO 2

NOME: _____

01. Determine a velocidade média do movimento do *Drone* na direção horizontal nos sentidos descritos abaixo:

a) Direita – esquerda:

ΔS	ΔT	v_m (m/s)	v_m (km/h)

b) Esquerda - direita

ΔS	ΔT	v_m (m/s)	v_m (km/h)

02. Uma das funcionalidades do *Drone* é poder voar nas direções vertical e horizontal. Qual movimento na vertical o *Drone* realizou com mais facilidade, subida e descida? Por quê?

03. O *Drone* é um aparelho bastante útil em atividades do dia a dia, ganhando então cada vez mais um espaço bastante considerável em atividades econômicas. Várias são suas possibilidades de uso para benefício das pessoas. Nessa prática foi utilizado um modelo de 4 (quatro) hélices, das quais trabalham em conjunto para o movimento do *Drone*. Quais os benefícios que podemos observar com a aula prática do uso de *Drones* com esse modelo? Por quê?

04. Qual a importância da massa do *Drone* para seu desempenho (decolagem e movimento)? Por quê?

05. O que acontece quando colocamos objetos anexados ao *Drone*? Por quê?

06. Qual a influência na posição das hélices para o movimento do *Drone*?

07. Qual lei de Newton melhor explica o movimento dos *Drones*? Por quê?

08. A atividade prática serviu como forma de aprendizagem do ensino de Cinemática e Dinâmica? Por quê?

09. Princípio da Inércia:

Analisando a seguinte situação em que o *Drone* encontra-se planando (voando parado no ar) e em repouso, qual a diferença entre essas duas situações, utilizando como você referencial.

10. Princípio Fundamental da Dinâmica:

Analisando a situação em que o *Drone* decola sem massa anexada e com massa anexada, qual a Força peso para cada situação? Sendo:

Massa do *Drone*: _____

P = m x g	
Sem massa anexada	Massa anexada: 100g

11. Princípio Ação e Reação:

Qual o princípio de deslocamento do *Drone*? Ele conseguiria se deslocar no vácuo?

QUESTIONÁRIO 3

NOME: _____

01. Ao observar um *Drone* se movimentado em um determinado local, é possível se utilizar-se dos conhecimentos de Física para explicar esses movimentos?

() Sim

() Não

() Talvez

02. Através dessa atividade sobre o funcionamento do *Drone* e a aplicação dos conceitos de Física foi possível se obter o aprendizado sobre os conceitos de Cinemática e Dinâmica?

() Sim

() Não

() Talvez

03. Em quais métodos de ensino você consegue aprender com mais facilidade?

() Aulas expositivas em sala de aula.

() Aulas práticas (experimentais).

() Aulas em vídeos.

04. Trabalhar conceitos de Cinemática e Dinâmica através de aulas práticas com analogias do cotidiano é um método válido para aprendizagem de Física?

() Sim

() Não

() Talvez

05. Você conseguiu assimilar algo do seu dia a dia com os conceitos trabalhados nessa atividade prática?

() Sim

() Não

() Talvez

06. Através da atividade realizada você considera importante aprender os conceitos de Física para o cotidiano?

() Sim

() Não

() Talvez

07. Você se sente capaz de utilizar os conceitos aprendidos nessa prática para explicar os fenômenos físicos presentes em seu cotidiano?

() Sim

() Não

() Talvez

**APÊNDICE C:
PRODUTO EDUCACIONAL**

NAFTALE DE SOUSA BORGES
KARL MARX SILVA GARCEZ

DRONES



UTILIZAÇÃO DE DRONES PARA O ENSINO DE
CINEMÁTICA E LEIS DE NEWTON: UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA



Naftale Sousa Borges possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Piauí – UFPI e é mestrando em Ensino de Física pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

Karl Marx Silva Garcez possui graduação em Física pela Universidade Federal do Maranhão (2005), mestrado em Física pela Universidade Federal do Maranhão (2007) e doutorado em Física pela Universidade Estadual de Campinas (2012). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal do Maranhão - UFMA.



© Naftale Sousa Borges e Karl Marx Silva Garcez – 2022.

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores e utilizadas para fins didáticos. Por favor, contate os autores caso constate que houve violação de seus direitos autorais. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.

Apresentação

Caro (a) Professor (a):

Este trabalho é uma proposta de ensino de conteúdos de Física para o ensino médio. O produto didático desenvolvido tem por objetivo fornecer aos alunos um auxílio didático a fim de se obter uma maior compreensão referente aos conceitos básicos de Física em relação a alguns conteúdos de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e Leis de Newton do primeiro ano do ensino médio.

A Sequência Didática em questão é voltada para o ensino de Física. Utilizamos essa Sequência Didática no ensino médio na Escola Família Agrícola de Baixão do Carlos, e tem como objetivo além de direcionar o professor em meio a uma metodologia diferenciada, estabelecer um caminho coerente e estruturado para o processo de ensino aprendizagem.

Os conteúdos selecionados para o projeto foram feitos para facilitar e organizar a compreensão das aulas de Física, além de construir uma nova perspectiva ao aluno em relação aos conhecimentos de ciência e da realidade do mundo a sua volta, contribuindo assim como se espera do ensino de Física, a formação de cidadão crítico e atualizado com seu mundo. Analisando pelo contexto escolar, nesse método temos uma análise geral da percepção da classe acerca do conteúdo, mas nem sempre é possível obter uma verificação detalhado do que o aluno conseguiu compreender do conteúdo ministrado em sala de aula. Uma solução para tal problema estaria em desenvolver os objetivos ou finalidades predefinidas para o trabalho docente pautados nas capacidades que pretende ser desenvolvidas nos alunos (ZABALA, 1998).

O objetivo principal desse projeto é desenvolver no aluno a compreensão da Física, em especial aos conteúdos de cinemática, levando o aluno a uma melhor compreensão das atividades científicas, capacitando-o a um maior entendimento de suas aplicações e importância, fazendo dessa forma uma ligação entre a teoria e prática, vivenciando de fato a Física em sua totalidade. Desta forma o aluno passará a ter uma visão mais ampla do comportamento dos corpos em movimento com suas interações e suas consequências no mundo, sendo guiado pela ética e valorização do ser humano e da natureza.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	06
2 A UTILIZAÇÃO DE DRONES NO ENSINO DE CINEMÁTICA E DINÂMICA	07
3 DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS	08
3.1 O Drone	08
3.2 Materiais complementares	10
4 APRESENTAÇÃO GERAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO PRODUTO EDUCACIONAL	11
4.1 Etapas da Sequência Didática	12
4.1.1 1º Dia de atividades	13
4.1.2 2º dia de atividades	14
4.1.3 3º dia de atividades	15
4.1.4 4º dia de Atividades	16
4.1.5 5º dia de atividades	21
APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO 1	23
APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO 2	26
APÊNDICE C: MODELO CAIXA DE PAPEL	30
APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO 3	32

1 INTRODUÇÃO

A introdução no ensino de Física no ensino médio é um aporte basilar para o acesso pleno dos sujeitos a cidadania, em uma sociedade baseada no desenvolvimento tecnológico, os conhecimentos do componente de física tornam-se imprescindíveis, requer do professor a habilidade de ministrar os conteúdos de maneira interativa e atrativa possibilitando um aprendizado das mais simples a complexas relações com fenômenos naturais, percepção do espaço e construir por parte do aluno situações-problemas e intervenções científico-tecnológicas. Embasados nessa importância, estabelecemos uma sequência didática que visa facilitar o aprendizado do aluno, criando uma dinamicidade do ensino e fazendo com aluno e professor possam trocar conhecimentos juntos no decorrer do conteúdo proposto em sala de aula.

Quando o aprendizado é construído em sala de aula, em conjunto (aluno e professor), as dificuldades minimizam-se, uma vez que é possível identificar os fatores que levaram a construção desse conhecimento. O aluno ao visualizar o fenômeno, percebe o que acontece, e isto decorre de leis Físicas que explicam o fenômeno e propiciam a relação entre conexões de eixos das ciências naturais e outras áreas do saber, resolver e interpretar as inúmeras possibilidades conforme as linguagens matemáticas e da Física apoiada em um raciocínio lógico e situações práticas reais.

Analisando pelo contexto escolar, nesse método temos uma análise geral da percepção da classe acerca do conteúdo, mas nem sempre é possível obter uma verificação detalhado do que o aluno conseguiu compreender do conteúdo ministrado em sala de aula. Uma solução para tal problema estaria em desenvolver os objetivos ou finalidades predefinidas para o trabalho docente pautados nas capacidades que pretende ser desenvolvidas nos alunos (ZABALA, 1998).

Ausubel compara as informações armazenadas pelo ser humano como um sistema em que essas informações são organizadas de maneira hierárquica conceitual, em que há uma ligação entre conceitos específicos a conceitos mais gerais (MOREIRA; MASINI, 2006). O presente projeto trouxe como objeto de estudo o uso de *Drones* (modelo Tello) no ensino de conceitos básicos da Física aplicada na primeira série do ensino médio, para isso será feita uma sequência

didática correlacionando os movimentos do *Drone* com os conceitos de referencial, movimento, repouso, trajetória, velocidade, aceleração e Leis de Newton. Além do mais exibiremos também um pouco sobre a programação do *Drone* e a mecânica por trás do mesmo. O recurso do *Drone* permitirá compreender na prática estes conceitos complexos da Física que muitas vezes são mal interpretados pelos estudantes.

2 A UTILIZAÇÃO DE DRONES NO ENSINO DE CINEMÁTICA E DINÂMICA

Buscamos desenvolver a compreensão da ciência através da atividade e aplicabilidade dos conceitos da cinemática no ensino da Física no 1º ano do ensino médio por meio de novas tecnologias, em particular o presente projeto versa sobre o uso de *Drones* em aulas práticas recriando e descrevendo movimentos capazes de ensinar os princípios do Movimento Uniforme – MU, Movimento Uniformemente Variado – MUV e Leis de Newton.

Verificaremos os detalhes de como usar o *Drone* em uma sequência didática onde iremos expor aos conceitos de cinemática, ou seja, para cada novo conceito exposto de forma teórica será elaborado uma prática com o *Drone* para exemplificar. O objeto que adotaremos no presente projeto é VANT – veículo aéreo não tripulado, em seu modelo *Drone* tello, da empresa chinesa DJI, pelo fato desse modelo ser direcionado para uma linha educacional, com linguagem de programação de código aberto, para desenvolvimento de atividades e experimentos no ensino de Física.

Para cada conceito básico, prepararemos um movimento específico para retratá-lo com o *Drone*, pretende-se com tais movimentos deixar perfeitamente claro de forma prática ao aluno os seguintes conceitos.

- Conceito de referencial;
- Conceito de movimento e repouso;
- Conceito de trajetória;
- Conceito de velocidade;
- Conceito de aceleração.

3 DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS

A atividade consiste em um experimento prático de utilização do *Drone* como ferramenta de apoio no ensino de conteúdos de Física para alunos do ensino médio. O modelo de *Drone* indicado para o uso da a atividade é o VANT – veículo aéreo não tripulado, em seu modelo *Drone* tello, da empresa chinesa DJI, pelo fato desse modelo ser direcionado para uma linha educacional, com linguagem de programação de código aberto, para desenvolvimento de atividades e experimentos no ensino de Física.

3.1 O *Drone*

Figura 01: *Drone* DJI Tello com as suas dimensões



Fonte: Autor (2021).

Este modelo de *Drone* é ideal para a realização de atividades didáticas. Apesar de suas limitações, esse modelo possui diversas funcionalidades, podendo então ser uma ótima alternativa de uso em aulas práticas de Física e de demais disciplinas que venham a abordar assuntos paralelos ou similares aos disponibilizados para essa atividade.

A ficha técnica do *Drone* DJI Tello mostra então as informações técnicas presentes nesse dispositivo:

- Processador Intel Movidius Myriad para movimentos precisos;
- Câmera HD que grava em 360°;

- Bateria para até 13 minutos de voo;
- Sensores de colisão;
- Fotos em até 5 megapixels;
- Velocidade máxima de 8 m/s;
- Controle via app próprio compatível com Android e iPhone (iOS);
- Função "Scratch" para criar padrões de voo;
- Oito modos de acrobacia;
- Dispositivo de pouso de segurança caso o modelo perca a conexão com o smartphone.

O professor pode então basear suas atividades através das funcionalidades disponíveis nesse recurso, e assim desenvolver além da atividade proposta, outras atividades, para a complementação das aulas teóricas. O *Drone* DJI Tello possui um design extremamente compacto, cabendo na palma da mão. Com dimensões de comprimento, largura e altura medindo respectivamente 170 mm, 117 mm e 41,8 mm e com apenas 80 gramas de massa. Além do mais, embora não seja dobrável como outros modelos, o equipamento possui protetores de hélices na caixa, além de um kit extra para trocar as peças.

O Tello não contém armazenamento interno, todos os conteúdos capturados pela câmera do *Drone*, ficam guardados na galeria do smartphone que o controla e este precisa estar com o aplicativo da DJI instalado para realizar todos os ajustes e comandos. O App Tello está disponível para Android e iPhone (iOS) de forma gratuita.

Sobre a bateria e alcance do veículo, temos um voo estimado de até 13 minutos. Para evitar acidentes sobre uma possível bateria descarregada, *Drone* emite alerta para o usuário sobre a bateria está acabando. O alcance do quadricóptero pode chegar a até 100 metros, mas se mesmo assim o controlador perder o sinal do *Drone*, o mesmo possui um sistema de pouso de segurança ativado, caso o aparelho perca a conexão com o celular.

Ademais, vale ressaltar o preço acessível do drone tello comparado aos demais drones do mercado que chega ser até 10 vezes menor o preço, e se deve ao fato da parceria da gigantesca empresa DJI com Intel com intuito educacional e valor menor do mercado, que chega ser aproximadamente US\$

99,99 dolares. Criando uma viabilidade financeira do projeto em sala de aulas do Brasil.

Existem regras criadas pela ANAC - AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, que visam regulamentar as operações civis de aeronaves não tripuladas (BRASIL, 2017). O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº 94/2017 (RBAC-E nº 94/2017) da ANAC é complementar às normas de operação de drones estabelecidas pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

De acordo com o regulamento da ANAC (BRASIL, 2017), existe uma diferenciação entre aeromodelos e aeronaves:

- **Aeromodelos:** são as aeronaves não tripuladas remotamente pilotadas usadas para recreação e lazer;
- **Aeronaves:** remotamente pilotadas (RPA) são as aeronaves não tripuladas utilizadas para outros fins como experimentais, comerciais ou institucionais.

Os dois tipos (aeromodelos e RPA) só podem ser operados em áreas com no mínimo 30 metros horizontais de distância das pessoas não envolvidas com a operação e cada piloto remoto só poderá operar um equipamento por vez.

Para operar um aeromodelo, basta respeitar a distância-limite de terceiros e observar as regras do DECEA e da ANATEL. Aeromodelos com peso máximo de decolagem (incluindo-se o peso do equipamento, de sua bateria e de eventual carga) de até 250 gramas não precisam ser cadastrados junto à ANAC. Já os aeromodelos operados em linha de visada visual até 400 pés (121,92 m) acima do nível do solo devem ser cadastrados e, nesses casos, o piloto remoto do aeromodelo deverá possuir licença e habilitação.

3.2 Materiais complementares

Para a realização da primeira parte precisaremos dos materiais descritos abaixo:

- Trena métrica;
- Cronômetro;
- Roteiro da atividade (Apêndice B)

As funcionalidades de cada item acima citado estão descritos nas tabelas 03 e 05.

4 APRESENTAÇÃO GERAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO PRODUTO EDUCACIONAL

Tabela 01: Apresentação geral da Sequência Didática

Tema	A utilização de <i>Drones</i> no ensino de Cinemática e Dinâmica.
Apresentação	O seguinte trabalho construído na forma de sequência didática, tem por finalidade despertar o interesse de alunos em relação a conteúdos da disciplina de Física, bem como associar esses conceitos a experiências práticas do dia a dia auxiliando – os na compreensão dos assuntos abordados na prática. O trabalho está dividido em 10 (dez) etapas nas quais estão divididas em 05 (cinco) encontros.
Objetivo Geral	Aliar conceitos básicos de Velocidade, Aceleração e Leis de Newton a utilização prática de um <i>Drone</i> Tello.
Objetivos Específicos Conceituais	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender os conceitos de velocidade e aceleração em um estudo prático de Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado; • Compreender as leis da mecânica que regem os movimentos dos corpos; • Compreender o funcionamento de um <i>Drone</i> através das Leis de Newton; • Compreender as Leis de Newton através de exemplos práticos do cotidiano.
Objetivos Específicos Procedimentais	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar o <i>Drone</i> em atividades práticas para a demonstração do Movimento Uniformemente Variado de corpos; • Determinar a velocidade de um <i>Drone</i> a partir de dados obtidos em seus movimentos; • Utilizar o <i>Drone</i> em atividades práticas para a demonstração das leis de Newton; • Analisar os dados encontrados e verificá-los em sala de aula;

	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos; • Demonstrar de forma prática o funcionamento de um <i>Drone Tello</i>, explanando suas funcionalidades e possibilidades de uso.
<p>Objetivos Específicos Atitudinais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Associar e relacionar os conceitos básicos de Cinemática e Dinâmica ao funcionamento de um <i>Drone</i>; • Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações. • Observar as interações do instrumento no processo ensino-aprendizagem propostos nessa atividade; • Compreender a influência da força peso no desempenho do funcionamento do <i>Drone</i>.

Fonte: Autor (2021).

4.1 Etapas da Sequência Didática

Para um melhor desenvolvimento do Produto Educacional e sua aplicação, fica como sugestão de execução da Atividade a orientação da proposta a ser desenvolvida em 5 dias, para que o aproveitamento seja garantido e que a atividade não se desenvolva de forma rápida, comprometendo o rendimento dos alunos, ou de forma demorada.

4.1.1 1º Dia de atividades

Na primeira etapa será feita a apresentação do projeto mostrando toda a proposta envolvida na atividade, explicando toda a justificativa do projeto de maneira clara e concisa, evitando possíveis dúvidas em relação às informações prévias. Nessa etapa será discutido como será executado o projeto, e todas as etapas presentes para a conclusão do mesmo. A forma como será

apresentado o projeto é de extrema importância, pois através dela que os alunos serão atraídos a fazer parte do trabalho.

Nessa parte será então mostrada aos alunos toda a proposta estabelecida pela sequência didática como datas, atividades e o que pretendemos com esse trabalho. Nesse momento deverá ser apresentado nosso principal instrumento de trabalho para os alunos, o *Drone*. Oportunidade então, para aqueles que nunca tenham entrado em contato com um aparelho como esse possa visualizar e idealizar seu funcionamento analisando através de suas características e assim começar a absorver a ideia central da sequência didática.

Nesse momento o professor deverá repassar todas as informações de regulamento e ficha técnica do *Drone*, a fim de evitar problemas posteriores. É necessário frisar que o manuseio da aeronave deverá ser feito pelo professor, sendo esse então responsável pela administração do *Drone* em toda a atividade.

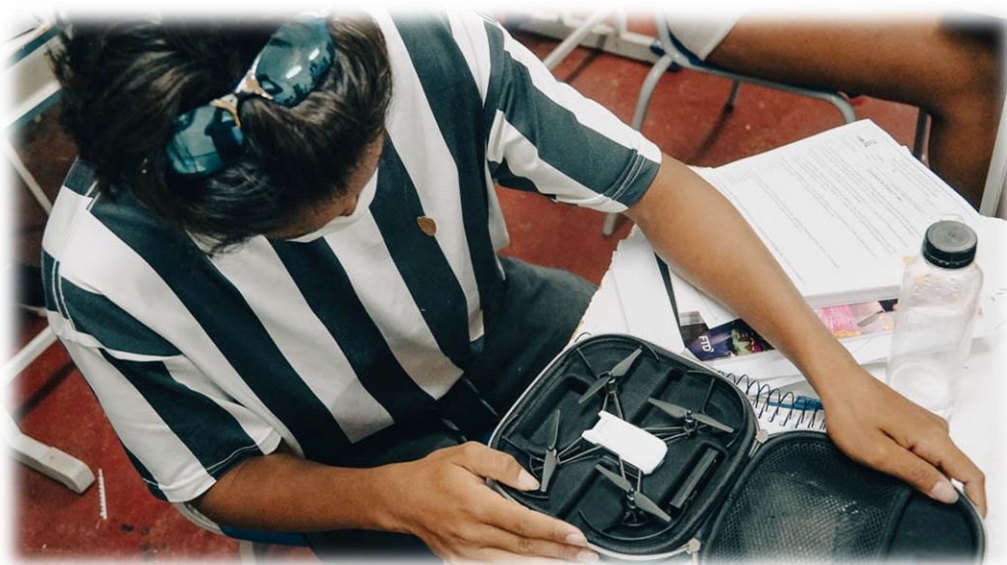
SUGESTÃO:

Como sugestão o professor pode realizar dinâmicas para promover ainda mais a interação dos alunos e assim despertar o senso crítico do aluno impulsionando sua curiosidade acerca dos assuntos que serão trabalhados na atividade. O Professor pode ainda desenvolver um momento de “tira dúvidas”, em que ele poderá responder perguntas referentes a prática ou os assuntos paralelos. O professor também pode aproveitar a oportunidade e realizar pequenos voos com o *Drone*, fazendo uma varredura da área a ser utilizada na prática, e em seguida mostrar aos alunos.

4.1.2 2º dia de atividades

O segundo dia de atividades será destinado à apresentação mais detalhada do funcionamento dos *Drones*. O professor poderá mostrar então dois tipos de *Drones* (Um modelo de uso profissional equipado com câmera 4K HD, podendo ser em vídeo ou até mesmo presencial e um modelo acessível de uso caseiro, sendo esse o modelo adotado para a sequência didática, modelo *Drone* DJI Tello, pelo fato de ser mais acessível financeiramente e de uso mais simples) e colocado à disposição para que todos pudessem ver de perto e pudessem analisa-los e com isso surgir possíveis questionamentos acerca de seu funcionamento. Na oportunidade esclarecemos dúvidas dos alunos a respeito dos aparelhos, como preço e possibilidades de uso deles e como manusear sem que haja possíveis danos.

Figura 02: Exposição do modelo de *Drone* utilizado na Sequência Didática.



Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

Nessa etapa deverá ser mostrada as normas federais que regulamentam o uso dos *Drones* de maneira breve, e após direcionar os alunos para uma área aberta pertencente a escola ou outra disponível para a realização da atividade de uso dos *Drones*. Nesse momento é importante que o aluno visualize os movimentos para poder construir ou fortalecer sua percepção de movimento dos *Drones*.

Nessa etapa serão discutidos os conceitos físicos que serão destaques no desenvolvimento das etapas seguintes:

Tabela 02: Assuntos de Física que serão trabalhados na Sequência Didática

PRÁTICA I	Ponto material
	Trajetória de um móvel
	Espaço
	Referencial
	Movimento e repouso
	Velocidade escalar média
	Aceleração
	Movimento Vertical no Vácuo
PRÁTICA II	I lei de Newton: Princípio da Inércia
	Referenciais inerciais
	Segunda lei de Newton: Princípio fundamental da Dinâmica

	Forças
	Terceira lei de Newton: Princípio da ação e reação

Fonte: Autor (2021).

Através da explanação desses conteúdos os alunos ficarão mais familiarizados com as temáticas a serem trabalhadas durante a parte prática, e assim compreender a ideia geral daquilo que será mostrado nesse momento. Os assuntos serão mostrados em forma de revisão, então será interessante que o trabalho seja aplicado após esses assuntos serem ministrados em sala de aula, mas não limita a apenas essa forma. Como se trata de uma forma complementar de ensino, e que abrange dois grandes assuntos do 1º ano do ensino médio, pode ser aplicada de forma separada, a fim de complementar esses assuntos após explicar eles em sala de aula.

Nessa parte também deverá acontecer a aplicação do 1º questionário (Apêndice A), em que os alunos que participarão da prática terão a oportunidade de mostrar os conhecimentos prévios que possuem, para que assim possamos fazer um levantamento no final do que foi adicionado a bagagem intelectual de cada aluno. Esse questionário possui apenas o objetivo de fornecer dados complementares para a análise, sendo então um instrumento de coletas de dados para esse trabalho.

SUGESTÃO:

Para uma maior absorção de dados fidedignos a realidade atual de aprendizado do aluno, o 1º questionário pode ser aplicado no início, garantindo que o aluno contribuirá com as respostas sem a influência de conceitos posteriores que virão a surgir no decorrer da atividade prática.

4.1.3 3º dia de atividades

No terceiro dia de atividade destinaremos para a realização da primeira parte da atividade prática, onde os alunos terão a oportunidade de visualizar o movimento do *Drone* nas direções horizontal e vertical. Sendo assim, é necessário que os alunos se direcionem para uma área aberta e ampla para que o *Drone* tenha uma zona extensa para realizar seus movimentos sem que haja obstáculos que possa ocasionar problemas durante a atividade.

Nesse momento serão repassadas novamente todas as instruções necessárias para análise dos movimentos e a importância em que sejam anotados todos os dados obtidos durante a execução do voo do *Drone*. É importante que os alunos estejam munidos do roteiro presente no Apêndice B. Para essa atividade serão necessários os seguintes instrumentos mostrados na Tabela 03.

Tabela 03: Equipamentos utilizados na 1ª parte da Atividade Prática.

Material	Função
Trena métrica	Medição do espaço a ser utilizado para a prática do voo do <i>Drone</i> , obtendo a delimitação da área da atividade.
<i>Drone</i> modelo DJI Tello	Aparato utilizado para obtenção dos dados da prática.
Roteiro da atividade prática	Roteiro utilizado como material de apoio para anotação dos dados e acesso as instruções necessárias para a atividade prática.
Cronômetro	Aparato necessário para a medição do tempo de voo do <i>Drone</i> com exatidão.

Fonte: Autor (2021).

Figura 03: Materiais utilizados na atividade prática.



Fonte: Arquivo pessoal (2021).

A tabela abaixo mostra claramente os procedimentos gerais a serem seguidos nessa etapa por alunos e professor:

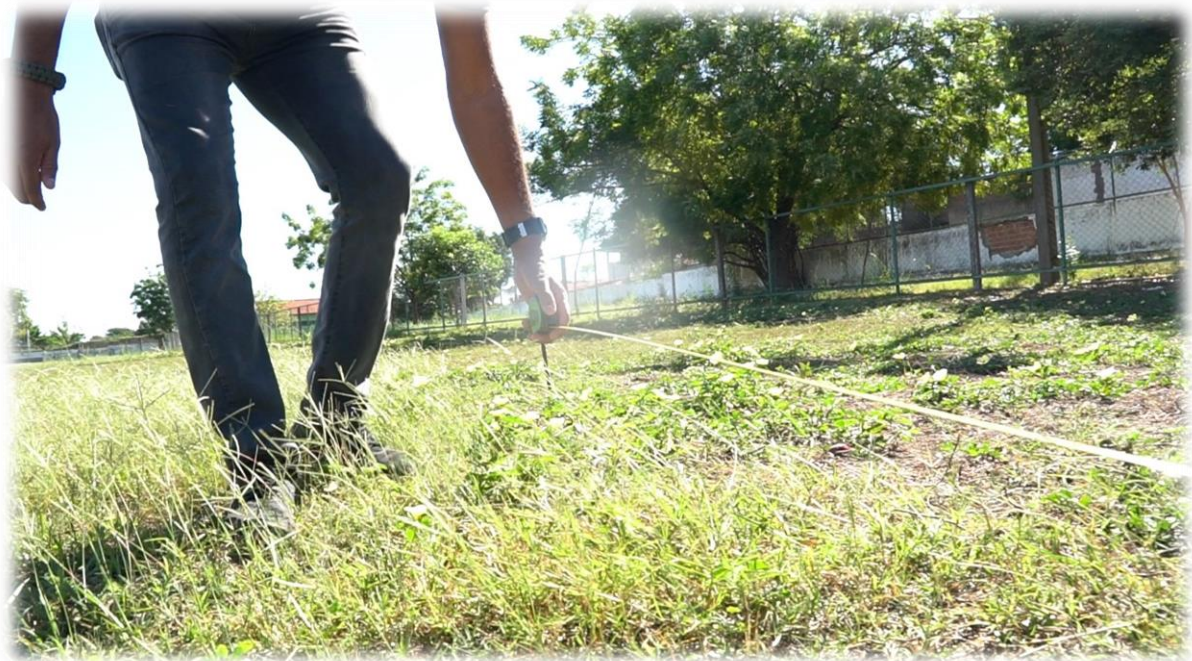
Tabela 04: Procedimentos gerais a serem realizados nas 1ª e 2ª parte da atividade prática

Procedimentos necessários antes da prática	<ul style="list-style-type: none"> • Medir o local destinado à prática;
	<ul style="list-style-type: none"> • Obter a delimitação da região de voo do <i>Drone</i>;
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar funcionalidade dos cronômetros;
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar o funcionamento do <i>Drone</i>;
	<ul style="list-style-type: none"> • Ler as instruções do roteiro da atividade;
	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar o <i>Drone</i>.
Primeira parte da Primeira etapa da prática	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar movimento na direção Horizontal;
	<ul style="list-style-type: none"> • Anotar na ficha os dados obtidos;
	<ul style="list-style-type: none"> • Responder as questões presentes no roteiro e analisar os resultados.
Segunda parte da Primeira etapa da prática	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar movimento na direção Vertical;
	<ul style="list-style-type: none"> • Anotar na ficha os dados obtidos;
	<ul style="list-style-type: none"> • Responder as questões presentes no roteiro e analisar os resultados.

Fonte: Autor (2021).

Com a trena métrica os alunos medirão todo o território que será usado para a atividade prática. É aconselhável usar distâncias entre 30 e 50 metros. As medidas de local colhidas por eles deverão ser colocadas na folha roteiro para que eles possam utilizar posteriormente essas informações nas conclusões do trabalho e obter os resultados para as questões presentes no roteiro.

Figura 04: Medição da área utilizada na atividade prática



Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

Em seguida deverão fazer a coleta do tempo que o *Drone* levará para percorrer de um ponto a outro da área inicialmente demarcada. Esses movimentos deverão acontecer nas direções horizontal e vertical, e isso servirá como base para o entendimento de movimentos de corpos nessas direções. Será feita a determinação da velocidade do *Drone* com ele se movimentando na direção horizontal. Eles determinarão a velocidade do *Drone* na Horizontal em ambos os sentidos, e anotarão os dados nas tabelas do roteiro.

Figura 05: Análise do movimento do *Drone*.

Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

Em seguida o *Drone* deverá ser colocado para realizar o movimento na Vertical e com isso mostrar para os alunos os possíveis movimentos que podemos fazer com o *Drone* nessa direção em ambos os sentidos. O *Drone* fornece a informações como velocidade e altura atingida em seu sistema operacional, então essas informações deverão ser repassadas aos alunos para que sejam acrescentados aos seus dados. Os alunos novamente anotarão os dados para analisar qual movimento foi mais rápido. Foi orientado a eles para verificarem esse movimento e diferenciar do realizado na no encontro anterior. Munidos dos dados os alunos anotaram na folha roteiro e determinaram a velocidade inicial do *Drone* nessa direção e anotarão no roteiro.

4.1.4 4º dia de Atividades

Nesse dia acontecerá a segunda parte da atividade prática, em que serão trabalhados os conceitos físicos da parte de Dinâmica do projeto. Para tal, colocaremos no mesmo cenário onde ocorrerá a primeira etapa prática do trabalho os alunos para dessa vez analisar como acontece o movimento do *Drone* com algumas forças externas atuando sobre ele. Nessa parte também o aluno conseguirá descrever uma explicação para o funcionamento dos *Drones*.

Na tabela abaixo se encontra descrito os materiais utilizados e duas respectivas funções para a prática.

Tabela 05: Equipamentos utilizados na 2ª parte da Atividade Prática.

Material	Função
Drone (modelo)	Aparato utilizado para obtenção dos dados da prática.
Caixinha de papel (10cm x 10cm)	Utilizada para anexar os pesos ao <i>Drone</i> .
Pesos de 50g e 100g (pedrinhas)	Utilizados para demonstração de massa anexada ao <i>Drone</i> .
Barbante de lã	Utilizado para fixar a caixa de papel ao <i>Drone</i> .
Roteiro da atividade prática	Servirá para o aluno como instrumento de coleta de dados da atividade, e como material de orientação das etapas.

Fonte: Autor (2021).

Antes da atividade prática, serão discutidos com os alunos os conceitos físicos das Leis de Newton, para que haja uma interação mais fácil daquilo que se pretende ser mostrado na atividade e o entendimento dos alunos acerca do que será observado. A compreensão desse conteúdo servirá de base para que o aluno consiga visualizar os conceitos físicos existentes no experimento e associá-los em outras situações semelhantes do cotidiano.

Figura 06: Drone modelo Tello DJI.

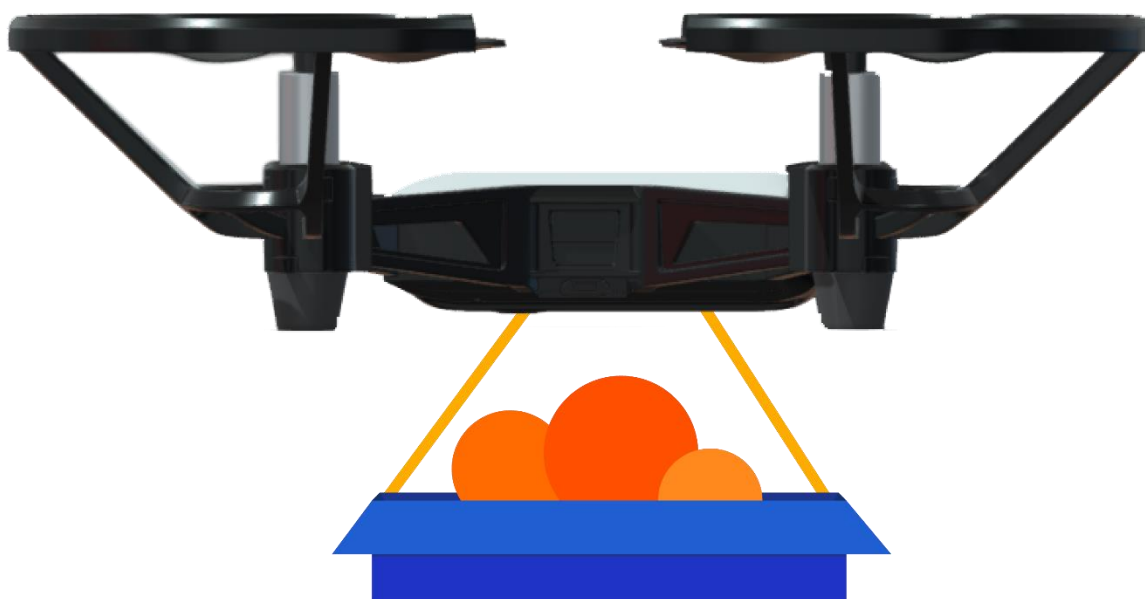


Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

A segunda atividade prática se dividirá em duas etapas, sendo a primeira etapa destinada à observação do movimento do *Drone* sem o peso (50g e 100g)

anexado. A análise desse momento servirá como base para a construção das respostas no questionário presente no roteiro. Por seguinte será montado o sistema *Drone* – massa anexada, em que o aluno irá averiguar o que acontece e assim responder as questões presentes no roteiro de atividades. A construção do cesto de papel pode seguir o molde disponibilizado no apêndice C. O cesto deverá ser preso ao *Drone* por barbantes como mostra a figura 07.

Figura 07: *Drone* com a massa anexada.



Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

Isso auxiliará ao professor pesquisador a montar a análise do trabalho, pois as respostas fornecidas pelos alunos em cada momento desenvolvido nesse projeto servirão como base para a construção da etapa final do projeto.

4.1.5 5º dia de atividades

Esse dia será destinado para a aplicação do terceiro questionário (Apêndice D). O questionário como mencionado anteriormente possuía apenas a finalidade de coleta de dados para a análise desse trabalho. Os alunos que participaram desse projeto poderão fornecer as respostas necessárias para a construção da discussão das ideias que usamos para construir a análise desse trabalho e assim poder verificar o potencial do *Drone* como ferramenta de apoio ao ensino de Física.

Figura 08: Alunos respondendo o 3º questionário.



Fonte: Arquivo Pessoal (2021).

O questionário é composto de 08 (oito) questões objetivas, em que as respostas direcionarão a avaliação do aluno acerca da atividade. Nesse questionário as questões foram construídas para que o aluno ao responder consiga avaliar de forma clara o potencial do *Drone* como instrumento de apoio nas atividades práticas do ensino de Física.

**APÊNDICE D:
MODELO CAIXA DE PAPEL**

