



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL BAIANO**  
**CAMPUS CATU**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**  
**E POPULARIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS**

**ELCIVAL CHAGAS DO NASCIMENTO**

**DESCOMPLICANDO A FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA:**  
**O *DRONE* COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO PARA A ALFABETIZAÇÃO**  
**CIENTÍFICA.**

**CATU - BA**  
**2022**

**ELCIVAL CHAGAS DO NASCIMENTO**

**DESCOMPLICANDO A FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA:  
O *DRONE* COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO PARA A ALFABETIZAÇÃO  
CIENTÍFICA.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Educação Científica e Popularização das Ciências do Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal Baiano, *Campus* Catu, apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Educação Científica e Popularização das Ciências.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ma. Yone Carneiro de Santana Gonçalves.

**CATU  
2022**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Catu  
Setor de Biblioteca

N244 Nascimento, Elcival Chagas do  
Descomplicando a física na educação básica: o *drone* como instrumento didático para a alfabetização científica/ Elcival Chagas do Nascimento. – 2022.

73 f.: il. color.

Orientador(a): Profa. Ma. Yone Carneiro de Santana Gonçalves.  
Bibliografia: p. 58-60.  
Monografia (especialização), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Educação Científica e Popularização das Ciências, Catu, 2022.

1. Física (Ensino médio) – 2. Física - estudo e ensino. 3. Educação científica. I. Gonçalves, Yone Carneiro de Santana. II. Título.  
CDU: 371.38

Índices para catálogo sistemático:

1. Educação por meio de atividades práticas – 371.38

Ana Paula Ribeiro – Bibliotecária – CRB5/1583

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL BAIANO**  
**CAMPUS CATU**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**  
**E POPULARIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**ELCIVAL CHAGAS DO NASCIMENTO**

**DESCOMPLICANDO A FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA:**  
**O *DRONE* COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO PARA A ALFABETIZAÇÃO**  
**CIENTÍFICA.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Educação Científica e Popularização das Ciências do Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal Baiano, *Campus* Catu, apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Educação Científica e Popularização das Ciências.

Aprovado em 19 de maio de 2022.

Professora Ma. Yone Carneiro de Santana Gonçalves (Orientadora)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Catu

Professora Dra. Sonia Guimarães (Avaliadora)  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA

Professor Me. Daniel dos Anjos Silva (Avaliador)  
Instituto Federal de Pernambuco – IFPE

Professor Me. Victor Ernesto Silveira Silva (Avaliador)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus* Catu

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e liberdade.

A minha saudosa mãe, Dulcinalva Gonçalves Alves (*In Memoriam*), quem permitiu que aqui eu estivesse e ao meu amigo, Sérgio Luciano (*In Memoriam*), quem contribuiu para minha aprendizagem na Aviação e para formação de centenas de pilotos remotos.

A minha família pelo apoio nos momentos difíceis, em particular a minha esposa Daiana Silva Mamona Nascimento, meus filhos Vitor Mamona Nascimento e Vinicius Mamona Nascimento e ao meu pai, Elcio Chagas do Nascimento, quem dedicou sua vida à minha formação e à proteção da sociedade.

À minha amiga e professora Marília Pinto Fontes, quem me ensina através do diálogo e à minha orientadora Professora Mestre Yone Carneiro de Santana Gonçalves, quem me conduziu, com maestria, a escrever sobre o que eu acredito.

Aos meus amigos e amigas do Grupamento Aéreo da Polícia Militar do Estado da Bahia e demais amigos e amigas que me incentivam a trilhar no caminho da sabedoria e do conhecimento.

“Nada é suficientemente bom. Então vamos fazer o que é certo, dedicar o melhor de nossos esforços para atingir o inatingível, desenvolver ao máximo os dons que Deus nos concedeu, e nunca parar de aprender”.

*(Ludwig Van Beethoven)*

“Em alguns pontos na curva da evolução existem obstáculos chamados desafios. Para muitos, usamos o bom senso, para poucos, a sabedoria e para os mais importantes o sacrifício”.

*(Elcival Chagas do Nascimento)*

## RESUMO

Apesar do avanço em termos da utilização de tecnologias digitais como ferramentas pedagógicas, ainda são poucas as iniciativas direcionadas ao ensino da Física na Educação Básica. Diante disso, o objetivo geral da presente pesquisa é verificar as possibilidades advindas da utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) como instrumento didático para o ensino da Física na perspectiva da Alfabetização Científica. Para tanto, realizou-se uma pesquisa-ação através do curso *Drones, Dinâmica de Voo e Leis de Newton*, contemplando professores de física e estudantes do ensino médio, de escolas públicas e particulares, de três cidades do Estado da Bahia. A investigação, tem os objetivos específicos de refletir sobre estratégias pedagógicas para o ensino da Física na Educação Básica, verificar se o uso da aeronave remota no processo de ensino possibilitaria a compreensão dos processos, práticas e procedimentos da investigação científica e identificar quais eixos estruturantes da Alfabetização Científica são atingidos. O processo de investigação identificou que o ensino da Física é excessivamente baseado em livros ou apostilas, voltado à memorização de fórmulas e resolução de exercícios em busca de “respostas corretas”. Do mesmo modo, foram experimentados métodos alternativos para o ensino da Física na perspectiva da Alfabetização Científica, demonstrando evidências sobre a compreensão dos processos, práticas e procedimentos do trabalho científico, identificando a incidência de: (01) Compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais; (02) Compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e (03) Entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente da Alfabetização Científica e indícios de aprendizagem significativa. Diante disso, constatou-se que a aeronave remotamente pilotada pode ser um instrumento didático eficiente, para o ensino da Física na Educação Básica na perspectiva da Alfabetização Científica, se associada a uma sequência didática. Por conta de tal constatação e por ser um pesquisador implicado no processo da pesquisa-ação, sugere-se novos estudos diante dos indícios observados sobre aprendizagem significativa dos participantes.

**Palavras-chave:** Ensino da Física; Aeronaves Remotamente Pilotadas; Alfabetização Científica.

## ABSTRACT

Despite the advance in terms of the use of digital technologies as pedagogical tools, there are still few initiatives aimed at teaching Physics in Basic Education. Thus, the general objective of the present research is to examine the possibilities of use of Remotely Piloted Aircraft (RPA) as a didactic instrument for the teaching of Physics in the perspective of Scientific Literacy. Therefore, an action research was carried out through the course Drones, Flight Dynamics and Newton's Laws, with the participation of physics teachers and high school students, from public and private schools, from three cities in the State of Bahia. For this investigation it was set the following specific objectives: to reflect on pedagogical strategies for the teaching of Physics in Basic Education; to verify whether the use of remote aircraft in the teaching process would enable the understanding of the processes, practices and procedures of scientific investigation and to identify which structuring axes of the Scientific Literacy are achieved. The investigation process identified that Physics teaching is not only excessively based on books or handouts but also aimed at memorizing formulas and solving exercises in search of “correct answers”. In the same way, alternative methods were tried for the teaching of Physics from the perspective of Scientific Literacy, demonstrating evidence on the understanding of the processes, practices and procedures of scientific work, identifying the incidence of: (01) Comprehension of terms, concepts and scientific knowledge fundamental; (02) Comprehension the nature of Science and the ethical and political factors that surround its practice; and (03) Understanding the existing relationships between Science, Technology, Society and the Scientific Literacy Environment and evidence of meaningful learning. In view of this, it was found that RPA can be an efficient didactic instrument for the teaching Physics in Basic Education from the perspective of Scientific Literacy, if associated with a didactic sequence. Due to this finding and the fact that the researcher is involved in the action research process, new studies are suggested in view of the evidence observed about the participants' meaningful learning.

**Keywords:** Teaching Physics; Remotely Piloted Aircraft; Scientific Literacy.



## LISTA DE FÍGURAS

Figura 1 - Logomarca do Projeto Intervencional.....	28
Figura 2 - Figura 2- Website do projeto Educação Científica em Foco.....	28
Figura 3 - Canal do YouTube.....	29
Figura 4 - Rede Social Instagram.....	29
Figura 5 - Grupo de WhatsApp.....	29
Figura 6 - Plataforma Web Desing CANVA.....	30
Figura 7- Página inicial do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA-DDLN).....	30
Figura 8 - Área do curso no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA-DDLN).....	31
Figura 9 - Mensagem de E-mail informando sobre o primeiro encontro.....	32
Figura 10 - Primeiro encontro virtual.....	35
Figura 11 - Visita virtual ao GRAER-PMBA.....	36
Figura 12 - Resposta do participante EEB4.....	37
Figura 13 - Explicação sobre um acidente aéreo na ótica das Leis de Newton.....	38
Figura 14 - Explicação sobre um acidente aéreo na ótica das Leis de Newton.....	39
Figura 15- Resposta da participante EEB5.....	40
Figura 16 - Página do AVA sobre Aplicação da equação de Bernoulli.....	41
Figura 17 - Página do AVA sobre Meteorologia Aeronáutica.....	42
Figura 18 - Resposta da participante EEB5.....	43
Figura 19 - Resposta da participante EEB8.....	43
Figura 20 - Página do AVA sobre a História das ARP.....	45
Figura 21 - Momento no vídeo da colisão entre o drone e o rotor de cauda do Helicóptero.....	46
Figura 22 - Resposta do participante EEB3.....	47
Figura 23 - Manhã, Feira de Santana - BA.....	48
Figura 24 - Tarde, Feira de Santana - BA.....	48
Figura 25 - Aula prática 01 - Guanambi-BA.....	49
Figura 26 - Aula prática 02 - Guanambi-BA.....	49
Figura 27 - Mensagem do participante EEB11 no grupo de WhatsApp.....	49
Figura 28 - Aula prática 01, Catu-BA.....	50
Figura 29 - Aula prática 02, Catu-BA.....	50
Figura 30 - Registro do último encontro virtual.....	52

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultado do processo seletivo. ....	32
Gráfico 2 – Desistentes do curso DDLN. ....	33
Gráfico 3 - Concluintes do curso DDLN. ....	33
Gráfico 4 - Percepção do ensino da Física na Educação Básica. ....	34

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICA E HISTÓRICA .....</b>	<b>11</b>
5.1. DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO: INTER-RELAÇÕES.....	11
5.2. INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA À EDUCAÇÃO CIENTÍFICA ...	14
5.3. AS TECNOLOGIAS DIGITAIS E O ENSINO DA FÍSICA PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	18
<b>3. METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>23</b>
<b>4. A INTERVENÇÃO.....</b>	<b>25</b>
4.1. O CURSO <i>DRONES</i> , DINÂMICA DE VOO E LEIS DE <i>NEWTON</i> (DDLN).....	27
4.2. RECURSOS PARA REALIZAÇÃO DO CURSO DDLN .....	27
4.3. APLICAÇÃO DO CURSO DDLN .....	30
4.4. CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA.....	31
<b>5. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>34</b>
5.4. ENCONTRO 1: MERGULHO NO ESPAÇO NÃO FORMAL DE ENSINO.....	35
5.5. ENCONTRO 2: ASSOCIAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO COM A CURIOSIDADE ESTUDANTIL .....	38
5.6. ENCONTRO 3: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS DA AVIAÇÃO PARA A VIDA .....	40
5.7. ENCONTRO 4: A ATRAÇÃO PELA TECNOLOGIA COMO MOTIVAÇÃO PARA APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO .....	44
5.8. ENCONTRO 5: APRIMORAMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO ATRAVÉS DA PRÁTICA COM A AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA .....	47
5.9. ENCONTRO 6: O SABER CIENTÍFICO COMO RESULTADO DA ATIVIDADE PRÁTICA.....	51
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>53</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>
<b>8. APÊNDICE A - PLANO DE CURSO.....</b>	<b>61</b>
<b>9. APÊNDICE B - PLANO DE AULA.....</b>	<b>63</b>
<b>10. APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE PESQUISA .....</b>	<b>67</b>
<b>11. ANEXO A – PERMISSÃO DE VOO (SARPAS).....</b>	<b>73</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Muito se tem discutido sobre a importância da Educação Científica, mas não o suficiente para vê-la disseminada nas práticas educativas. Ainda se faz necessário pensar o caminho pelo qual ela é construída, a começar pela compreensão de como a Alfabetização Científica se processa. Alfabetizar cientificamente, vai além de apresentar conhecimentos construídos ao longo da história e ultrapassa os limites físicos da sala de aula. Este processo, consiste em possibilitar a leitura de mundo a partir dos empreendimentos científicos, tanto em termos de apropriação de conceitos quanto pelo uso de metodologias de investigação, visando desencadear a compreensão das inter-relações entre as ciências, seus produtos e suas implicações socioambientais.

Contudo, é preciso superar as formas limitantes das práticas educativas, a exemplo do ensino de Ciências, que no ambiente escolar é normalmente focado na transmissão de conteúdo, enquanto a compreensão sobre o trabalho científico e a aplicabilidade dos conhecimentos científicos ficaram fora dos muros das escolas e restritos a grupos específicos da sociedade. No mesmo sentido, exemplifica-se a Física na Educação Básica, que na maioria das vezes é ensinada de forma descontextualizada, através de didáticas mecanizadas e voltada para a testagem como meio de avaliação da aprendizagem. Por conta disso, questiona-se: De que modo é possível utilizar a aeronave remota para facilitar o processo de ensino da Física para que a aprendizagem seja significativa na Educação Básica?

Por conta de tal problemática, também por ser um pesquisador implicado com o ensino da Física e com a experiência em operação de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas, foi possível construir uma investigação científica através de uma pesquisa baseada na ação denominada “Curso *Drones*, Dinâmica de Voo e Leis de *Newton*”, que fora desenvolvida, buscando-se respostas às seguintes perguntas: 01) quais seriam as possíveis estratégias metodológicas para o ensino da Física com a utilização de aeronaves remotamente pilotadas? 02) a utilização de aeronaves remotamente pilotadas, como instrumento didático, possibilitaria a compreensão dos processos, práticas e procedimentos do trabalho científico para a Alfabetização Científica? E 03) quais eixos estruturantes da Alfabetização Científica são atingidos utilizando-se aeronaves remotas como recurso didático?

Envolto neste propósito, mergulhou-se na investigação com o objetivo de identificar os aspectos da Alfabetização Científica que poderiam ser evidenciados no decorrer da pesquisa. Para tanto, aos sujeitos da pesquisa foram apresentadas informações técnicas e de conceitos da Física para o entendimento sobre dinâmica de voo, funcionamento das aeronaves

e legislações pertinentes para acesso ao espaço aéreo brasileiro, além de experimentarem a prática de voo com a utilização de uma aeronave remota para compreensão das implicações socioambientais do seu uso.

Nessa perspectiva, buscou-se: verificar como ocorre a transposição dos conhecimentos técnicos e de conceitos da Física para o entendimento sobre o funcionamento das aeronaves remotas; elucidar de que forma a utilização de aeronaves remotas, como instrumento didático, pode provocar a Alfabetização Científica; evidenciar aspectos da Alfabetização Científica que emergiram dos participantes do curso *Drones*, Dinâmica de Voo e Leis de *Newton*.

Com estas finalidades, apresenta-se neste texto uma fundamentação teórica que permite ampliar a percepção acerca das inter-relações entre o desenvolvimento Científico e o Tecnológico, entre a Ciência e Tecnologia e a Educação Científica e entre as tecnologias digitais e o ensino da Física, dedicando a essas últimas uma atenção especial para a Alfabetização Científica que poderia ser promovida.

Em seguida se apresenta a metodologia da pesquisa-ação utilizada no processo investigativo, trazendo as razões por sua opção, apresentando os referenciais que a sustentam e explicitando o seu desenvolvimento do processo investigativo.

Dando continuidade apresenta-se a ação, também chamada de intervenção, a princípio lastreando teoricamente a utilização da aeronave remotamente pilotada como recurso didático e em seguida, apresentando a ação propriamente dita: o Curso *Drones*, Dinâmica de Voo e Leis de *Newton*. Este tópico, dedica-se a explicitar os recursos utilizados no curso, a caracterizar os participantes e a apresentar a estrutura do curso.

Após a apresentação da ação, o empreendimento interpretativo do pesquisador é apresentado no tópico intitulado “Resultados e Discussões”, onde se optou por contextualizar os encontros realizados na ação como oportunidade de percepção dos indícios de Alfabetização Científica emergidos dos sujeitos da pesquisa.

Por fim, em mais um esforço de síntese dos resultados, apresenta-se as considerações finais, dedicando também a esse tópico apresentação das limitações evidenciadas na pesquisa e sugestões para pesquisas futuras.

## 2. FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICA E HISTÓRICA

### 5.1. DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO: INTER-RELAÇÕES

O prelúdio do “pensamento científico” ocorreu na Grécia antiga a mais de 25 séculos. As condições sociais e históricas da época também contribuíram para o surgimento da filosofia, que influenciou por séculos o desenvolvimento científico através de filósofos como: *Demócrito* (460-370 a.C.), *Sócrates* (469-399 a.C.), *Platão* (427-347 a.C.), *Aristóteles* (384-322 a.C.) dentre outros. A ciência e a filosofia foram fundamentais para o desenvolvimento da sociedade, pois teorias filosóficas partiam de fenômenos que a ciência não consegue explicar de modo racional ou científico, sejam eles naturais ou sociais, assim muitas descobertas científicas tiveram raízes em questionamentos filosóficos.

A ciência e a filosofia andam de mãos dadas, divergindo somente quando algo não pode ser explicado cientificamente na sua totalidade. “A filosofia baseia-se fundamentalmente na razão, tanto como a ciência, mas, ao buscar comprovações empíricas acerca dos fatos, a ciência produz conhecimentos verificáveis” (*APPOLINÁRIO*, 2006, p.11).

Ao longo dos séculos, concepções filosóficas contribuíram para o desenvolvimento dos métodos científicos, dentre elas o empirismo, difundida por *Francis Bacon* (1561-1626), e o racionalismo, por *René Descartes* (1596-1650). *Galileu Galilei* (1564-1642) foi considerado o primeiro cientista moderno, por proclamar o princípio da independência do pensamento científico das interferências religiosas e filosóficas, unindo assim o empirismo e o racionalismo. Para *Appolinário* (2006, p.24), “ele foi o pioneiro em estabelecer um marco divisório claro entre ciência, filosofia e religião”, marcando assim o início de uma das revoluções científicas.

Debates sobre os benefícios sociais da ciência ocorrem desde as primeiras descobertas científicas e se aprofundaram com a filosofia da ciência, no início do século XVII, sendo *Francis Bacon* seu maior contribuinte.

A filosofia da ciência tem uma história. *Francis Bacon* foi um dos primeiros a tentar articular o que é o método da ciência moderna. No início do século XVII, propôs que a meta da ciência era o melhoramento da vida do homem na terra e, para ele, essa meta seria alcançada por meio da coleta de fatos com observação organizada e derivando teorias a partir daí. (*CHALMERS*, 1993, p.19)

O avanço tecnológico, proporcionado pelo trabalho científico, exigiu aperfeiçoamento em todos os campos das ciências. Para *Chalmers* (1993, p.18), “episódios na história da ciência [...] não se realizaram por meio de nada semelhante aos métodos tipicamente

descritos pelos filósofos”, sendo exemplos, novos conhecimentos científicos apresentados por *Nicolau Copérnico* (1473-1543), *Antoine Lavoisier* (1743-1794), *Hermann Helmholtz* (1821-1894) dentre outros. Por consequência, o trabalho científico cresceu exponencialmente causando o desenvolvimento de inovações e milhares novas de tecnologias, além de impactos em todos os segmentos sociais e ramos das ciências.

O período entre os séculos XVII e XIX, considerado a fase inicial da ciência moderna, “foi extremamente profícuo em ideias e personagens importantes, muitos dos quais conviveram e até colaboraram ou mesmo se rivalizaram” (APPOLINÁRIO 2006, p.27). Isaac *Newton* (1642-1727), com a obra *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, publicada em 1687, consolidou a revolução copernicana através dos cálculos que demonstram a hipótese da gravitação universal. “A partir de *Newton*, se compreenderia que um sistema em rotação como a Terra tem consequências observáveis, mas essas são minúsculas na escala da nossa experiência cotidiana” (FREIRE Jr., 2013, p. 153-154).

Os estudos de *Newton* sobre cálculo diferencial, decomposição da luz, gravitação universal e Leis da mecânica contribuíram para o surgimento do termo “Física Clássica” que segundo Freire Jr. (2013, p. 155) “foi criado para descrever as teorias da mecânica, da termodinâmica e do eletromagnetismo, o qual inclui a ótica”. Vale ressaltar que o processo da revolução industrial, iniciado no século XVIII, é fruto do desenvolvimento tecnológico provocado pelos estudos científicos daquele período. Contudo, apesar da produção científica apresentar números consideráveis e adquirir o respeito da sociedade, por conta das suas descobertas e desenvolvimento, naquela época, existiam limitações para o avanço tecnológico.

O êxito da síntese newtoniana gerou uma crença desmedida nos seus fundamentos, levando os próprios físicos a um esquecimento das escolhas presentes na criação dessa teoria, bem como a crença, igualmente irrazoável, na indução como sinônimo de método científico [...] seria preciso esperar o início do século XX para que se compreendesse as limitações existentes nos fundamentos da mecânica newtoniana (FREIRE Jr., 2013, p. 148;154).

No século XIX, o trabalho científico contribuiu para o avanço tecnológico, de forma tão significativa, que o período ficou conhecido como a Segunda Revolução Industrial. Destacou-se no período, o engenheiro eletricitista e inventor *Nikola Tesla* (1856-1943), com milhares de invenções e centenas de patentes registradas pelo mundo. A partir dos estudos sobre a radiofrequência, *Tesla* desenvolveu o controle remoto por ondas de radiofrequência e o primeiro veículo controlado remotamente, patenteando o projeto com o título “Método e

aparelho para controlar mecanismos de embarcações em movimento ou veículos” (*TESLA*, 1898, p. 06, tradução nossa)<sup>1</sup>.

Este pesquisador, que esteve à frente do seu tempo, desenvolveu estudos e experimentos que serviram de base para a criação de milhares de tecnologias, dentre as mais conhecidas temos: o motor elétrico por indução de corrente alternada e a bobina de Tesla. Em suas palavras, *Tesla* (1898, p. 07, nossa tradução) previa que embarcações e veículos, de todos os tipos e tamanhos, poderiam ser controlados remotamente para transporte de cargas, correspondências e materiais ou utilizados para desenvolver trabalhos científicos, de engenharia ou com objetivos comerciais. O controle por ondas de radiofrequência, por exemplo, foi utilizado por *Nikola Tesla*, em 1898, para controlar a distância um pequeno barco, tornando-se um dispositivo universal que hoje é bastante usado para controlar robôs, carros, barcos e até aeronaves de maneira remota, a exemplo dos *drones*.

Na trilha da história, a Física Moderna surgiu com o desenvolvimento de novas teorias científicas no início do século XX, que provocaram profundas mudanças conceituais em relação à mecânica newtoniana, sendo a relatividade e a quântica as pioneiras. Tecnologias fundamentadas em fenômenos elétricos e eletromagnéticos permitiram, juntamente com estudos nas mais diversas áreas das ciências, como hidrodinâmica e radioatividade, desenvolver equipamentos que beneficiaram a humanidade. Tais tecnologias foram aperfeiçoadas ao longo do tempo e são utilizadas até os dias atuais, dentre elas a lâmpada, o rádio, o avião e até mesmo o veículo aéreo não tripulado (VANT).

Neste contexto, a sociedade foi beneficiada pelo avanço tecnológico e acompanhou o desenvolvimento de teorias e do trabalho científico. Por conta disso, a humanidade passou a acreditar na ciência e a ter suas teorias como “verdades”. Não é à toa que o termo “cientificamente comprovado” é utilizado para valorar um produto ou validar uma opinião. De acordo com Santos e *Mortimer* (2000, p. 111), “a supervalorização da ciência gerou o mito da salvação da humanidade, ao considerar que todos os problemas humanos podem ser resolvidos cientificamente”.

Portanto, é fundamental compreender como o trabalho científico produz o avanço tecnológico através do desenvolvimento de novas tecnologias, que por sua vez são popularizadas e absorvidas pela humanidade. Segundo *Perez* (2001, p. 139), “conseguir uma melhor compreensão do trabalho científico tem, em si mesmo, um indubitável interesse, em

---

<sup>1</sup> *Method of and apparatus for controlling mechanism of moving vessels or vehicles.*



particular para os que são responsáveis, em boa medida, pela educação científica de futuros cidadãos de um mundo marcado pela ciência e pela tecnologia”.

## 5.2. INTER-RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA À EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

A inter-relação da ciência e tecnologia com interesses políticos de grupos específicos da sociedade pode ser verificada em vários momentos da história da humanidade, porém considera-se marco da compreensão desta inter-relação o contexto temporal da Segunda Guerra Mundial (1930-1945), onde os Estados Unidos (EUA) e a extinta União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) tiveram dois inimigos em comum: a Alemanha e o Japão.

A Alemanha, então uma superpotência no desenvolvimento científico, utilizou diversas tecnologias durante a Segunda Guerra, atualmente consideradas precursoras das mais modernas inovações, a exemplo da máquina Enigma, que utilizava criptografia para transmissão de mensagens, o computador Z1, considerado a primeira máquina digital programável e a bomba guiada *Fieseler Fi 103*. Ressalta-se que a bomba guiada alemã, mais conhecida como V-1, é reconhecida como a primeira Aeronave Remotamente Pilotada (*Remotely Piloted Aircraft - RPA*) do mundo e serviu de inspiração para o desenvolvimento dos recursos de controle dos *drones* atuais.

Provocados por interesses bélicos, os EUA e a URSS passaram a desenvolver ciência e tecnologia em larga escala, o que os elevou ao posto de superpotências mundiais com a derrota da Alemanha e a rendição do Japão, determinando assim o fim da Segunda Guerra. Porém, diante das atrocidades ocasionadas pelo uso indiscriminado dos aparatos bélicos, principalmente por parte dos EUA, a sociedade não ficou alheia aos impactos sociais, econômicos e ambientais provocados por tais tecnologias. Segundo *Losurdo* (2004, p. 29), “a notícia da horrível destruição de *Hiroshima* e *Nagasaki* provocou inquietação e mesmo indignação na opinião pública norte-americana”.

Mais adiante, agora no contexto da denominada Guerra Fria (1945-1990), a evidente bipolarização mundial entre os Estados Unidos e a União Soviética só contribuiu para o crescimento nos investimentos em ciência e tecnologia, alertando as outras nações para o caminho do que era considerado desenvolvimento científico e tecnológico.

A busca desenfreada pelo domínio de conhecimentos científicos, que aumentassem a capacidade tecnológica, principalmente a bélica, provocou vários avanços, dentre os mais importantes o da indústria eletrônica. A URSS, que mantinha uma “reserva

intelectual” mais aprimorada que a dos EUA, apresentou resultados mais eficientes no desenvolvimento de foguetes (também conhecidos como mísseis ou projéteis dirigíveis).

É necessário que digamos logo, pelo menos no que diz respeito ao período stalinista, que o horror é uma face da moeda. A outra pode ser sintetizada [...] o quinto plano quinquenal para a educação representou um esforço organizado para combater o analfabetismo [...]. Entre 1927-28 e 1932-33, o número de alunos das universidades e dos institutos superiores subiu de 160.000 para 470.000; o percentual dos estudantes de origem operária aumentou de um quarto para a metade (*LOSURDO*, 2004, p. 45-46).

Por este motivo, a União Soviética, que detinha mão de obra técnica e qualificada, desenvolveu o projeto *Sputnik* e como resultado lançou, em órbita da Terra, o Satélite *Sputnik 1*, em 4 de outubro de 1957. Este ato foi considerado o estopim da Corrida Espacial e do vultoso investimento norte-americano em Educação Científica.

A corrida espacial gerada nos anos de 1960 pela disputa política e econômica entre as duas superpotências no período da Guerra Fria passou a influenciar os currículos e, conseqüentemente, a didática para o ensino de ciências no resto do mundo. Dessa forma, adota-se esse evento como ponto de partida para iniciar as ponderações acerca do ensino de ciências (*SOUZA e ALMEIDA*, 2020, p.151).

Por outro lado, os efeitos colaterais produzidos pelas atividades científicas (acidentes nucleares, derramamento de petróleo, envenenamento por fármacos, entre outros) levaram as comunidades acadêmicas a questionarem sobre as responsabilidades da aplicação acelerada das tecnologias e do desenvolvimento científico-tecnológico. Segundo *Praia e Cachapuz* (2005, p.175) “a escalada de algumas conseqüências do desenvolvimento tecnocientífico [...] engendra hoje múltiplas e vivas polêmicas e apela para tomadas de posição e de decisões que não competem apenas e só às comunidades científica e tecnológica”.

Os debates éticos sobre o trabalho científico ficaram acalorados, quando muitas tecnologias provenientes dos estudos da física, biologia e química, passaram a ser utilizadas em larga escala, principalmente nos Estados Unidos. Por exemplo, o Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), utilizado nos campos de batalha para eliminar insetos transmissores da tifo, malária e febre amarela, foi declarado um eficaz inseticida por *Paul Hermann Müller* (1899-1965), provocando a utilização do DDT como pesticida e inseticida residencial, o que lhe rendeu o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina de 1948.

Com o uso desenfreado do DDT, os efeitos negativos passaram a ser notados, principalmente na fauna, o que motivou a fazendeira *Olga Owens Hickns* a escrever para a cientista e bióloga marinha *Rachel Louise Carson* (1907-1964), relatando “a morte de uma grande quantidade de pássaros após a pulverização aérea de uma propriedade vizinha” (*BONZI*, 2013, p. 210). Por este motivo, a bióloga desenvolveu uma pesquisa sobre os efeitos negativos

dos pesticidas e, por conta dos resultados, escreveu o livro *Primavera Silenciosa (Silent Spring)*, lançado em 1962.

Por consequência, o DDT e outras onze substâncias tóxicas foram proibidas ou sofreram restrições nos EUA, rendendo a *Rachel Carson* o título de “mãe do ambientalismo” e tornando o livro *Primavera Silenciosa* referência para o “movimento ambientalista moderno” (BONZI, 2013, p. 207-208), dando início ao Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

No mesmo sentido, a obra “A Estrutura das Revoluções Científicas” de *Thomas Kuhn* (1922-1996), também lançada em 1962, fortaleceu o Movimento CTS, a partir do questionamento da gestão tecnocrática e do desenvolvimento científico e tecnológico. Segundo *Thomas Kuhn*,

As revoluções políticas iniciam-se com um sentimento crescente, com frequência restrita a um segmento da comunidade política, de que as instituições existentes deixaram de responder adequadamente aos problemas postos por um meio que ajudaram em parte a criar [...]. Tanto no desenvolvimento político como no científico, o sentimento de funcionamento defeituoso, que pode levar à crise, é um pré-requisito para a revolução (1998, p. 126).

Outrossim, o medo de que a Corrida Espacial se tornasse uma Guerra Nuclear causou pânico em todo planeta. Nos Estados Unidos, o sentimento de atraso científico, tecnológico e militar acelerou a reforma educacional que fora iniciada em 1956 com o Projeto *PSSC – Physical Science Study Committee* (Comitê de Estudos de Ciências Físicas), tendo apoio da sociedade e do Governo Federal. Por consequência, para Costa e Barros (2019), o ensino da Física tomou um impulso motivado pelo surgimento de diversas carreiras técnicas que passaram a oferecer novas oportunidades profissionais.

Segundo Gomes, neste mesmo período no Brasil “o processo de industrialização e as influências externas das políticas mundiais, exigiram mudanças na estrutura curricular, sendo as disciplinas científicas as mais privilegiadas” (2014, p. 02). Diante disso, o governo brasileiro criou a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e a Universidade Federal de Brasília visando o desenvolvimento de produtos genuinamente brasileiros e investiu no ensino de ciências, através da criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura, que foram ações fundamentais para o avanço científico e tecnológico no país (GOMES, 2014).

Na década de 1970, o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) surge como proposta curricular, visando demonstrar que as descobertas científicas e a aplicabilidade de tecnologias provocam diversos tipos de desenvolvimentos, sejam eles sociais, culturais, políticos, éticos etc.

Na educação básica, o objetivo central do enfoque CTS é favorecer a educação científica e tecnológica dos alunos, auxiliando-os a construir conhecimentos, habilidades e valores essenciais para que possam tomar decisões responsáveis sobre questões de Ciência e Tecnologia, para que obtenham um olhar crítico sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, uma vez que este enfoque amplia os debates em sala de aula acerca de questões políticas, econômicas, culturais, sociais, ambientais e éticas (LINO PINTO; VERMELHO, 2017, p. 3).

Esses currículos apresentam uma concepção de ciência como atividade humana relacionada à tecnologia; de sociedade que possa resolver seus problemas sociais; de alunos preparados para tomarem decisões práticas com base científica da tecnologia; e de professores comprometidos com a construção do conhecimento e atentos às inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e sociedade (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Por esta razão, o ensino de ciências precisa contemplar vários aspectos, dentre eles o histórico e filosófico, de forma que favoreçam a participação de todos na construção de um diálogo para o entendimento da natureza da ciência e do progresso tecnológico. Para Moreno e Del Pino (2017, p. 01), “o enfoque Ciência Tecnologia e Sociedade – CTS (ou CTSA) promove estratégias diferenciadas no campo da Educação Científica com o intuito de melhorar a formação cidadã e promover uma visão mais adequada de ciência e tecnologia”.

Da mesma forma, os conteúdos propedêuticos da Física precisam ser significativos para o aprendiz, de maneira que desenvolvam o pensamento crítico, com base em seus conhecimentos prévios e sejam capazes de tomar decisões no cotidiano a partir dos novos saberes científicos. Para Moreira (2010),

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2010, p. 02).

Nesta perspectiva, a Alfabetização Científica pode contribuir para a Aprendizagem Significativa, por se tratar de um dos meios que conduz os estudantes à compreensão dos processos, práticas e procedimentos do trabalho científico a partir do entendimento de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais. De acordo com Chassot (2003, p. 90), “não se pode mais conceber propostas para um ensino de ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes”.

Neste sentido, entende-se que a Educação Científica pode proporcionar o desenvolvimento do pensamento crítico e o entendimento sobre as implicações sociais da ciência, favorecendo a construção de uma sociedade mais democrática, “onde os cidadãos

possam se posicionar frente aos avanços da ciência e da tecnologia, especialmente, aqueles que sofrem as consequências diretas do desenvolvimento tecnocientífico descontrolado” (MORENO; DEL PINO, 2017, p. 01).

Nesta perspectiva, se faz necessário repensar o modelo didático tradicional e a metodologia. O primeiro é caracterizado pela transmissão sistemática, linear e rígida do conhecimento, enquanto a metodologia é baseada na transmissão verbal do professor e uso exclusivo do livro. No ensino da Física, por exemplo, observa-se a ênfase na memorização de fórmulas, resolução de exercícios repetitivos, ausência da prática experimental e descontextualização dos conteúdos (COSTA; BARROS, 2019). Nesse sentido,

Todos podemos participar nas decisões implicadas pelos grandes avanços da ciência e da tecnologia, contribuir para consensos com base numa argumentação partilhada[...]. Partilhar não significa, então, homogeneizar a participação[...]. É a necessidade da compreensão de questões sociais relacionadas com a ciência e com a tecnologia que exige que as pessoas sejam científicas e tecnologicamente alfabetizadas (PRAIA E CACHAPUZ, 2005, p. 181).

Neste contexto, a Alfabetização Científica tem papel primordial “por ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida [...] como uma possibilidade para fazer correções em ensinamentos distorcidos” (CHASSOT, 2003, p. 91).

Em suma, a Educação Científica com enfoque CTS promove o processo de ensino e de aprendizagem baseado em discussões sobre ciência, tecnologia e suas implicações sociais e ambientais, criando nos aprendizes uma visão crítica adequada sobre os modelos e valores do desenvolvimento científico e tecnológico, tornando-os capazes de solucionar problemas tanto da sociedade contemporânea quanto da própria vida.

### 5.3. AS TECNOLOGIAS DIGITAIS E O ENSINO DA FÍSICA PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A Física começou a ser lecionada no Brasil ainda no período colonial, sendo aplicada no ensino médio e superior. Contudo, foi a busca pela hegemonia na “corrida espacial”, na década de 60, que provocou o investimento dos Estados Unidos em “recursos humanos e financeiros sem paralelo na história da educação, para produzir os hoje chamados projetos de 1ª geração do ensino de Física, Química, Biologia e Matemática para o ensino médio” (KRASILCHIK, 2000, p. 85). Os resultados destes investimentos também influenciaram o sistema educacional brasileiro, que passou a abarcar parte desses projetos.

Por este motivo, o ensino de Física ganhou força, tanto para compreensão da realidade daquele momento, que produziu a necessidade de se estudar física para uma melhor colocação na sociedade, quanto pelo surgimento de novas carreiras técnicas, que provocaram a geração de diversas oportunidades profissionais (COSTA; BARROS, 2019).

No país, desde a década de 1980, diversas atividades são desenvolvidas visando a melhoria da docência em Física. Conforme Moreira (2018),

A pesquisa em ensino de Física no Brasil tem longa tradição e é reconhecida internacionalmente. [...] simpósios, oficinas, projetos, livros e demais materiais foram desenvolvidos desde o surgimento e consolidação de uma área de ensino de Física. Grandes professores, pesquisadores e produtores de recursos instrucionais deixaram sua marca no ensino de Física no Brasil (MOREIRA, 2018, p. 73).

Apesar do avanço em termos de ideias e propostas, o ensino da Física na Educação Básica vem enfrentando problemas que vão desde conteúdos descontextualizados à formação inadequada dos docentes em relação ao avanço tecnológico. Para Moreira (2017, p. 03), “o ensino da Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada”.

Dados estatísticos revelam que a Física, muitas vezes, é ministrada por professores não especializados. Como exemplo, Nascimento (2020) em seus estudos baseados em microdados do Censo escolar, nos revela que em 2018, dos 44.706 professores que lecionam a Física nas escolas públicas estaduais do Brasil, apenas 09 mil possuíam licenciatura na área, o que corresponde aproximadamente a apenas 20% (vinte por cento) do total. Apesar das várias políticas públicas para formação de professores, a evasão acadêmica dos cursos de Licenciatura em Física é assustadora.

Segundo o Censo da Educação Superior 2019, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e divulgado em outubro de 2020, o curso de Licenciatura em Física apresenta uma taxa de desistência de 75% (setenta e cinco por cento), apesar de ocupar o 10º (décimo) lugar em matrículas entre os 15 (quinze) maiores cursos de licenciatura no Brasil.

Com relação a metodologia, a ausência de práticas experimentais, dependência excessiva do livro e ênfase na memorização de fórmulas revelam carências crônicas de estratégias pedagógicas. Por estes e outros motivos, “a escola passou a ser criticada por não estar contribuindo com uma formação para a ciência e a tecnologia que cultive a atitude crítica e participativa com respeito a esses campos dos saberes” (BARBOSA, 2017, p. 164).

Costa e Barros afirmam que, um dos motivos pelo desinteresse pela Física, corresponde ao acesso tardio de boa parte dos estudantes a esta área do conhecimento. A Física, é apresentada no ensino fundamental através da disciplina de ciências, de modo superficial e sem a contextualização devida. No nível médio, esta disciplina “é ensinada da primeira à terceira série, cobrindo um conjunto extenso de conteúdos, desde a mecânica ao eletromagnetismo e, raramente, até a física moderna e contemporânea” (COSTA; BARROS, 2019, p. 115).

Diante das problemáticas da Educação Básica, que neste texto se caracterizam pelo ensino da Física, Políticas Públicas voltadas para melhoria do ensino foram desenvolvidas, dentre elas o lançamento da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a implantação do Novo Ensino Médio, que representam um avanço significativo para o desenvolvimento de ações pedagógicas voltadas para o ensino em todas as áreas do conhecimento.

Neste contexto, a BNCC afirma que “a sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico” (BRASIL, 2018, p. 217) e por este motivo a Educação Básica deve romper com as visões reducionistas dos métodos de ensino tradicional para formar e desenvolver uma concepção global no aprendiz, com o objetivo de desenvolver competências para atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades, além de aprender a aprender (BRASIL, 2018).

No mesmo sentido, o Conselho Nacional de Educação, através do Parágrafo Único, do Art. 6º, da Resolução Nº 4, de 17 de dezembro de 2018, afirma que “As propostas pedagógicas e os currículos devem considerar as múltiplas dimensões dos estudantes, visando ao seu pleno desenvolvimento, na perspectiva de efetivação de uma educação integral” (BRASIL; MEC; CNE, 2018b).

A educação integral é uma proposta contemporânea que “precisa considerar os saberes, as histórias, as trajetórias, as memórias, as sensibilidades dos grupos e dos sujeitos com os quais trabalha, tecendo as universalidades expressas nos campos clássicos de conhecimento” (MOLL, 2008, p. 15). Essa afirmação, remete a função da Alfabetização Científica que pode ser considerada como um dos meios para a Educação *omnilateral*<sup>2</sup>, que por sua natureza conduz o sujeito à Educação Científica.

---

<sup>2</sup> “[...] termo que vem do *latim* e cuja tradução literal significa “todos os lados ou dimensões” (FRIGOTTO, 2012, p. 267).

Educação *omnilateral* significa, assim, a concepção de educação ou de formação humana que busca levar em conta todas as dimensões que constituem a especificidade do ser humano e as condições objetivas e subjetivas reais para seu pleno desenvolvimento histórico. Essas dimensões envolvem sua vida corpórea material e seu desenvolvimento intelectual, cultural, educacional, psicossocial, afetivo, estético e lúdico (FRIGOTTO, 2012, p. 267).

Para *Sasseron* e *Machado* (2017), a Alfabetização Científica é um processo de educação formal e sistematizado na escola, mas que não deve se restringir ao espaço formal de ensino “pois é destinado às ações que um indivíduo desempenha em outros âmbitos e espaços da vida” (p. 13). Neste sentido, o espaço não formal de ensino desperta a curiosidade dos estudantes e ao mesmo tempo, proporciona um ambiente favorável à observação, que é considerada uma prática científica. Cabe explicitar a perspectiva de educação não formal concebida nessa discussão:

A educação não formal atua em espaços de ações coletivas nos quais os cidadãos interagem segundo as diretrizes do grupo. Seu propósito é desenvolver a capacidade para agir e pensar como cidadãos do mundo e no mundo. Os resultados refletem-se na condição de pertencimento, consciência e organização em coletividade, considerando o desenvolvimento da capacidade para enfrentar as adversidades e criar saídas originais e alternativas às condições cotidianas (DAVID, JUNIOR E BOMFIM, 2013, p.114).

Portanto, o ambiente não formal de ensino promove a compreensão da aplicabilidade dos conhecimentos científicos a partir da experimentação. Nessa corrente, *Sasseron* e *Machado* (2017, p 13), afirmam que “o alfabetizado cientificamente deverá ter condições de modificar este mundo e a si mesmo por meio da prática consciente propiciada pela sua interação com saberes e procedimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico”.

No ensino de Ciências, a Alfabetização Científica é vista como uma possibilidade de fazer correções em ensinamentos diversos, disponibilizando conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para resolução de problemas cotidianos (*CHASSOT*, 2003). Ou seja, numa “sociedade voltada à tecnologia e à busca incansável por informações, compreender os objetivos da ciência se torna essencial para tomada de decisões” (*GOMES et al.*, 2014, p. 05).

Para tanto, o ensino das ciências da natureza precisa relacionar conteúdo, conhecimento e o cotidiano, pois nem todo processo de ensino gera aprendizagem e se faz necessário abordar, de forma interdisciplinar, os conhecimentos científicos de modo a relacioná-los com a realidade dos discentes. De acordo com *Fazenda* (2011),

Todo projeto interdisciplinar competente nasce de um *locus* bem delimitado, portanto, é fundamental contextualizar-se para poder conhecer. A contextualização exige uma



recuperação da memória em suas diferentes potencialidades, portanto, do tempo e do espaço no qual se aprende (FAZENDA, 2011, p. 22).

Nesse sentido, o processo de Alfabetização Científica faz emergir naturalmente interdisciplinaridade, a partir da integração dos conhecimentos científicos, o que torna incoerente pensar em um ensino pautado na separação dos conteúdos, inclusive “devemos trabalhar as ciências de modo que os alunos possam conhecer temas científicos e reconhecê-los em seu dia-a-dia para a tomada de decisões” (SASSERON e MACHADO, 2017, p. 23).

Tal afirmação, está de acordo com o entendimento de *Sasseron* e *Machado* (2017) acerca das características das aulas de Ciências na perspectiva da Alfabetização Científica. Os autores afirmam que o planejamento das aulas de Ciências deve conter “três características imprescindíveis”, chamadas de “Eixos estruturantes da Alfabetização Científica”. São eles: (01) “compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais”; (02) “compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática”; (03) “entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente” (SASSERON e MACHADO, 2017, p. 18-19).

O eixo estruturante (01) se relaciona com a construção de novos saberes que podem ser aplicados no cotidiano do sujeito, o (02) explora estratégias para resolução de problemas através do entendimento sobre a prática científica, enquanto o (03) conduz ao entendimento sobre a aplicação ética dos saberes científicos para a sustentabilidade.

Para o ensino da Física, os eixos estruturantes da Alfabetização Científica se apresentam como parâmetros flexíveis que podem contribuir para a aprendizagem significativa. Eles podem ser aplicados na prática docente, para o desenvolvimento da habilidade de investigação dos sujeitos e compreensão das inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Outro recurso, que pode potencializar o ensino da Física, é a tecnologia digital. Ela é considerada uma ferramenta pedagógica multidisciplinar, utilizada no processo de metodologia ativa, principalmente na aprendizagem baseada em problemas. Dentre as metodologias ativas que utilizam tal recurso, temos a robótica educativa, os jogos computacionais e a realidade virtual aumentada. Para *Bacich* e *Moran* (2018), as metodologias ativas “são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida” (p. 41).

A tecnologia digital, quando utilizada como instrumento didático, amplia a possibilidade de sucesso das ações pedagógicas, por proporcionar ao professor o rompimento

do paradigma da mera transmissão de informações, facilitar o processo de ensino e possibilitar que o docente se torne mediador no processo da construção de novos conhecimentos.

Uma tecnologia digital, utilizada pela robótica educativa, é a aeronave remotamente pilotada. Conhecida popularmente como *drone*, é um equipamento eletroeletrônico, construído com tecnologia digital avançada e, dependendo da sua estrutura e peso, deve ser registrado junto ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DTCEA). No ensino da Física, uma ARP tornaria as aulas mais atrativas, por se tratar de um equipamento que pode voar e realizar manobras aéreas. Para seu desenvolvimento, são utilizados diversos conhecimentos científicos e o seu estudo pode estimular a aprendizagem por investigação e desenvolver a capacidade de resolução de problemas.

Neste viés, o empreendimento científico pode ser apresentado como proposta educativa e a tecnologia digital, aqui representada pela aeronave remotamente pilotada, pode ser utilizada para o ensino da Física, de modo que se assegure a compreensão das inter-relações entre a ciência e tecnologia e se esclareça como os conceitos científicos se relacionam com o *modus operandi* das Ciências para o desenvolvimento de novas tecnologias, demonstrando suas implicações na sociedade e no ambiente.

Diante do exposto, entende-se que o ensino da Física na perspectiva da Alfabetização Científica vai além de transmitir conceitos e aplicar fórmulas. Ele busca desenvolver no sujeito a formação integral, de modo que proporcione o entendimento sobre como os conhecimentos científicos são construídos e como as tecnologias podem ser aplicadas no cotidiano, permitindo que esses sujeitos desenvolvam o pensamento crítico e possam contribuir com a comunidade que fazem parte através da aplicação dos saberes adquiridos.

### **3. METODOLOGIA DA PESQUISA**

As fundamentações teóricas e histórica acima apresentadas, assim como as que seguem no decorrer do texto, lastrearam a pesquisa-ação proposta neste processo investigativo, onde as ações desta pesquisa qualitativa, encontram-se detalhadas no Capítulo “4. A INTERVENÇÃO”. Os instrumentos utilizados para coleta de dados constituíram-se de um questionário estruturado (APÊNDICE C), gravação em vídeo das aulas remotas, observação durante as aulas práticas e entrevista semiestruturada, gravada em áudio, após a aula prática.

A opção por este tipo de pesquisa, justifica-se pela experiência do pesquisador como instrutor de voo, docente de disciplinas técnicas que dependem dos conteúdos

propedêuticos da Física, operador de aeronaves remotamente pilotadas e sua inquietação proveniente da possibilidade do uso deste equipamento como instrumento didático.

Por este motivo, um tipo de pesquisa que abarcasse uma intervenção didática se fez necessária, para fomentar a discussão sobre a utilização de tecnologias digitais na educação e compreender como esse uso pode conduzir a Alfabetização Científica. Neste sentido, a pesquisa-ação foi estruturada tomando como lastro a realização do curso *Drones, Dinâmica de Voo e Leis de Newton* (curso DDLN) e através dele, investigar como o uso da ARP, enquanto instrumento didático, pode facilitar os processos de ensino da Física na Educação Básica.

Segundo *Thiollent* (1986), a pesquisa-ação é uma metodologia de pesquisa social voltada à ação coletiva, orientada para resolução de problemas, com objetivo de oferecer meios para tornar os pesquisadores e participantes capazes de responder com eficiência aos problemas reais que vivenciam. Por mais essa razão, a pesquisa-ação se mostrou necessária a este processo investigativo, visto que a Alfabetização Científica proposta no curso DDLN é uma ação coletiva, entrelaçada numa prática educativa, através da utilização de uma tecnologia digital, em busca de transformar conhecimentos técnicos e da Física em soluções de problemas do cotidiano.

Desse modo, o olhar investigativo sobre o curso *Drones, Dinâmica de Voo e Leis de Newton*, precisou ser multirreferencial, partindo em alguns instantes sob a perspectiva do propositor, que também é o investigador, com intenção de construir um ambiente propício para a Alfabetização Científica, e em outros momentos sob a perspectiva dos demais participantes do curso, cujas visões e percepções seguem anunciadas através de suas falas e ações que pudessem evidenciar se aspectos da Alfabetização Científica se anunciaram.

Outrossim, a experimentação da prática de voo com a ARP proporcionou um ambiente de diálogo entre a teoria e a ação, permitindo a comunicação bilateral entre os participantes e fazendo do processo de ensino, a oportunidade dos aprendizes se tornarem construtores do próprio saber. De acordo com *Engel* (2000),

A pesquisa-ação surgiu da necessidade de superar a lacuna entre teoria e prática. Uma das características deste tipo de pesquisa é que através dela se procura intervir na prática de modo inovador já no decorrer do próprio processo de pesquisa e não apenas como possível consequência de uma recomendação na etapa final do projeto (*ENGEL, 2000, p. 182*).

Portanto, é uma metodologia eficiente para a investigação em ambiente de interação social onde estejam envolvidos pessoas, tarefas e procedimentos com o objetivo de superar a separação entre o sujeito e o objeto da pesquisa, para que a própria pesquisa se torne um processo de aprendizagem para todos os envolvidos (*ENGEL, 2000*). Logo, essa superação

foi evidenciada ao longo do curso DDLN, visto que ao mesmo tempo em que todos eram sujeitos da Alfabetização Científica, também eram objetos de análise, exigindo uma constante mudança na perspectiva dos olhares para o processo investigativo.

#### 4. A INTERVENÇÃO

Apesar do avanço das discussões sobre o uso de tecnologias digitais para a educação e metodologias ativas para a aprendizagem, ainda se percebe o enfoque tradicional que privilegia a transmissão de conteúdos nas aulas de Ciências, de forma que dificulta a aprendizagem significativa da Física e limita o protagonismo do estudante. São exemplos desses métodos: aulas expositivas sem a devida contextualização, aplicação de listas de exercícios com enfoque na condução de aprendizagem mecânica e treinamento para as provas com ênfase nas “respostas corretas”. Para Moreira (2018), o ensino da Física está em crise,

Aulas de laboratório praticamente não existem. Faltam professores de Física nas escolas e os que existem são obrigados a treinar os alunos para as provas [...] ao invés de ensinar Física. A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade são confundidas com não disciplinaridade e tiram a identidade da Física. Os conteúdos curriculares não vão além da Mecânica Clássica e são abordados da maneira mais tradicional possível, totalmente centrada no professor [...]. O resultado desse ensino é que os alunos, em vez de desenvolverem uma predisposição para aprender Física, como seria esperado para uma aprendizagem significativa, geram uma indisposição tão forte que chegam a dizer, metaforicamente, que “odeiam” a Física (MOREIRA, 2018, p. 73).

Por conta destas e de outras problemáticas, várias ações passaram a ser desenvolvidas, visando melhorar o processo de aprendizagem da Física na Educação Básica, incluindo a adoção de recursos midiáticos e virtuais, acessíveis através das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC). Dentre eles, estão simuladores computacionais, laboratórios virtuais, animações em 3D etc., o que permitiu o desenvolvimento de novas metodologias.

A robótica educativa, por exemplo, é um método de ensino baseado na pesquisa para solução de problemas cotidianos através do desenvolvimento de projetos tecnológicos e da construção de robôs, fomentando “o interesse por vocações científicas, incutindo nos estudantes uma visão dinâmica e atraente da ciência e da tecnologia” (YEPES e BARONE, 2018, p. 10-11).

Ainda segundo *Yepes e Barone* (2018), os jovens acompanham o florescer das novas tecnologias, tanto da robótica quanto da inteligência artificial, por serem nativos digitais, sendo que o acesso a esses equipamentos durante uma aula, torna a experiência de aprendizado

muito mais interessante e facilita a captura da atenção desse público dinâmico e de fácil dispersão.

No âmbito da educação, a robótica educativa, também conhecida como robótica pedagógica, é uma ferramenta que estimula o desenvolvimento de competências como a colaboração, a criatividade e a iniciativa. Assim, ela possui um caráter multidisciplinar que gera oportunidades de aprendizagem relacionadas com problemas do mundo real, permitindo ao aprendiz idealizar soluções para problemas, concretizando-as de forma dinâmica e motivadora (YEPES e BARONE, 2018, p. 07).

Neste contexto, o *drone* é um dos equipamentos que vem sendo utilizado pela robótica educativa por apresentar características peculiares aos robôs, a saber: fácil montagem e desmontagem, comandos através de controle remoto, movimentos autônomos e ações programáveis. Esta aeronave, apresenta muitas aplicabilidades pedagógicas que podem potencializar o processo de ensino e de aprendizagem, em todas as áreas do conhecimento, que dentre suas disciplinas podemos citar a Física (através da aplicação da aerodinâmica), geografia (através do georreferenciamento), biologia (captura de imagens da natureza), linguagens (leitura e interpretação dos manuais técnicos e dos comandos) etc. Contudo, poucas bibliografias abordam de forma específica a ARP como instrumento didático.

Diante de tais possibilidades retoma-se questões que instigaram o desenvolvimento dessa pesquisa: Quais seriam as possíveis estratégias pedagógicas para o ensino da Física na Educação Básica com a utilização da ARP como instrumento didático? O uso da ARP, como instrumento didático, possibilitaria a compreensão dos processos, práticas e procedimentos da investigação científica? Quais eixos estruturantes da Alfabetização Científica são atingidos com a utilização da ARP como instrumento didático?

Buscando respostas a essas perguntas, propôs-se uma intervenção pedagógica através da oferta de um curso sobre dinâmica de voo e leis de *Newton*, utilizando a aeronave remotamente pilotada, com o objetivo de verificar as possibilidades de aprendizagem advindas da incorporação desse recurso tecnológico para o ensino da Física na perspectiva da Alfabetização Científica dos cursistas.

Três premissas nortearam a intervenção, sendo a primeira de promover a contextualização dos conceitos das Leis de *Newton*, Teoremas de Bernoulli e Aerodinâmica, que são temas da disciplina de Física na Educação Básica, utilizando o espaço não formal de aprendizagem; a segunda, de apresentar desafios de aprendizagem da Física através da utilização da aeronave remotamente pilotada como instrumento didático para aplicabilidade dos conhecimentos científicos; e a terceira, de promover a formação para cidadania sobre a responsabilidade civil diante da utilização de aeronaves não tripuladas.

#### 4.1. O CURSO *DRONES*, DINÂMICA DE VOO E LEIS DE *NEWTON* (DDLN)

Em busca de promover a intervenção, o curso DDLN foi desenvolvido com o propósito de criar uma sequência de aprendizagem, de modo a utilizar a ARP como instrumento didático, com vistas a aplicar métodos alternativos de ensino, para aprendizagem das leis de *Newton*, dinâmica de voo, meteorologia e legislação aeronáutica, totalizando uma carga horária de 30 horas.

Para tanto, foi elaborado um Projeto Pedagógico, contendo as informações para implementação do curso, as instruções norteadoras do processo de ensino, um Plano de Curso (APÊNDICE A) e Planos de Aula (APÊNDICE B). O Plano de Curso lista os temas e a metodologia avaliativa, enquanto os Planos de Aula listam os conteúdos de aprendizagem, descrição das tarefas, métodos avaliativos e atividades complementares.

Para disponibilização dos materiais didáticos, aplicação dos métodos avaliativos e orientações para as atividades complementares, foi desenvolvido um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) baseado na plataforma *Moodle*<sup>3</sup>, batizado de AVA-DDLN. Com a implantação do AVA-DDLN, foi possível aplicar a estratégia de ensino da sala de aula invertida (*Flipped Classroom*) através da disponibilização dos materiais didáticos (livros, textos e outros recursos *online* de aprendizagem), aplicação das atividades e do formulário de pesquisa. O acesso a este ambiente de aprendizagem se deu através do endereço eletrônico <http://www.ava.ecemfoco.com.br>, pelo qual os participantes realizaram as atividades assíncronas, dentre elas: Fóruns, Questionários, Tarefas e Pesquisas de Satisfação.

#### 4.2. RECURSOS PARA REALIZAÇÃO DO CURSO DDLN

Como método organizacional, foi criado um pseudoprojeto de nome Educação Científica em Foco (ECemFoco) sendo apresentado com a proposta de fomentar a discussão sobre Educação e Ciências com objetivo de desmistificar as visões deformadas acerca do trabalho científico e da construção do conhecimento.

O ECemfoco teve como tema transversal o fortalecimento da Educação Científica através das inter-relações dos conteúdos do curso DDLN, a exemplo das leis de *Newton* e dinâmica de voo, com perspectiva na Alfabetização Científica dos sujeitos.

---

<sup>3</sup> O *Moodle* é um software livre, de apoio à aprendizagem, executado em ambiente virtual, com inúmeros recursos para criação de atividades personalizadas, utilizado mundialmente para gestão de cursos na modalidade de Educação a Distância (EaD).

A *figura 1*, representa a logomarca do projeto que foi criada como identidade visual com vistas a facilitar o reconhecimento dos objetivos da ação.

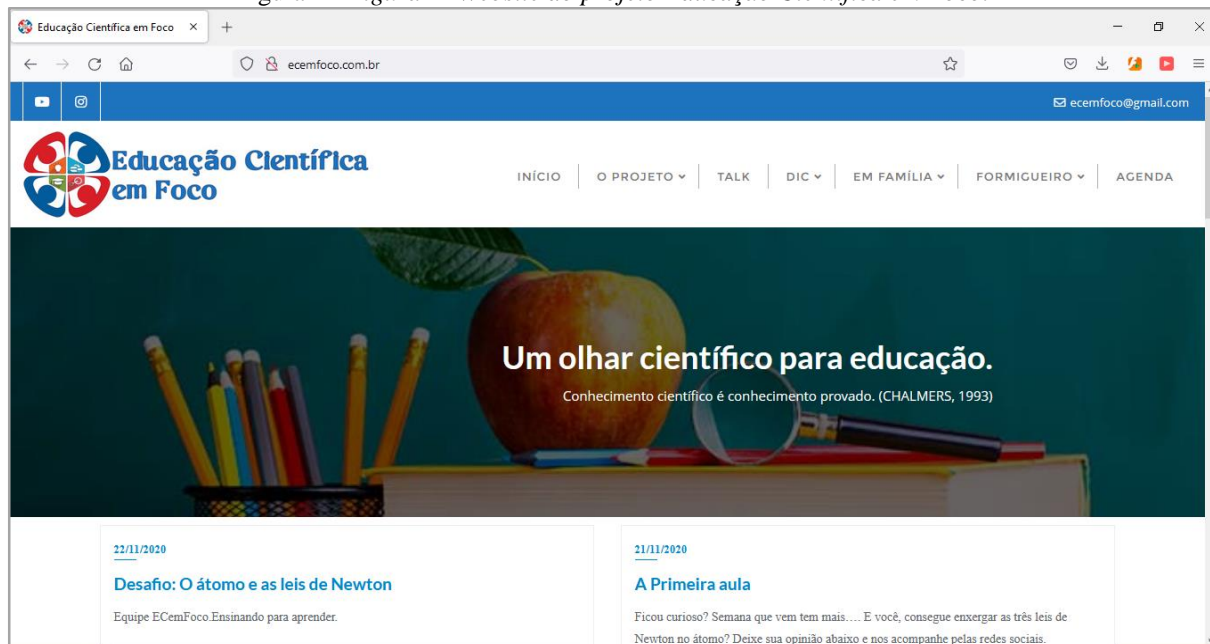
*Figura 1 - Logomarca do Projeto Intervencional.*



Fonte: O próprio autor.

Como estratégia do projeto, foi criado um *website*, conforme *figura 2*, com o objetivo de divulgar o planejamento didático, as ações metodológicas, atividades e avaliações, acessível através do endereço eletrônico <http://www.ecemfoco.com.br>.

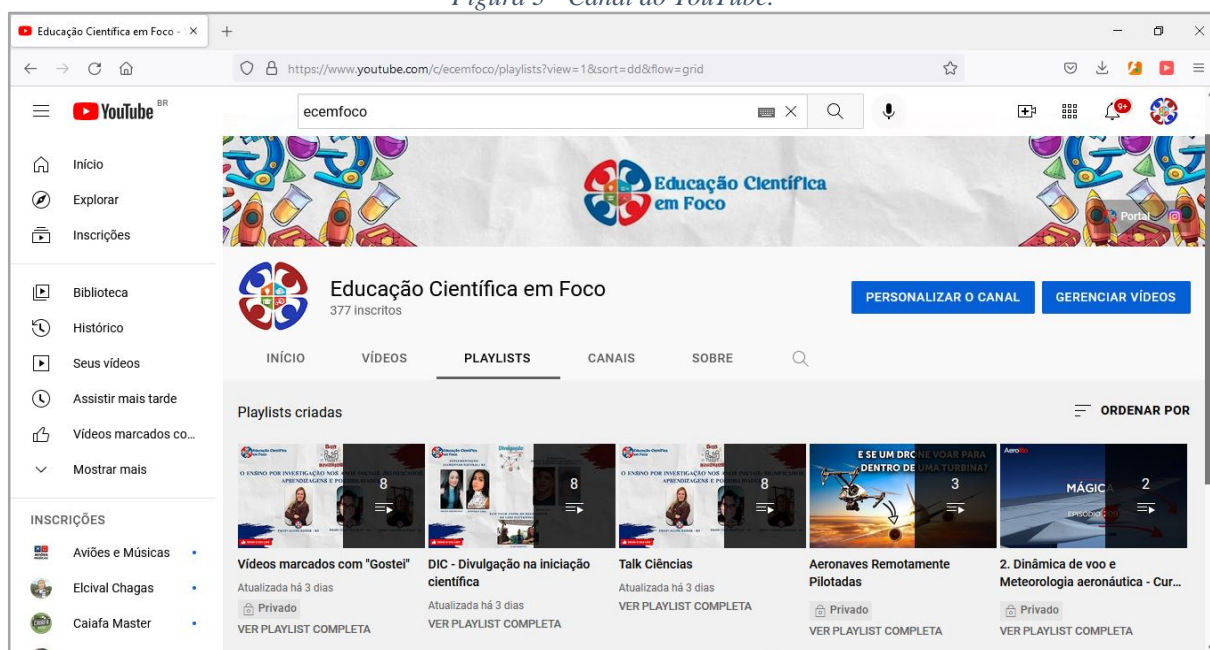
*Figura 2 - Website do projeto Educação Científica em Foco.*



Fonte: O próprio autor.

Visando facilitar o processo de comunicação entre os participantes do curso, foram criadas três redes sociais, a saber: Um canal no *YouTube*, representado pela *figura 3*, para agregar vídeos complementares às aulas, acessível através do endereço <https://www.youtube.com/ecemfoco>.

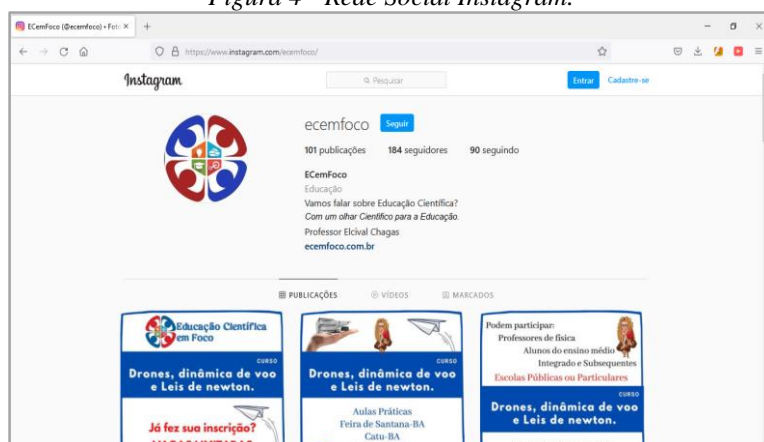
Figura 3 - Canal do YouTube.



Fonte: O próprio autor.

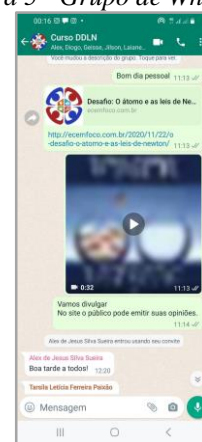
No mesmo sentido, foi criada uma conta na plataforma *Instagram*, conforme *figura 4*, para divulgação pública das ações decorrentes do curso, acessível pelo endereço <https://www.instagram.com/ecemfoco>, e um grupo no aplicativo *WhatsApp*, conforme *figura 5*, para comunicação particular entre os participantes.

Figura 4 - Rede Social Instagram.



Fonte: O próprio autor.

Figura 5 - Grupo de WhatsApp.



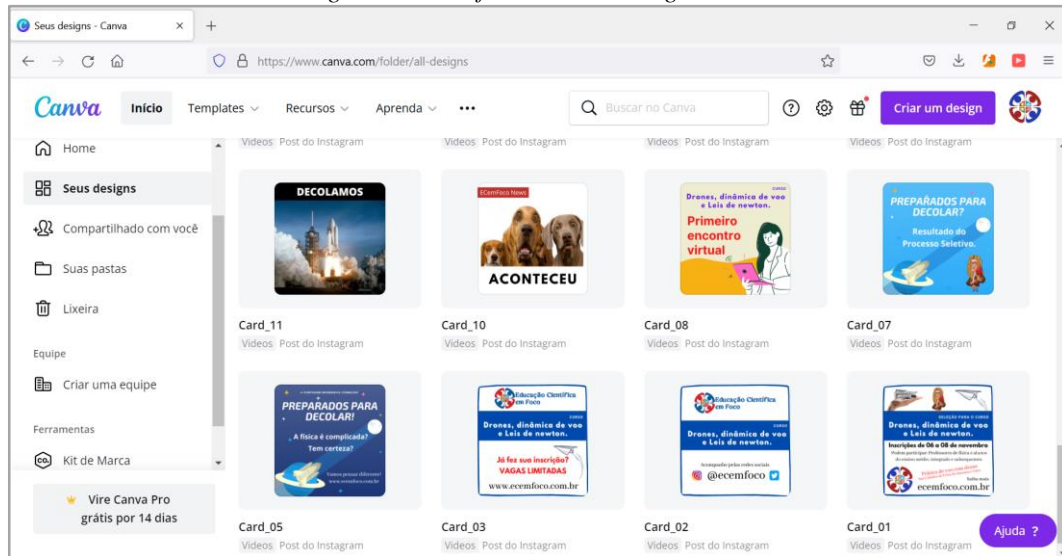
Fonte: O próprio autor.

Para confecção das publicações visuais (*cards*) e materiais audiovisuais (vídeos e apresentações multimídia), foi utilizado a Plataforma de *Web Design CANVA*, conforme a *figura 6*, acessível pelo endereço eletrônico <http://www.canva.com.br>. Os referidos materiais de divulgação foram publicados no *Instagram* e compartilhados através do aplicativo de



mensagens *WhatsApp* com o objetivo de informar aos participantes sobre as atividades diárias e incentivá-los a não acumularem tarefas, visto que este comportamento prejudica o processo de aprendizagem na Educação à Distância.

Figura 6 - Plataforma Web Desing CANVA.

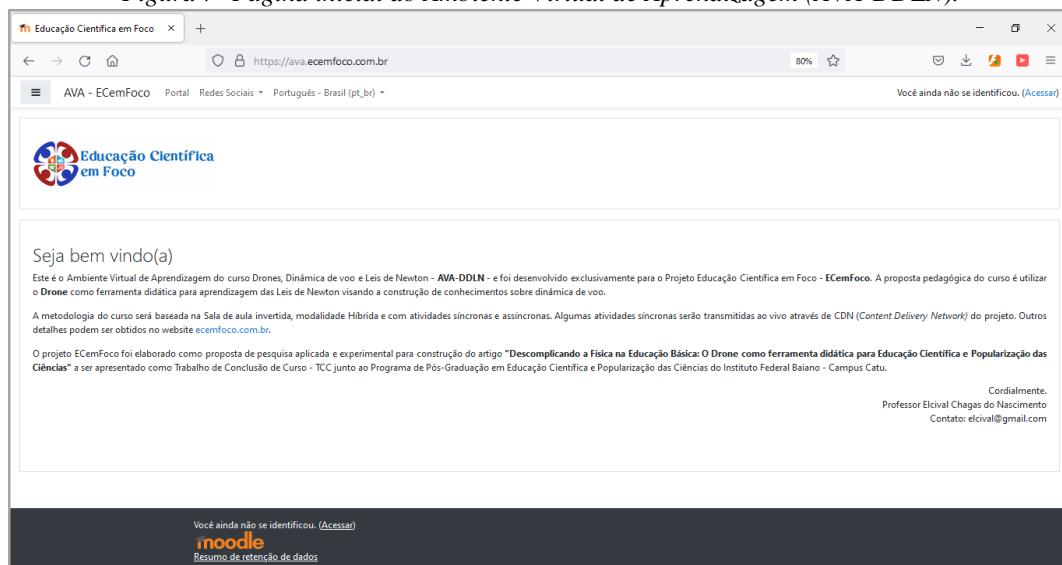


Fonte: O próprio autor.

#### 4.3. APLICAÇÃO DO CURSO DDLN

A página inicial do AVA-DDLN continha uma mensagem de boas-vindas, conforme *figura 7*. Para acessá-lo, os participantes foram devidamente matriculados, sendo divididos em duas categorias: participantes e professores orientadores.

Figura 7- Página inicial do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA-DDLN).



Fonte: O próprio autor.

Os temas do curso DDLN foram estruturados em seis módulos, através dos quais organizou-se as atividades síncronas e assíncronas, avaliações e atividades complementares, enquanto o processo de ensino ocorreu de forma híbrida, através de aulas remotas e uma aula presencial com a utilização de uma aeronave remotamente pilotada. A *figura 8* demonstra o Módulo I, exemplificando como os demais foram organizados.

*Figura 8 - Área do curso no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA-DDLN).*



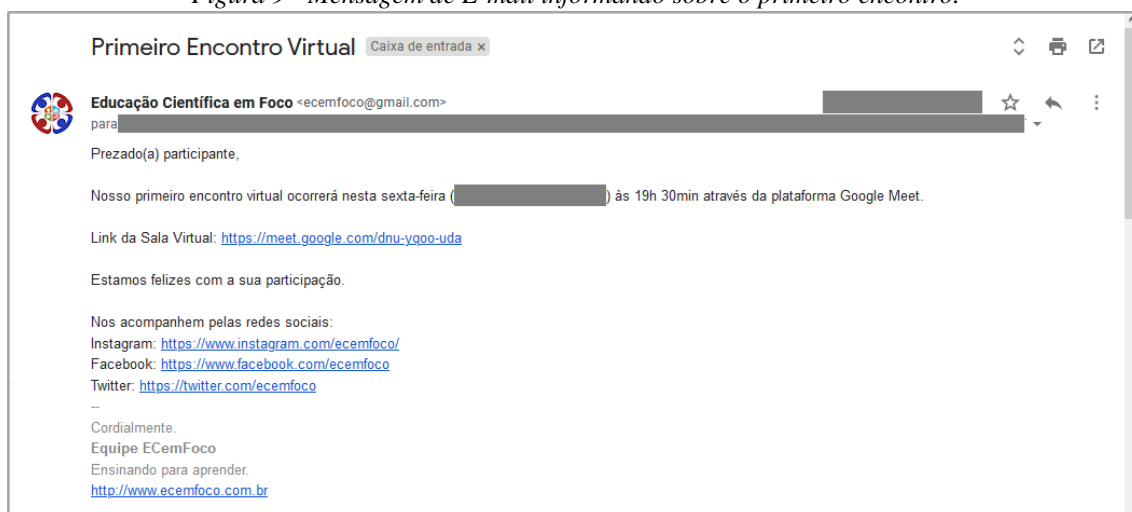
Fonte: O próprio autor.

Os encontros remotos ocorreram por meio de aplicativo de *web* conferência de acordo com o Plano de Aula (APÊNDICE B). Foram 06 (seis) encontros virtuais, sendo os dois primeiros para acolhida dos participantes e esclarecimentos sobre a aplicação do curso. Do terceiro ao sexto, foram exploradas as temáticas do curso e realizadas as tarefas síncronas. O último encontro, que ocorreu após a atividade prática, foi utilizado para debates, troca de experiências e despedida do curso.

#### 4.4. CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA

Os partícipes do curso DDLN constituíram-se de dois professores orientadores, dois pilotos de ARP e quinze participantes. Os professores orientadores e os pilotos de ARP foram convidados, contanto que os professores orientadores detivessem conhecimentos sobre sistemas de aeronaves remotamente pilotadas, os quais seriam responsáveis pelo processo de ensino das aulas teóricas e pelas atividades práticas. Os pilotos de ARP, apenas participariam do último encontro da turma com o objetivo de contribuir, através de relatos, com suas experiências de atividades com ARP. Todos os convidados e selecionados foram notificados através de mensagens por correio eletrônico, conforme *figura 9*.

Figura 9 - Mensagem de E-mail informando sobre o primeiro encontro.

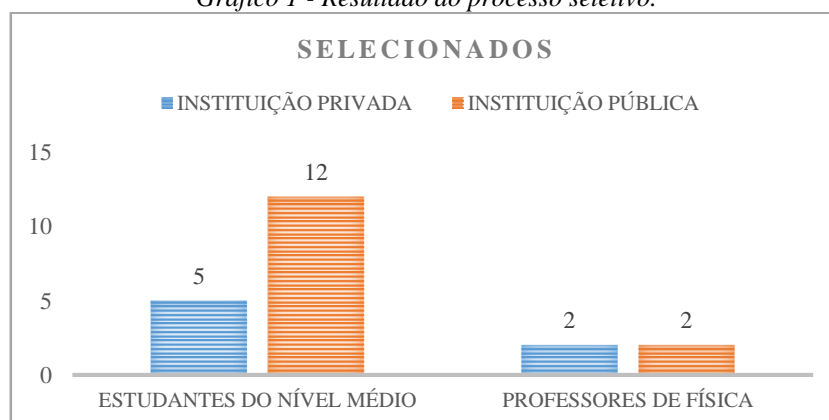


Fonte: O próprio autor.

Os participantes foram escolhidos por meio de um processo seletivo, que fora dividido em duas etapas. A primeira, constituiu-se da inscrição através de formulário *online*, enquanto a segunda, caracterizou-se pela avaliação dos inscritos mediante os seguintes critérios: 01 - Ser Estudante da Educação Básica, de instituição pública ou particular, do Nível Médio; 02 - Estar na condição de Professor de Física na Educação Básica, licenciado ou não, ministrando a disciplina durante o período do curso.

Se inscreveram 32 interessados, dos quais 21 atenderam aos critérios do processo seletivo. Destes, 04 eram professores de Física e 17 estudantes do Nível Médio. Dos selecionados, conforme *gráfico 1*, 07 foram de instituições privadas (02 professores e 05 estudantes) e 14 de instituições públicas (02 professores e 12 estudantes).

Gráfico 1 - Resultado do processo seletivo.



Fonte: O próprio autor.

O resultado do processo seletivo foi divulgado no *website* e pelas redes sociais do projeto ECemFoco, constando o nome dos participantes e a respectiva classificação. No

decorrer do curso, ocorreram 06 desistências, sendo: 01 professor de instituição privada, 02 estudantes de instituição privada e 03 estudantes de instituição pública, conforme *gráfico 2*.

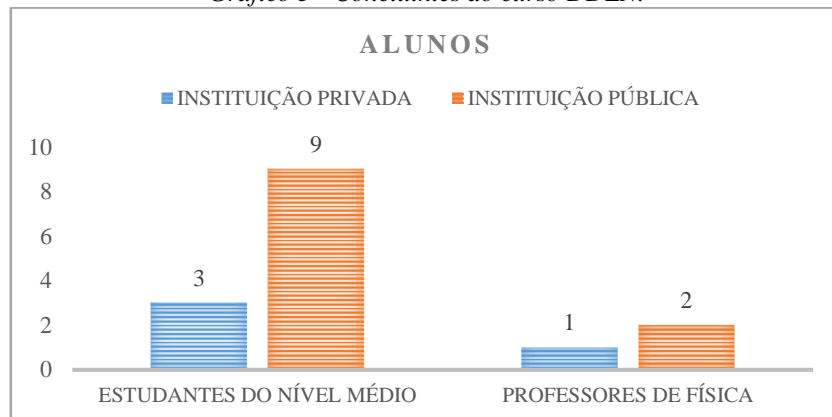
*Gráfico 2 – Desistentes do curso DDLN.*



Fonte: O próprio autor.

Ao final, 15 participantes concluíram o curso, sendo 03 professores e 12 estudantes, representados no *gráfico 3*, os quais participaram de todos os encontros virtuais, realizaram as atividades teóricas e acompanharam as atividades práticas. Os concluintes, organizados em 06 mulheres e 09 homens, não possuíam experiência prévia em pilotar aeronaves remotas e nem detinham conhecimentos sobre as legislações civis, penais e aeronáuticas sobre acesso ao espaço aéreo brasileiro.

*Gráfico 3 - Concluintes do curso DDLN.*



Fonte: O próprio autor.

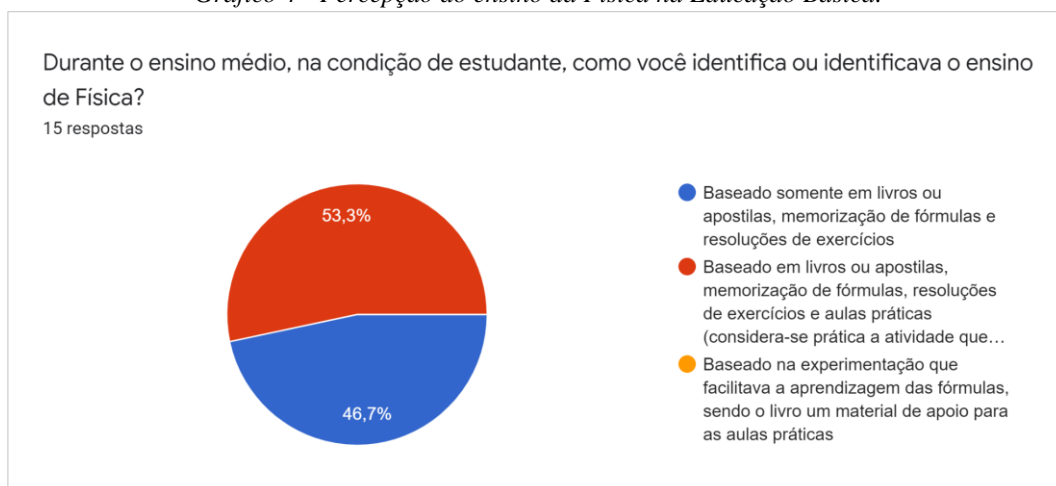
Em suma, os sujeitos implicados na pesquisa foram: Professores Orientadores, Pilotos de ARP, Professores de Física e Estudantes da Educação Básica. Neste trabalho, os dois Professores Orientadores (PO) são identificados como PO1 e PO2, os estudantes da Educação Básica (EEB) são representados de EEB1 a EEB12, e os Professores de Física (PF)

identificados por PF1, PF2 e PF3. Os Pilotos de ARP, por serem convidados, são identificados como C1 e C2.

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a apresentação dos resultados dessa pesquisa, optou-se primeiro por trazer os aspectos gerais da formação e os conhecimentos prévios dos participantes, coletados por meio de um formulário *online*, que continha questões relacionadas ao processo de aprendizagem da Física na Educação Básica e diversos aspectos referentes à percepção dos participantes junto a propositura do curso, de acordo com o APÊNDICE C, dentre as quais, destacou-se a seguinte pergunta: “Durante o ensino médio, na condição de estudante, como você identifica ou identificava o ensino de Física?”.

Gráfico 4 - Percepção do ensino da Física na Educação Básica.



Fonte: O próprio autor.

Conforme *gráfico 4*, do total de participantes, 46,7% responderam que o ensino da Física foi baseado “somente em livros, apostilas, memorização de fórmulas e resolução de exercícios”, enquanto a maioria, representada por 53,3%, indicaram que o ensino da Física foi baseado em livros ou apostilas, memorização de fórmulas, resolução de exercícios e aulas práticas”, sendo a aula prática “a atividade que visa apenas comprovar o conteúdo estudado em sala de aula”.

Evidencia-se, que todos participantes identificaram a dependência excessiva do livro, a ênfase na memorização de fórmulas e ausência de aulas práticas em ambientes não formais de ensino como características do processo de aprendizagem durante suas formações na Educação Básica.

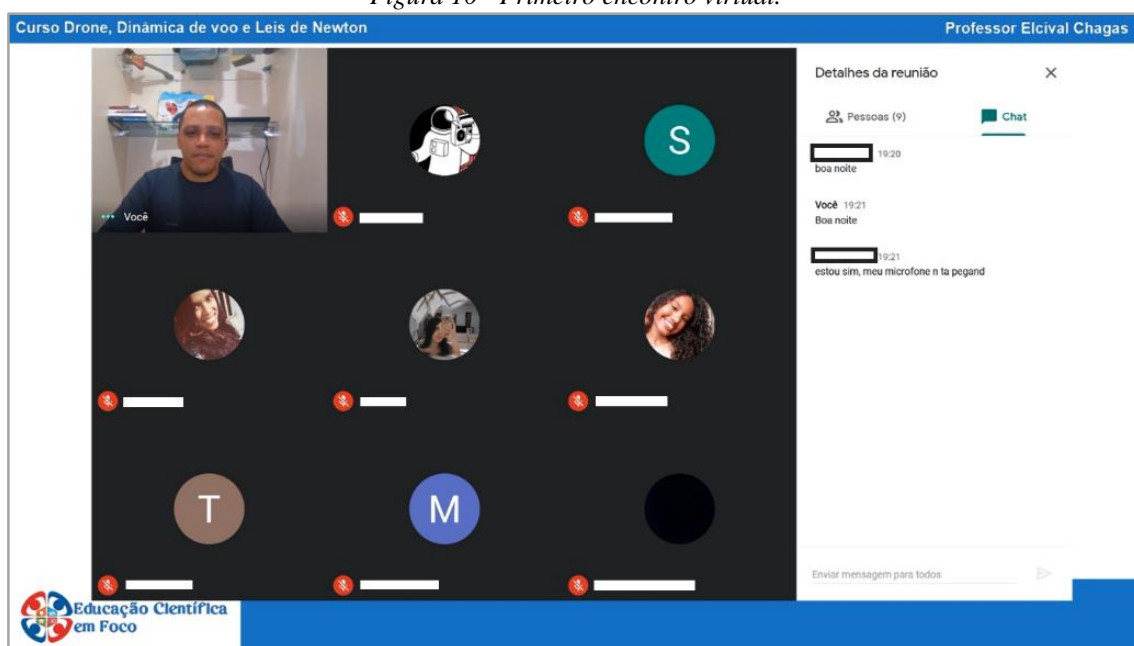
Dando continuidade a apresentação dos resultados, sistematizou-se os encontros, com vistas a contextualizar como as inter-relações de ensino e aprendizagem se evidenciaram na perspectiva da Alfabetização Científica. Assim, optou-se por construir um diálogo entre os relatos dos participantes, com destaque para suas falas na condição de alunos do curso DDLN, aqui representados por Professores de Física (PF) e Estudantes da Educação Básica (EEB), as imagens das atividades síncronas, assíncronas e presenciais que foram realizadas e as interpretações deste pesquisador, que também emergiram a partir das anotações de campo, as quais retratam a dinâmica do processo educativo, incluindo expressões não verbais de aprendizagem.

Dessa forma, seguem apresentados os encontros, acompanhados de subtítulos que sinalizam as características das atividades educativas com maior relevância em cada momento vivido.

#### 5.4. ENCONTRO 1: MERGULHO NO ESPAÇO NÃO FORMAL DE ENSINO

No primeiro encontro virtual, representado pela *figura 10*, também chamado de encontro para acolhimento, os participantes foram orientados sobre a forma de acesso ao Ambiente Virtual de Aprendizagem, calendário das aulas teóricas, métodos avaliativos e atividades práticas.

*Figura 10 - Primeiro encontro virtual.*

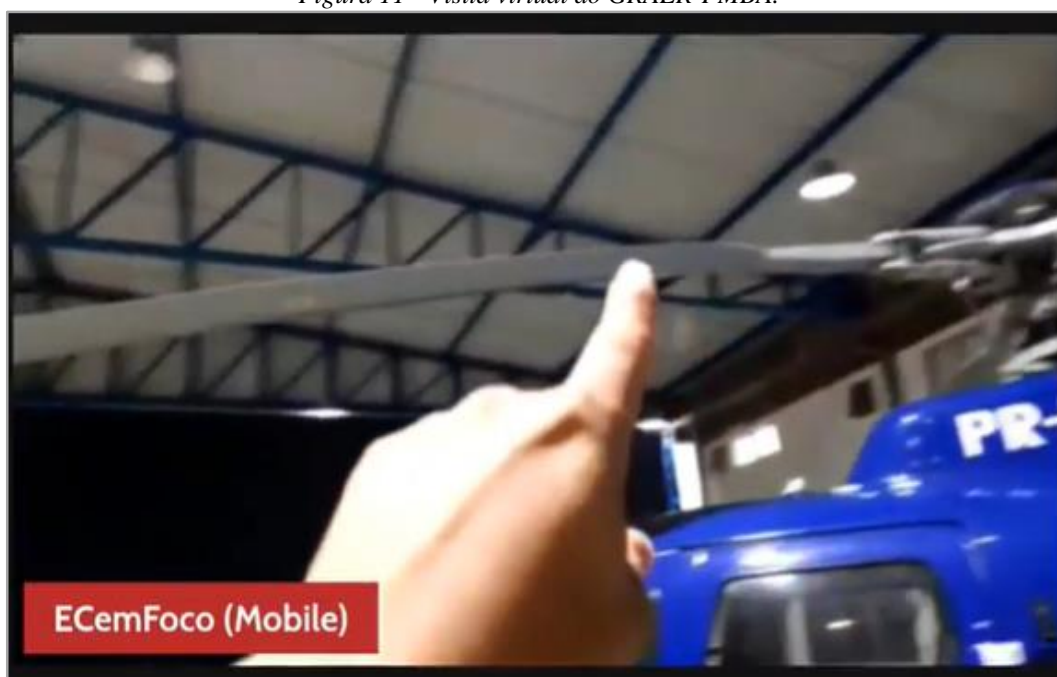


Fonte: O próprio autor.

Num segundo momento, se deu outro encontro para acolhida daqueles que faltaram no primeiro. O diferencial deste encontro, se deu pela visita virtual ao Grupamento Aéreo da Polícia Militar da Bahia (GRAER-PMBA) através da qual foram apresentadas as aeronaves que compõem a frota do GRAER e abordado, *in loco*, alguns temas que seriam discutidos ao longo do curso, a exemplo: Teoremas de *Bernoulli*, segurança de voo, aerodinâmica dentre outros.

Neste encontro, foram demonstradas as diferenças e semelhanças entre as aeronaves de asas fixas (aviões) e as aeronaves de asas rotativas (helicópteros). A proposta de utilização de um espaço não formal de ensino, apresentou-se como uma possibilidade para promoção da aprendizagem significativa, por fomentar o debate sobre a associação dos conhecimentos científicos com atuação humana na aviação.

*Figura 11 - Visita virtual ao GRAER-PMBA.*



Fonte: O autor

Considerada atividade síncrona do Módulo I, a acolhida impulsionou o diálogo sobre a importância do trabalho científico, visando demonstrar como a sociedade é beneficiada através dos resultados das pesquisas científicas e como contribuem para o desenvolvimento de novas tecnologias. Na atividade assíncrona, os participantes realizaram a tarefa intitulada “As ciências da natureza e o desenvolvimento dos *drones*” que consistia em responder à pergunta “Na sua opinião, como os estudos sobre as ciências da natureza contribuíram para o

desenvolvimento dos *drones*? ”, com publicação das respostas num recurso específico do AVA-DDLN. Dentre as várias respostas, destacou-se a do participante EEB4 que escreveu:

“Observando como poderia fazer um objeto levantar vôo, todas as ciências contribuíram e tiveram forte influência nessa pequena aeronave, mas as áreas que mais tiveram influência foram a física, química e meteorologia que não foi citada, mas quero incluir pois também é muito importante. Principalmente a física, que estuda os movimentos e acontecimentos, como fazer o *Drone* decolar, se movimentar no ar e se sustentar nesse ambiente. Química para saber qual fonte de energia é melhor apropriado para ser leve e eficiente e meteorologia para colocar o *drone* em situações quais não consiga superar”.

Figura 12 - Resposta do participante EEB4.

The screenshot displays a user interface for a task submission. At the top, it shows the course 'Drones, Dinâmica de Voo e Leis de Newton' and the task 'Tarefa: As ciências da natureza e o desenvolvimento d...'. The user's profile is partially visible. A 'Modificar usuário' button is on the right. Below this, the submission status is 'Enviado para avaliação' and 'Avaliado', with a green bar indicating completion. A message states 'Estudante não pode editar este envio'. There are zero comments. The main content area contains the text of the response, which is a detailed analysis of the interdisciplinary nature of drone flight, mentioning physics, chemistry, and meteorology.

Fonte: O próprio autor.

Observa-se na resposta do participante EEB4, registrada na *figura 12*, uma visão interdisciplinar para a temática debatida, com destaque para a meteorologia, que constitui uma área do conhecimento das ciências da natureza, que não estava presente no tema abordado durante a aula. Na mesma resposta, é notado indícios de Alfabetização Científica do referido participante, quando este demonstra, através da sua escrita, o entendimento da aplicabilidade das ciências da natureza (física, química e meteorologia) para a construção, funcionamento e manipulação humana das aeronaves remotamente pilotadas.

Do mesmo modo, fica evidenciado que, a utilização do ambiente não formal de ensino, no caso a visita virtual ao GRAER, associado a uma problemática referente ao tema da aula, caracterizou-se como uma estratégia metodológica propulsora da aprendizagem significativa dos participantes, estímulo a pesquisa e a Alfabetização Científica.

A atividade complementar e não obrigatória, consistiu em assistir ao filme “Estrelas além do tempo” com o objetivo de fomentar a busca de novos conhecimentos sobre como as mulheres contribuíram com o trabalho científico para o processo de desenvolvimento de novas tecnologias, visando debater o tema “mulheres nas ciências” no segundo encontro.

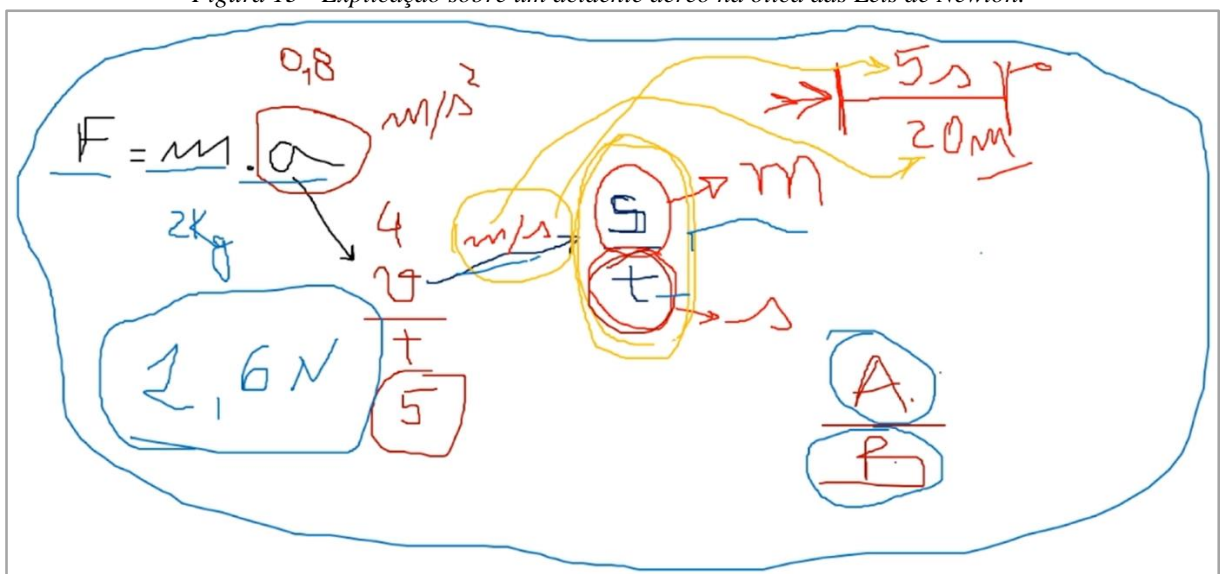


## 5.5. ENCONTRO 2: ASSOCIAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO COM A CURIOSIDADE ESTUDANTIL

Inicialmente, ocorreu um diálogo sobre o tema “mulheres nas ciências”, que consistiu em abordar a percepção dos participantes sobre o filme “Estrelas além do tempo”. As contribuições foram enriquecedoras e a participante EEB6 disse que, “é um orgulho saber que mulheres negras fizeram tamanho feito. Este filme mostrou que posso ser o que eu quiser, inclusive uma cientista”. Observa-se nesse comentário, a caracterização do eixo estruturante (02) da Alfabetização Científica, que corresponde a compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam a prática científica.

Após o diálogo, houve o debate sobre as três leis de *Newton* na ótica da aviação, como a lei da Inércia pode ser utilizada para analisar um acidente aéreo e as consequências de acordo com seus potenciais e módulos. A partir desse debate, foi possível abordar os seguintes conteúdos teóricos da Física: Unidades de medidas e Leis de *Newton*, neste encontro caracterizado como atividade síncrona do Módulo II. Durante a discussão, um dos participantes pediu para que fosse analisado, como exemplo, a hipótese de um avião colidir com um poste. O professor de física, participante PF1, explicou a definição de inércia, exemplificou o tema e provocou os demais participantes a contribuírem com seus conhecimentos prévios. A *figura 13* registra o rascunho dos cálculos que foram utilizados para analisar o exemplo da colisão de um avião com o poste.

Figura 13 - Explicação sobre um acidente aéreo na ótica das Leis de Newton.



Fonte: O próprio autor.

Os participantes EEB1 e EEB2 aprofundaram as discussões sobre as definições e citaram outros exemplos. Durante o diálogo, o participante EEB1 declarou que “este debate abriu meus horizontes, passei a ver este assunto de outro modo, mas os conhecimentos em minha mente não estão errados” momento que foi esclarecido pelo professor orientador PO1 que “todo conhecimento é válido, mas é necessário compreender a filosofia do conhecimento. É necessário também “conversar com a pergunta”, pois de nada adianta ser especialista em matemática se não há compreensão do problema apresentado”.

O diálogo transcrito, demonstra que os estudantes, tanto construíram novos saberes, como validaram seus conhecimentos prévios, caracterizando este entendimento nas palavras do participante EEB1, quando afirma que “os conhecimentos em minha mente não estão errados”. Observa-se também, característica do eixo estruturante (01) da Alfabetização Científica, quando o professor orientador PO1 pontua sobre a necessidade de compreensão do problema através da “filosofia do conhecimento”.

Como conclusão do diálogo, foram esclarecidos os principais aspectos do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM que atualmente baseia-se na compreensão do problema e não somente em fórmulas. Após os debates, foi lançado o desafio "O átomo e as leis de Newton", que consistiu numa provocação para que os participantes, tentassem explicar como as leis da dinâmica do movimento dos corpos poderiam ser observadas no átomo. As opiniões deveriam ser publicadas em espaço específico no AVA-DDLN e debatidas no terceiro encontro. A *figura 14*, apresenta os quadros do vídeo que foi divulgado nas redes sociais do ECemfoco.

*Figura 14 - Explicação sobre um acidente aéreo na ótica das Leis de Newton.*



Fonte: O próprio autor.

Esta atividade, teve o objetivo de utilizar a abstração para a aprendizagem significativa, visto que as partículas atômicas são entidades físicas complexas que não podem ser explicadas no prisma newtoniano. Contudo, o objetivo foi alcançado, pois os participantes desenvolveram novos conhecimentos, a partir de seus saberes prévios. Destacou-se as palavras da participante EEB5, conforme *figura 15*, que transcrevem uma hipótese para a situação problema do desafio:

“Observo as Leis de *Newton* no átomo quando penso no movimento que os elétrons fazem em torno do núcleo (na eletrosfera), pois eles permanecem em movimento constante em suas respectivas camadas eletrônicas, sem que haja aceleração ou desaceleração, até que uma nova força seja exercida fazendo com que esses elétrons percam ou ganhem energia e, assim, "mudem" de camada”.

Figura 15- Resposta da participante EEB5.

The screenshot displays a user interface for a course titled "Drones, Dinâmica de Voo e Leis de Newton". The task is "Desafio da semana: Como você observa as três Leis de...". The submission status is "Enviado para avaliação" (Submitted for evaluation) and "Avaliado" (Evaluated). A green bar indicates the submission is complete. Below this, it states "Estudante não pode editar este envio" (Student cannot edit this submission). There are 0 comments. The submission text is: "Observo as Leis de Newton no átomo quando penso no movimento que os elétrons fazem em torno do núcleo (na eletrosfera), pois eles permanecem em movimento constante em suas respectivas camadas eletrônicas, sem que haja aceleração ou desaceleração, até que uma nova força seja exercida fazendo com que esses elétrons percam ou ganhem energia e, assim, "mudem" de camada."

Fonte: O próprio autor.

Evidenciou-se também, na resposta da participante EEB5, o eixo estruturante (01) da Alfabetização Científica, que corresponde à inter-relação entre a compreensão de termos e conceitos das Leis de *Newton* e dos conhecimentos científicos fundamentais para associar estas definições ao movimento das partículas atômicas, mesmo que hipoteticamente. Do mesmo modo, identifica-se que a problematização é uma estratégia metodológica eficiente para o ensino da Física na perspectiva da Alfabetização Científica e conseqüentemente para a Educação Científica.

Por fim, a atividade complementar e não obrigatória, consistiu em assistir ao filme “O menino que descobriu o vento” com o objetivo de provocar a busca de novas perspectivas sobre as possibilidades advindas da pesquisa e como o trabalho científico contribui para o desenvolvimento social, visando debater o tema “ciência e sociedade” no terceiro encontro.

## 5.6. ENCONTRO 3: CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS DA AVIAÇÃO PARA A VIDA

A partir das opiniões daqueles que assistiram ao filme “O menino que descobriu o vento”, o tema “ciência e sociedade” foi debatido no início do encontro. O ápice da conversa se deu nas palavras da participante PF3, que afirmou já ter assistido ao filme e por conta da indicação, assistiu novamente. Em suas palavras, a professora de física disse que,

“[...] da primeira vez que assisti este filme, senti a emoção de ver um estudante ajudar a sua comunidade a sobreviver. Hoje, além da mesma emoção, passei a entender que

a sociedade depende do desenvolvimento científico para o avanço social, mas nem sempre os benefícios chegam para todos. Por isso, é preciso acreditar que os estudantes são capazes de realizar maravilhas, mas para isso precisam ser educados cientificamente”.

As palavras da participante PF3, trazem traços do eixo estruturante (03) da Alfabetização Científica, que se caracteriza pelo entendimento das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, neste caso demonstrado pelas palavras, o entendimento de que a Educação Científica é o meio pelo qual os estudantes possam compreender as implicações socioambientais da ciência e tecnologia no cotidiano.

Logo após, foi abordado como os conhecimentos científicos são utilizados para o desenvolvimento de novas tecnologias, a exemplo da aerodinâmica e equações de Bernoulli (equação dos fluidos), que podem ser observados nos carros, motocicletas ou até mesmo no guarda-chuva. De relevância para aviação, que também são utilizados no dia a dia, dialogou-se sobre as forças existentes para que o voo aconteça, diferenças entre aeronaves de asas fixas e asas rotativas, perda de sustentação (*Estol*<sup>4</sup>) e meteorologia. Com estas provocações foi possível aprofundar os conteúdos programáticos sobre dinâmica de voo e meteorologia aeronáutica. A *figura 16*, representa o Módulo III no Ambiente Virtual de Aprendizagem do curso DDLN correspondente ao assunto Aerodinâmica.

*Figura 16 - Página do AVA sobre Aplicação da equação de Bernoulli.*

The screenshot shows a web interface for 'AVA - ECemFoco'. On the left is a navigation menu with options like 'DDLN', 'Participantes', 'Emblemas', 'Competências', 'Notas', and 'Módulo III' (highlighted). The main content area is titled 'Aplicações da equação de Bernoulli' and includes a 3D image of a race car with blue streamlines representing airflow. Below this is a text block explaining that the top of an airplane wing is curved, causing air to move faster and have lower pressure, which creates lift. A diagram below the text shows an airfoil with 'Força de Sustentação' (Lift) pointing up and 'Força Peso' (Weight) pointing down, with labels for air displacement at different velocities and pressures.

Fonte: O próprio autor.

<sup>4</sup> Situação na qual a asa perde completamente a sustentação útil, isto é, pela sua posição, os filetes de ar entram em turbulência reduzindo o valor total da sustentação e provocando a queda brusca do avião no espaço (ANTAS, 1980, p. 423).

A conversa sobre meteorologia conduziu a turma ao entendimento sobre a importância desta ciência para a segurança das operações aéreas e como ela é dirigida para o emprego prático dentro das diversas atividades humanas. Foi debatido como a observação das nuvens pode contribuir para tomadas de decisões dos pilotos, como o vento pode causar acidentes e como o calor, a temperatura e a pressão atmosférica podem ser benéficas ou maléficas ao homem. Por fim, foi discutido como esses elementos devem ser analisados antes do voo com *drones* e como eles podem contribuir para o acidente aéreo de qualquer tipo de aeronave. A *figura 17*, representa o Módulo III do AVA-DDLN correspondente ao assunto Meteorologia.

*Figura 17 - Página do AVA sobre Meteorologia Aeronáutica.*

The screenshot shows a web interface for 'AVA - ECemFoco'. The main content area is titled 'Meteorologia Aeronáutica'. On the left, there is a sidebar with a menu where 'Módulo III' is selected. The main text under '1. Introdução' explains that the word 'Meteorologia' is of Greek origin and lists two meanings: 'Meteorology: referring to atmospheric phenomena;' and 'Logos: referring to the study (treated)'. It then states that meteorology is a science that evolved with technological advances and cites Aristotle's 'Meteorologia' as the first mention. Below the text is a small image of the title page of Aristotle's 'Meteorology'.

Fonte: O próprio autor.

A atividade assíncrona, consistiu na realização da tarefa intitulada “Quais ciências a ave utiliza para voar?”, com vistas a responder à pergunta: “Na sua opinião, quais ciências podem explicar o voo das aves e quais elas utilizam para voar?”. Assim como nas outras atividades, as respostas deveriam ser publicadas no campo específico do Ambiente Virtual de Aprendizagem.

Nesta tarefa, destacaram-se as respostas das participantes EEB5 e EEB8, sendo que EEB5 escreveu:

“Uma das ciências que explicam o voo das aves é a aerodinâmica. Tanto o voo das aves como o do avião, se baseiam na Lei de Bernoulli. As asas das aves são abauladas, então na parte superior a velocidade da corrente será maior e a pressão menor, já na parte inferior da asa a velocidade será menor e a pressão maior, permitindo assim a sustentação no ar”.

Figura 18 - Resposta da participante EEB5.

Curso: Drones, Dinâmica de Voo e Leis de Newton  
Tarefa: Tarefa – Quais ciências a ave utiliza para voar?  
Ver todos os envios

Modificar usuário

2 de 3

**Envio de tarefas**

Enviado para avaliação  
Avaliado  
Estudante não pode editar este envio

Comentários (0)

Uma das ciências que explicam o voo das aves é a aerodinâmica.

Tanto o voo das aves como o do avião, se baseiam na Lei de Bernolli. A asa das aves são abauladas, então na parte superior a velocidade da corrente será maior e a pressão menor, já na parte inferior da asa a velocidade será menor e a pressão será maior, permitindo assim a sustentação no ar.

Fonte: O próprio autor.

Percebe-se na resposta de EEB5, conforme a *figura 18*, características do eixo estruturante (01) da Alfabetização Científica, pela demonstração dos termos e aplicabilidade de conceitos, através da explicação teórica de uma problemática, o que demonstra a construção de saberes a partir da observação. Nesta situação, destaca-se como estratégia metodológica, para o ensino da Física, a contextualização de situações cotidianas associadas à teoria que se busca ensinar.

Por sua vez, a participante EEB8 escreveu:

“A ciência que explica o voo das aves é a aerodinâmica, uma parte da Física. As aves dependem da anatomia de seus corpos para iniciar, manter e finalizar um voo e, portanto, utilizam de parte da Biologia; como também, utilizam da Aerodinâmica, uma vez que todo seu corpo realiza movimentos e posições que lhe auxiliam. Além disso, as aves possuem uma "meteorologia de instinto", na qual suas penas permitem que ventos e suas direções sejam detectados para haver melhores condições de voo”.

Figura 19 - Resposta da participante EEB8.

Curso: Drones, Dinâmica de Voo e Leis de Newton  
Tarefa: Tarefa – Quais ciências a ave utiliza para voar?  
Ver todos os envios

Modificar usuário

1 de 1

**Envio de tarefas**

Enviado para avaliação  
Avaliado  
Estudante não pode editar este envio

Comentários (0)

A ciência que explica o voo das aves é a aerodinâmica, uma parte da Física. As aves dependem da anatomia de seus corpos para iniciar, manter e finalizar um voo e, portanto, utilizam de parte da Biologia; como também, utilizam da Aerodinâmica, uma vez que todo seu corpo realiza movimentos e posições que lhe auxiliam. Além disso, as aves possuem uma "meteorologia de instinto", na qual suas penas permitem que ventos e suas direções sejam detectados para haver melhores condições de voo.

Fonte: O próprio autor.

Na resposta de EEB8, de acordo com a *figura 19*, identifica-se a interdisciplinaridade como meio para compreensão dos termos e conceitos. Especialmente neste

caso, a participante foi protagonista na construção do seu conhecimento, por trazer a biologia para sua explicação, que se trata de uma ciência da natureza não abordada durante a aula e nem tema de estudo no curso DDLN.

No final do encontro, foi indicado o filme “Os aeronautas (*The aeronauts*)” como a atividade complementar e não obrigatória do Módulo III. O objetivo desta atividade consistia em conhecer a história dos cientistas, que juntos promoveram os primeiros conhecimentos sobre meteorologia e realizaram o voo de balão mais alto da história da humanidade, com vistas a promover, no encontro 04, o debate sobre o tema “os riscos e benefícios da ciência”.

#### 5.7. ENCONTRO 4: A ATRAÇÃO PELA TECNOLOGIA COMO MOTIVAÇÃO PARA APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

O último encontro virtual, iniciou-se com o debate sobre “os riscos e benefícios da ciência” advindo das opiniões dos participantes que assistiram ao filme “Os aeronautas (*The aeronauts*). Durante a conversa entre orientadores, professores e estudantes, a participante EEB6 comentou que “é fascinante o que o ser humano é capaz de fazer para adquirir novos conhecimentos”, seguida do participante EEB3 que disse “colocar a vida em risco, nos faz refletir sobre se os benefícios são válidos, mas se não fosse por cientistas “malucos” iguais a esses, não teríamos o avião”.

No diálogo acima, os participantes apresentam seus entendimentos sobre as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, incluindo o *modus operandi* dos cientistas. Tais características evidenciam o eixo estruturante (02) da Alfabetização científica, por representar a compreensão dos fatores éticos e políticos envolvidos na prática científica.

Em seguida, abordou-se os temas sobre Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) e Legislação Aeronáutica. Foi o encontro mais esperado entre os participantes por tratar especificamente sobre o *drone*. O diálogo teve início com as palavras do professor orientador PO1, dizendo que:

O *drone* é uma aeronave tratada pelos organismos internacionais, a exemplo da Organização Internacional da Aviação Civil ou OACI, com o mesmo grau de responsabilidade que um avião ou helicóptero, pelo fato de acessar o espaço aéreo e representar um risco para a segurança de voo (PO1).

A *figura 20*, representa o Módulo IV no Ambiente Virtual de Aprendizagem do curso DDLN, correspondente ao assunto Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas.

Figura 20 - Página do AVA sobre a História das ARP.

Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas – RPAS

1. Histórico

Por Elcival Chagas do Nascimento.

A criação e aperfeiçoamento dos recursos tecnológicos sempre foram pioneiros no meio militar, principalmente na segunda guerra mundial. A Alemanha desenvolveu muitos recursos, a exemplo do primeiro computador do mundo o Z1 apresentado em 1938 por Konrad Zuse e a primeira bomba guiada, a Fieseler Fi 103 mais conhecida como V-1, usada entre 1944 e 1945.



V1 ou buzz bomb

A V1, desenvolvida pela Força Aérea Alemã e também conhecida como "buzz bomb", é considerada um dos primeiros UAS, sendo inspiração para os drones atuais. Em 1977, o engenheiro espacial israelita Abraham (Abe) Karem, apresentou nos Estados Unidos o primeiro VANT construído por ele. A época, para controlá-lo, eram necessárias 30 pessoas.

Índice

1. Histórico
2. Definições
3. Classificação
4. Multirrotores
5. Componentes Básicos

Fonte: O próprio autor.

O encontro virtual síncrono, permitiu dialogar sobre o funcionamento do sistema de aeronave não tripulada, também conhecido internacionalmente como *Unmanned Aircraft Systems (UAS)*, que serviu de ponto de partida para a atividade prática. Para além, foi debatido sobre a responsabilidade civil e as imputações penais decorrentes do ato de pilotar qualquer aeronave, incluindo o *drone*. Como atividade de reflexão, foi apresentado o vídeo “*BBC Drone Advertise*” (VÍDEOS, 2017), conforme *figura 21*, disponível no *YouTube*, que retrata a ficção de um acidente aéreo provocado por uma criança pilotando um ARP.

A professora de física, participante PF2, problematizou dizendo:

[...] a força da colisão entre uma ave e uma aeronave é calculada a partir do peso e da velocidade entre as duas. Um acidente como este, causa muito estrago, lembrando que a ave é de carne e osso. Agora imagine qual seria o estrago se a mesma aeronave colidisse com um *drone*? (PF2).

Percebe-se nas palavras da participante PF2, a contextualização adequada do conteúdo, neste caso identificando-se como estratégia metodológica para o ensino da Física, a utilização de recursos audiovisuais associado a contextualização do conteúdo ministrado.



Figura 21 - Momento no vídeo da colisão entre o drone e o rotor de cauda do Helicóptero.



Fonte: Canal Manual Vídeos.

O diálogo entre os participantes foi acompanhado pelo debate sobre Legislação Aeronáutica, com os objetivos de conhecer a regulamentação para controle de acesso ao espaço aéreo e demonstrar a importância da capacitação dos pilotos de ARP e suas responsabilidades civis, visando a segurança aeronáutica. No decorrer da aula, o participante EEB4 citou que “agora entendo que o *Drone* não é um brinquedo e porque não deve ser pilotado por crianças”. Observa-se nas palavras de EEB4, características da Educação Científica, a partir do entendimento sobre as legislações e da responsabilidade do piloto remoto, evidenciado pela demonstração do pensamento científico empregado numa condição cotidiana.

Como ato contínuo, foi realizada a atividade assíncrona que consistiu em refletir sobre a questão problema intitulada “Como o *Drone* pode contribuir para o avanço científico?”, através da resposta à seguinte pergunta: “Na sua opinião, como os *drones* podem contribuir para a educação e para o trabalho científico?”.

O destaque ficou por conta da resposta do participante EEB3, de acordo com a *figura 22*, que escreveu:

O uso dessa tecnologia pode se transformar em uma ferramenta que visa melhorar a criatividade e a experimentação no âmbito acadêmico. Sua contribuição é vista em aulas de robótica, matemática, eletrônica, programação, ciência atmosférica, dentre outras. Os *drones* possuem uma tecnologia avançada e com alto potencial, sendo uma ferramenta inovadora com grande contribuição para a educação (EEB3).

Figura 22 - Resposta do participante EEB3.

Curso: Drones, Dinâmica de Voo e Leis de Newton  
 Tarefa: Tarefa – Como o Drone pode contribuir para o avanço ...  
 Ver todos os envios

Modificar usuário

2 de 2

**Envio de tarefas**

Enviado para avaliação

Avaliado

Estudante não pode editar este envio

Comentários (0)

—

O uso dessa tecnologia pode se transformar em uma ferramenta que visa melhorar a criatividade e a experimentação no âmbito acadêmico.

Sua contribuição é vista em aulas de robótica, matemática, eletrônica, programação, ciência atmosférica, dentre outras.

Os drones possuem uma tecnologia avançada e com alto potencial, sendo uma ferramenta inovadora com grande contribuição para a educação.

Fonte: O próprio autor

Na resposta de EEB3, observa-se características dos eixos estruturantes (01) e (03) da Alfabetização Científica, através da escrita de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais, além da representação do entendimento das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Igualmente, evidencia-se a problematização como método eficiente para o ensino da Física, por fomentar a pesquisa como meio para a construção de novos conhecimentos, evidenciado através da transcrição da resposta do participante que demonstra o seu pensamento *omnilateral*.

Por fim, foi sugerida a atividade complementar do Módulo IV, considerada não obrigatória, através da indicação do documentário “Desastre Aéreo - *Tenerife 1977*”, visando compreender que o acidente aéreo é provocado por um conjunto de fatores, principalmente o climático e o humano, com vistas a esclarecer como o respeito às regulamentações e o avanço da legislação contribuem para segurança aeronáutica.

## 5.8. ENCONTRO 5: APRIMORAMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO ATRAVÉS DA PRÁTICA COM A AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA

Com o fim das aulas teóricas, ministradas através dos encontros virtuais, ocorreram os encontros presenciais nas cidades de Guanambi-BA, Feira de Santana-BA e Catu-BA. Por conta da Pandemia do Covid-19, todos os encontros atenderam às medidas de segurança sanitária. Na cidade de Feira de Santana-BA, em respeito ao decreto Municipal que limitava o número de pessoas reunidas, a turma foi dividida em dois grupos, registrados pela *figura 23* do turno matutino e a *figura 24* do turno vespertino.

Figura 23 - Manhã, Feira de Santana - BA.



Fonte: O próprio autor.

Figura 24 - Tarde, Feira de Santana - BA.



Fonte: O próprio autor.

Os encontros presenciais foram totalmente práticos e tiveram o objetivo de observar um *drone* em voo, visando demonstrar como as teorias científicas explicam o funcionamento da aeronave. Do mesmo modo, buscou-se aprimorar os conhecimentos adquiridos através de simulações baseadas nas teorias estudadas e estimular a interação entre os participantes para buscarem saídas de situações do cotidiano que envolvessem muitas variáveis.

Consideradas atividades do Módulo V, consistiram em apresentar os equipamentos que compõem o sistema de aeronaves remotamente pilotadas, suas especificações técnicas e dinâmica de funcionamento. Uma das aeronaves utilizadas na instrução foi o *Drone Mavic Pro*, da marca *DJI*, registrada no Sistema de Aeronaves não Tripuladas (SISANT) com prefixo PP-000071107.

Em conformidade com a legislação aeronáutica, para todas as aulas práticas, foram solicitadas permissões de acesso ao Espaço Aéreo junto ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) através do SARPAS, que se traduz no sistema de solicitação de acesso ao espaço aéreo brasileiro para o uso de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP). Para entendimento, o ANEXO A traz a permissão de voo CÓDIGO #DD7441, que foi solicitada para a cidade de Feira de Santana-BA com vistas a realização da aula prática.

O primeiro encontro presencial aconteceu na cidade de Guanambi-BA, tendo as aulas práticas ministradas pelo professor orientador PO2, conforme as *figuras 25 e 26*.

Figura 25 - Aula prática 01 - Guanambi-BA



Fonte: O próprio autor

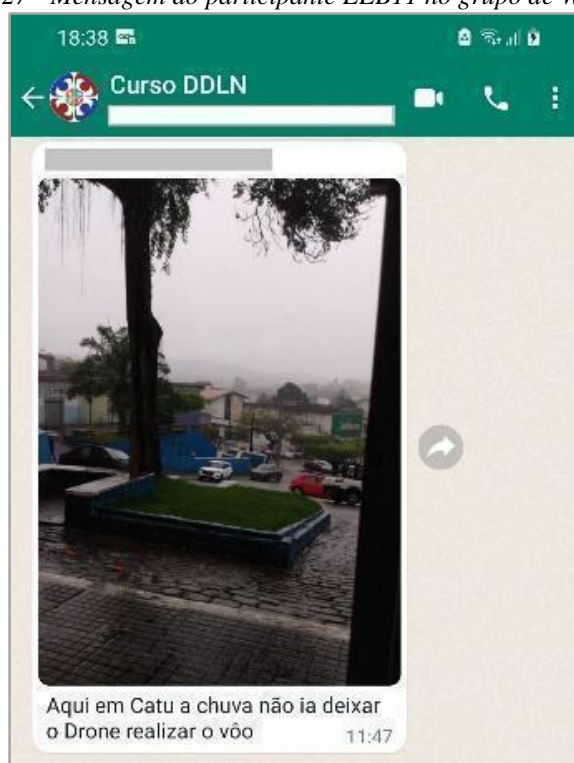
Figura 26 - Aula prática 02 - Guanambi-BA.



Fonte: O próprio autor

Nas demais cidades, o professor orientador PO1 foi o responsável pelas aulas práticas. Na cidade de Catu-BA, a aula prática foi adiada e remarcada por conta das chuvas. Tal situação, desencadeou no grupo de *WhatsApp* um rico debate, a partir das palavras do participante EEB11, conforme *figura 27*, que escreveu: “Aqui em Catu a chuva não ia deixar o *drone* realizar o voo”. Tal mensagem, demonstra que este participante transpôs os conhecimentos adquiridos no curso para uma situação da vida real, quando demonstrou que as condições meteorológicas impediriam a prática de voo, contemplando assim os eixos estruturantes (01) e (02) da Alfabetização Científica, que tratam respectivamente da construção de novos saberes para aplicação no cotidiano e desenvolvimento de estratégias para resolução de problemas a partir do entendimento sobre a prática científica.

Figura 27 - Mensagem do participante EEB11 no grupo de *WhatsApp*.



Fonte: O próprio autor.

A participante EEB12, num momento do diálogo disse: “Rapaz, veja como é importante observar a meteorologia. Não somente para o *drone*, mas para o nosso dia-a-dia”. Evidencia-se nas palavras da participante, o eixo estruturante (03) da Alfabetização Científica, a partir do entendimento da inter-relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Destarte, a aula teve a data transferida e foi realizada com sucesso nas dependências do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFBAIANO) - Campus Catu, conforme registro das *figuras 28 e 29*.

*Figura 28 - Aula prática 01, Catu-BA.*



Fonte: O próprio autor.

*Figura 29 - Aula prática 02, Catu-BA.*



Fonte: O próprio autor.

Outras evidências da Alfabetização Científica foram aparecendo ao longo das aulas práticas, destacando-se a resposta, proferida pelo professor de física PF1, à pergunta do professor orientador PO1, que questionou: “O senhor, que é professor de física, adquiriu algum novo conhecimento a partir da observação do voo do *drone*?”. Em suas palavras, o participante PF1 respondeu:

No meu caso, vários conteúdos de Física ficaram evidentes. No início, eu fiz uma relação entre o avião e o *Drone*, tentando compreender como a dinâmica de voo estava empregada em duas aeronaves diferentes. Fiquei imaginando o desenho do avião que foi feito para facilitar o voo e analisando as Leis de *Newton*, queda livre, movimento horizontal etc. No final, percebi que os conhecimentos científicos são iguais a todo momento. Contudo, podem ser empregados de formas diferentes. Nem na Universidade, quando estudei, tive oportunidade de aprender assim (PF1).

A transcrição das palavras de PF1, demonstra que houve aprendizagem significativa e a compreensão dos processos, práticas e procedimentos do trabalho científico, incluindo o entendimento dos conhecimentos prévios do participante, através do comentário de temas que não faziam parte do plano de aulas do curso DDLN. Por analogia, evidenciou-se que a utilização da ARP, como instrumento didático, permite aplicar vários métodos para o ensino da Física na perspectiva da Alfabetização Científica.

Ainda sobre possíveis estratégias didáticas para o ensino da Física, cita-se a termodinâmica, ramo da física que trata das causas e efeitos da variação da temperatura, pressão e volume, que foi exemplificada através da observação das baterias da aeronave remota. Evidenciou-se o entendimento do tema a partir das palavras da participante EEB7, que disse: “Nunca imaginei que a bateria de um *drone* ou de um controle remoto pode explodir por causa do seu simples uso. Vou olhar as baterias do controle da tv de lá de casa”. Nas palavras de EEB7, observa-se a tomada de decisão a partir do entendimento sobre ciência e tecnologia e a eficiência quanto a utilização da ARP como instrumento didático.

Por fim, não foi aplicada nenhuma atividade assíncrona, deixando para o último encontro os debates e discussões sobre o processo de ensino e de aprendizagem da Física com experimentação através da utilização dos *drones*.

#### 5.9. ENCONTRO 6: O SABER CIENTÍFICO COMO RESULTADO DA ATIVIDADE PRÁTICA

No último encontro, registrado através da *figura 30*, que fora considerado atividade síncrona do Módulo VI, os participantes do curso DDLN relataram como a experiência prática consolidou a aprendizagem, através da associação das temáticas abordadas nas aulas teóricas com a observação do voo da ARP. Dentre os relatos, evidenciaram-se os três eixos estruturantes da Alfabetização Científica, que podem ser confirmados através das palavras da professora de física PF3, que disse: “já viajei de avião! Contudo, nunca tinha analisado a relação prática dos conhecimentos científicos com o voo. É fascinante entender como tudo isso acontece”.

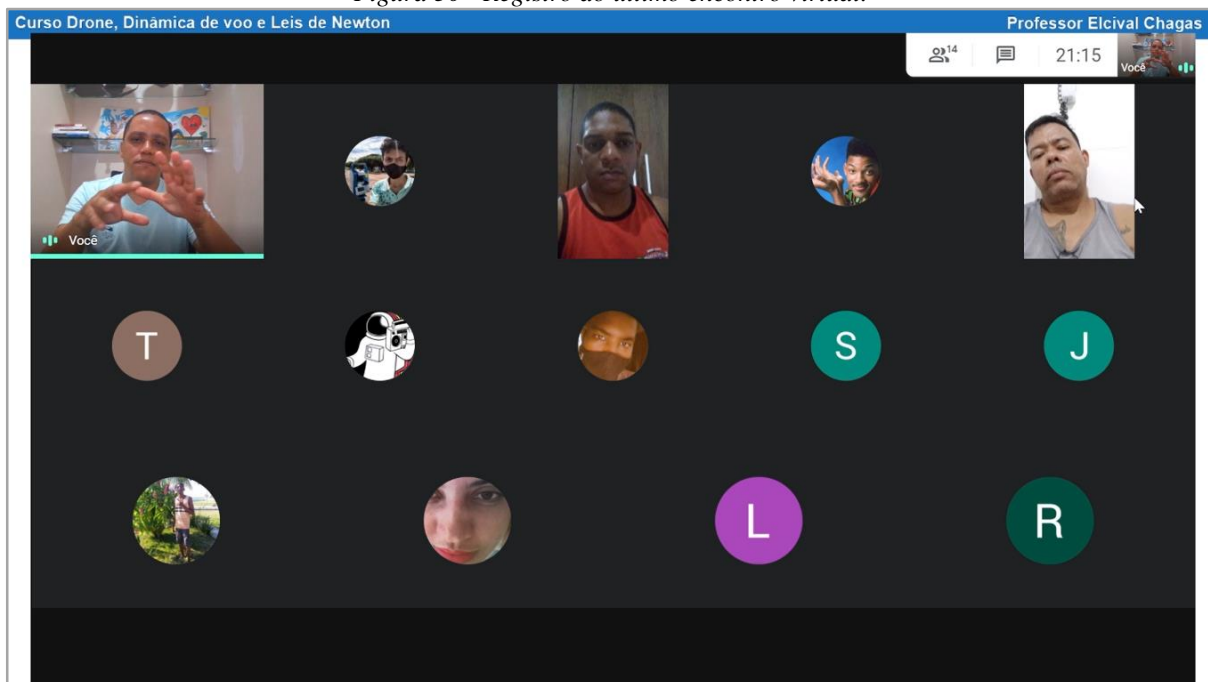
Foram convidados, exclusivamente para este encontro, dois pilotos remotos, integrantes do Grupamento Aéreo da Polícia Militar da Bahia e instrutores de voo com SARP. Eles contribuíram para a aula remota, através de relatos sobre suas experiências em atividades profissionais, no âmbito da Segurança Pública e Defesa Civil, envolvendo a utilização de aeronaves não tripuladas.

O Piloto de ARP C1, alertou sobre a importância do segundo observador (auxiliar do piloto da ARP) durante a prática de voo e relatou o caso de um incidente com sua ARP, dizendo: “Na atividade prática, principalmente quando voamos em área urbana, não devemos fazer isso sozinhos. Quase fui vítima da perda do meu *drone* por não ter visto um prédio. Meu segundo observador foi quem me alertou”.

O Piloto de ARP C2, fez sua contribuição falando sobre a importância do planejamento antes da realização de qualquer voo, explanando que:

Voar um *drone* é fácil. Decolar e pousar são os momentos mais críticos. Contudo, é necessário analisar a meteorologia, a geografia do terreno, as condições das baterias, a carga do rádio controle etc. Como disse: Voar é fácil, mas é preciso planejamento e atenção para não provocar acidentes (C2).

Figura 30 - Registro do último encontro virtual.



Fonte: O próprio autor.

No decorrer do encontro, os participantes compartilharam suas percepções sobre os conhecimentos de Física que observaram com a utilização da ARP e como seus conhecimentos prévios foram sendo confirmados e/ou modificados. O participante PF1, interpelado sobre seu ponto de vista a respeito do curso DDLN, disse:

Pensei inicialmente, que o curso ensinaria como operar e manipular *Drones* [...] ao passar do curso, esta percepção foi modificada porque com o decorrer das aulas foi sendo mostrado que o *Drone* é uma ferramenta da união entre a teoria e a prática e além disso, tiveram outros elementos que deixou claro que existem mais coisas envolvidas para o voo do *Drone*, como: legislação, estudo da meteorologia, estudo dos conteúdos de física, geografia e muitas outras (PF1).

As palavras de PF1 possuem relevância metodológica por se tratar de um professor de física que demonstrou construir novos saberes a partir da utilização do *drone* como instrumento didático. Na sequência, a participante PF2 explanou sobre o que lhe chamou atenção dentre os conteúdos debatidos, dizendo:

Não falando da Física em si, por ser professora da área e ser suspeita em falar, uma coisa que me chamou a atenção, foi o fato de que o *drone* é uma miniatura de uma aeronave e fiquei surpresa que a maioria dos equipamentos e dos princípios que fazem um avião e um helicóptero voar e executarem seus movimentos, o *drone* utiliza as mesmas coisas, apesar do tamanho reduzido. Quem olha de forma aleatória, não imagina que há tanta tecnologia e ciência num equipamento tão pequeno (PF1).

Caracteriza-se nas palavras da participante PF2 a compreensão sobre a relação entre o desenvolvimento científico e as novas tecnologias. Do mesmo modo, identifica-se o eixo estruturante (01) da Alfabetização Científica, através da utilização de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais para explicar a comparação entre avião, helicóptero e *drone*.

Por fim, os participantes concluintes do curso DDLN, bem como os pilotos de ARP convidados e professores orientadores, foram contemplados com um certificado de participação, identificado nominalmente, com carga horária de 30 horas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os caminhos que levam à Educação Científica baseiam-se em pilares de saberes, que fundamentam o desenvolvimento do trabalho científico e são utilizados para a construção de novos conhecimentos. Dentre as trilhas, encontra-se a Alfabetização Científica, que pode ser considerada um dos meios pelo qual os conhecimentos científicos são apresentados, de forma que seja possível o desenvolvimento do pensamento crítico com vistas a aplicá-lo no cotidiano. Em virtude disso, o presente estudo possibilitou conhecer como a Alfabetização Científica se processa, através da utilização de uma aeronave remota como instrumento didático para o ensino da Física no curso *Drones*, Dinâmica de Voo e Leis de *Newton*.

A investigação partiu da hipótese de que o uso de tecnologias digitais, como ferramenta pedagógica, facilita o ensino da Física na Educação Básica e por consequência a Alfabetização Científica dos sujeitos envolvidos no processo. Para tanto, estruturou-se uma intervenção, através do curso DDLN, utilizando a aeronave remotamente pilotada como instrumento didático. A ARP foi escolhida por ter seu funcionamento baseado nos mesmos conhecimentos científicos utilizados na aviação, por estar em evidência como um dos recursos tecnológicos mais versáteis na atualidade e ser construída com avançada tecnologia digital.

Iniciada a pesquisa, identificou-se que a aprendizagem da Física na Educação Básica, para os participantes do curso DDLN, vem sendo excessivamente baseada em livros ou apostilas, voltada à memorização de fórmulas e resolução de exercícios, com aulas práticas para comprovar exclusivamente o conteúdo estudado em sala de aula. Tais características remontam



aos métodos de ensino da Física do século XIX, apesar do trabalho científico ter avançado e a utilização de tecnologias digitais ocorrer em larga escala na sociedade.

Uma intervenção pedagógica intencional à Educação Científica, permitiu observar que a utilização da aeronave remota para o ensino da Física, promoveu diálogos interdisciplinares entre os participantes do curso DDLN e provocou a análise dos aspectos sócio científicos do uso da ARP diante da responsabilidade civil, motivou o estudo dos possíveis impactos socioambientais causados pela utilização das aeronaves e o conhecimento dos possíveis crimes na aviação, incluindo as sanções legais que os pilotos remotos podem sofrer.

É importante ressaltar, que a intervenção didática realizada durante a investigação, permitiu desenvolver novos saberes a partir de conhecimentos prévios dos sujeitos implicados na pesquisa, incluindo-se aí o presente pesquisador, que passou a compreender com mais propriedade sobre os eixos estruturantes da Alfabetização Científica. Ou seja, o processo da pesquisa tornou-se um processo de aprendizagem para todos, pois as problemáticas propostas durante o curso DDLN foram interpretadas a partir do ponto de vista dos participantes, o que promoveu a ampliação do entendimento deste pesquisador sobre como pode se desenvolver o processo da Alfabetização Científica no ensino da Física.

Tal entendimento possibilitou a experimentação de didáticas alternativas ao modelo de educação convencional, a partir da mudança das estratégias de ensino de acordo com o *feedback* dos participantes. Assim, o olhar investigativo, sobre a prática de ensino da Física na perspectiva da Alfabetização Científica, resultou em métodos que facilitaram a aprendizagem dos partícipes e dentre as estratégias metodológicas utilizadas, destacaram-se:

a. Problematização contextualizada.

A questão problema “Na sua opinião, quais ciências podem explicar o voo das aves e quais elas utilizam para voar? ”, que foi aplicada como atividade assíncrona do encontro 03, com o objetivo de identificar as ciências que são utilizadas para desenvolvimento e funcionamento dos *Drones*, estimulou à pesquisa como processo para construção de novos conhecimentos;

b. Utilização de recursos audiovisuais (filmes, documentários, curta metragem etc.).

A Análise do vídeo “*BBC Drone Advertise*” provocou o debate sobre o tema “Acidentes aéreos provocados por *Drones*” e conduziu os participantes a compreenderem sobre a importância da Legislação Aeronáutica para a sociedade;

c. Visita virtual a ambiente não formal de ensino.

A Visita virtual às dependências do GRAER, para demonstração em tempo real de características dos aviões, helicópteros e aeronaves remotas, desenvolveu o pensamento

crítico dos participantes diante da visualização de estruturas que utilizam conhecimentos científicos diversos.

d. A ação dialógica contínua.

O diálogo como fundamento da ação pedagógica foi essencial para provocar a aprendizagem significativa dos participantes, visto que os debates promoveram a aplicação de conhecimentos prévios e o resgate de suas experiências de vida para a construção de novos saberes.

Avançando-se pela investigação, surgiram evidências sobre a compreensão dos processos, práticas e procedimentos do trabalho científico, além de emergirem temas que não faziam parte do Plano de Curso (APÊNDICE A), a exemplo do debate sobre termodinâmica, durante a atividade presencial. Na ocasião, a temperatura da bateria do *drone* foi analisada, visando esclarecer as causas da dilatação dos objetos e os riscos de explosão das baterias das aeronaves remotas. O fato desencadeou um debate sobre os tipos de elementos químicos utilizados para construção das baterias e os riscos ambientais do descarte inadequado desses objetos na natureza.

Observou-se, neste caso, indícios de aprendizagem significativa dos sujeitos, pois os participantes utilizaram dos seus conhecimentos prévios, sobre química, biologia, geografia e meio-ambiente, para formação de novos saberes. Assevera-se então, que a aeronave remota pode ser pedagogicamente eficaz para o ensino de Ciências e estímulo à pesquisa, além de constituir-se de um eficiente instrumento para a Alfabetização Científica. Para tanto, precisa estar associada a uma organização didática que possibilite adequações durante o processo de ensino, visando facilitar a interdisciplinaridade para compreensão dos processos, práticas e procedimentos do trabalho científico.

A revisão bibliográfica empreendida permitiu lastrear a compreensão do processo de Alfabetização Científica em três eixos estruturantes, a relembrar: (01) Compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais; (02) Compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e (03) Entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. No decorrer do Curso DDNL, identificou-se a incidência desses eixos, a exemplo do (01) que foi observado quando um dos participantes explicou as três Leis de *Newton* e as relacionou ao movimento das partículas atômicas. Em outro momento, uma participante associou os conhecimentos de aerodinâmica ao voo de um pássaro, explicando como ocorre o movimento dos fluidos nas asas das aves. O eixo (02), foi identificado quando um participante reconheceu os riscos do trabalho científico para construção de novos conhecimentos e as

implicações éticas e políticas da sua aplicação. Por fim, o eixo estruturante (03), foi evidenciado quando um participante utilizou seus saberes sobre meteorologia para evitar um acidente com o *drone*.

Em suma, a natureza do ensino da Física, na Educação Básica, é constituída por conhecimentos não comuns à sociedade, contudo eles influenciam na tomada de decisões, mesmo para aqueles que não dominam os conhecimentos científicos. Tal afirmação, é comprovada pela incidência de repetições das características do eixo estruturante (01) diante do (02) e (03) que são observadas no decorrer da pesquisa, inferindo que a utilização da ARP pode facilitar, em maior amplitude, a compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais. E em menor amplitude, os fatores éticos e políticos da prática científica e as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

As dificuldades enfrentadas para a aplicação da pesquisa-ação estiveram envoltas no desenvolvimento do Ambiente Virtual de Aprendizagem e nos fatores meteorológicos para a aplicação das aulas práticas. Contudo, essa última dificuldade também se transformou em oportunidade de verificação da aprendizagem, visto que influenciou na tomada de decisão sobre a realização ou não de aulas práticas, através da discussão levantada pelos estudantes acerca das condições não favoráveis à utilização do *drone* e as consequências de sua utilização nessas condições.

Assim, o referido curso, foi além de ensinar sobre as tecnologias dos *drones*, Leis de *Newton* e Dinâmica de Voo. Ele proporcionou a construção de novos saberes, dentre eles os científicos e tecnológicos, assim como o entendimento de suas aplicações, que geralmente são baseadas em novas tecnologias, desenvolvendo nos participantes uma visão crítica necessária para tomada de decisões cotidianas.

Portanto, assevera-se que a aeronave remotamente pilotada pode ser pedagogicamente eficaz para o ensino de Ciências, em particular da Física, além de apresentar-se como um eficiente instrumento para a Alfabetização Científica. Para tanto, precisa estar associada a uma sequência didática, que relacione o conteúdo proposto ao cotidiano do aprendiz, de forma que possibilite a compreensão dos processos, práticas e procedimentos do trabalho científico com vistas a promover a aprendizagem significativa.

Apesar de indícios da aprendizagem significativa terem sido identificados durante a pesquisa, se faz necessário investigar como a utilização da ARP para o ensino de Ciências pode contribuir para a aprendizagem potencialmente significativa dos sujeitos. Do mesmo modo, se for considerado que as tecnologias digitais necessitam de sequências didáticas para tornarem-se instrumentos pedagógicos eficientes, propõe-se novos estudos sobre Unidades

de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) para o ensino da Física na perspectiva da Alfabetização Científica.

Pelo exposto, espera-se que o presente estudo contribua para mitigar alguns problemas do ensino de Ciências que são enfrentados na sala de aula, em particular o ensino da Física, ensejando que contribua para fomentar iniciativas de novos estudos, pois os conhecimentos científicos sobre as ciências da natureza e suas tecnologias são fundamentais, tanto para o desenvolvimento de novas tecnologias quanto para o bem-estar da sociedade e proteção do meio-ambiente.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTAS, Luiz Mendes. Dicionário de termos técnicos. 3. ed. São Paulo: Traço, 1980. 948 p. (Coleção Aeroespacial; t. 2.).

APPOLINÁRIO, Fábio. Metodologia da Ciência: filosofia e prática da pesquisa / Fabio Appolinário. – São Paulo: Cengage Learning, 2006.

BACICH Lilian, MORAN José. Metodologias ativas para uma Educação inovadora uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre Penso, 2018.

BARBOSA, Felipe Araújo et al. Abordagem 'Ciência, Tecnologia e Sociedade' (CTS) no ensino de Física: uma proposta na formação inicial de professores. ENSINO & PESQUISA, v. 15, n. 1, p. 158-178, 2017. BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BONZI, Ramón Stock. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 28, p. 207-215, jul./dez. 2013. Editora UFPR.

BRASIL; MEC; CNE. Resolução nº 4, de 17 de dezembro de 2018b. Institui a Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio (BNCC-EM). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2018-pdf/104101-rcp004-18/file>. Acesso em: 19/10/2021.

CHALMERS, Alan F. O que é ciência afinal? Tradução: Raul Filker: 1ª. Ed. – São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHASSOT, A. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação. Jan-Abr. n.22. 2003.

COSTA, Luciano Gonsalves e BARROS, Marcelo Alves. O ensino de física no Brasil: problemas e desafios. Matemática, Química, Física. Tradução. Belo Horizonte: Poisson, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36229/978-85-7042-166-1>. Acesso em: 17 set. 2021.

DAVID, Ana Celeste da Cruz; JUNIOR, Reginaldo Pereira dos Santos; BOMFIM, Marcos Viana. Multirreferencialidade, cotidiano e espaços não-escolares: convergências conceituais em alguns aportes epistemológicos. Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas Vitória da Conquista - BA ,n.13, 2013, p.111-133.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. Educar em Revista [online]. 2000, n. 16 [Acessado 25 Outubro 2021], pp. 181-191. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0104-4060.214>>. Epub 06 Mar 2015. ISSN 1984-0411. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.214>.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: Efetividade ou ideologia. São Paulo: Loyola, 2011.

FREIRE Jr., Olival. História da Física e a Reflexão Filosófica. In: CARVALHO, Marcelo. CORNELLI, Gabriele (org.). Filosofia: conhecimento e linguagem. Volume 4. Cuiabá, MT: Central de Texto, 2013, p.149-159.

FRIGOTTO, Gaudêncio. Educação omnilateral. In: Caldart, Roseli. PEREIRA, Isabel Brasil. ALENTEJANO, Paulo. FRIGOTTO, Gaudêncio. (Orgs.). Dicionário da Educação do Campo. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2012.

GOMES, Orleyson Cunha; et al. CTS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: POSSIBILIDADES PARA UMA EDUCAÇÃO MAIS COMPROMISSADA ATRAVÉS DO PROGRAMA CIÊNCIA NA ESCOLA. In: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia. Ponta Grossa-PR, 2014.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Censo da Educação Superior 2019. Brasília: Inep, 2020.

KRASILCHIK, Myriam, Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. São Paulo em perspectiva. São Paulo, 2000. p. 85-93.

KUHN, Thomas S. A estrutura das revoluções científicas. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 1997.

LINO PINTO, Sabrine; VERMELHO, Sônia Cristina Soares Dias. Um panorama do enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica no Brasil. Anais XI ENPEC. UFSC, 2017.

LOSURDO, D. Fuga da história? A Revolução Russa e a Revolução Chinesa vistas de hoje. Editora Revan Ltda. Rio de Janeiro, 2004.

MOLL, Jaqueline. Salto para o Futuro - Educação Integral. Ano XVIII boletim 13 - ISSN 1982-0283. Agosto de 2008. (Programa de rádio ou TV/Mesa redonda). Disponível em: [http://www.ufrgs.br/projetossociais/Biblioteca/4\\_TV\\_Escola\\_Educacao\\_Integral.pdf](http://www.ufrgs.br/projetossociais/Biblioteca/4_TV_Escola_Educacao_Integral.pdf). Acesso em: 20 mar. 2022.

MORAN, José; MASETTO, Marcos; BEHRENS, Marilda. Novas tecnologias e mediação pedagógica. São Paulo: Papirus, 2000. 173 p.

MOREIRA, Marco Antonio. GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA. Revista do Professor de Física, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1–13, 2017. DOI: 10.26512/rpf.v1i1.7074. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>. Acesso em: 30 out. 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos avançados, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018.

MOREIRA, M. A. O Que é afinal Aprendizagem Significativa?. Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá/MT, 23 de abril de 2002. (2012). Aceito para publicação. Currículum, La Laguna.

MORENO, Andrei Steeven; DEL PINO, José Claudio. Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): Perspectivas Teóricas Sobre Educação Científica e Desenvolvimento na América Latina. Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, v. 6, n.2, 2017.

NASCIMENTO, Matheus Monteiro. O professor de Física na escola pública estadual brasileira: desigualdades reveladas pelo Censo escolar de 2018. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 42, e20200187, 2020.

PEREZ, Daniel Gil et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, v. 7, n.2, p. 125-153, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>>. Acesso em: 05 de mai. 2021.

PRAIA, João & CACHAPUZ, Antônio. (2005). *Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético*. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*. 2. 173-194.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132. Dezembro - 2000.

SASSERON, Lúcia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. *Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

SOUZA, N. S. B.; ALMEIDA, A. C. P. C.. Ensino de ciências: O enfoque CTS e a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR). *REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA*, v. 13, p. 150-167, 2020.

TESLA, Nikola. Method and apparatus for controlling the movement mechanism of vessels or vehicles. US patent no. 613,809, 8 Nov. 1898.

THIOLLENT, Michel. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. São Paulo: Cortez - 2 ed. 1986.

VÍDEOS, Manual. *BBC Drone Advertise*. Aviso de conscientização da BBC sobre *Drones*. 2017. (01m14s). Disponível em: <<https://youtu.be/f8FyfqpqOiQ>>. Acesso em: 25 out. 2021.

YEPES, Igor; BARONE, Dante A.C; *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*, [S.l.], v. 1, n. 9, nov. 2018. ISSN 2446-7634.

## 8. APÊNDICE A - PLANO DE CURSO

<b>PLANO DE CURSO</b>	
<b>CURSO:</b> <i>Drones, Dinâmica de Voo e Leis de Newton (DDLN)</i>	
<b>PROFESSOR:</b> <i>Elcival Chagas</i>	<b>CARGA HORÁRIA:</b> 30 horas/ aula
<b>METODOLOGIA:</b> Sala de aula invertida	<b>MODALIDADE:</b> Híbrido
<b>OBJETIVOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conhecer as leis de <i>Newton</i> e suas aplicabilidades práticas;</li> <li>● Conhecer as forças que influenciam a dinâmica de voo;</li> <li>● Resolver problemas básicos sobre dinâmica de voo utilizando as leis de <i>Newton</i>;</li> <li>● Conhecer conceitos básicos sobre meteorologia;</li> <li>● Conhecer as nomenclaturas internacionais e conceituar <i>ARP</i> e <i>SARP</i>;</li> <li>● Conhecer os elementos que compõem a <i>ARP</i> e o <i>SARP</i>;</li> <li>● Demonstrar o funcionamento da <i>ARP</i> e do <i>SARP</i>;</li> <li>● Conhecer a Legislação Brasileira do Espaço Aéreo.</li> </ul>	
<b>EMENTA</b>	
<p>Unidades de medida no estudo da mecânica. Primeira lei de <i>Newton</i>: o princípio da inércia. Segunda lei de <i>Newton</i>: o princípio fundamental da dinâmica. Terceira lei de <i>Newton</i>: princípio da ação e reação. Dinâmica de Voo e Meteorologia. Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada - <i>SARP (Remotely Piloted Aircraft Systems - RPAS)</i>.</p>	
<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● UNIDADES DE MEDIDA <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Para o estudo da mecânica</li> <li>○ Para o estudo da Dinâmica de Voo</li> <li>○ Para o estudo do <i>SARP</i></li> </ul> </li> <li>● LEIS DE <i>NEWTON</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Primeira lei: o princípio da inércia.</li> <li>○ Segunda lei: o princípio fundamental da dinâmica.</li> <li>○ Terceira lei: princípio da ação e reação.</li> </ul> </li> <li>● DINÂMICA DE VOO <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aerodinâmica e o Princípio de <i>Bernoulli</i></li> <li>○ Forças do Voo: Sustentação, Arrasto, Peso e Tração</li> <li>○ Aeronaves de asas fixas</li> <li>○ Aeronaves de asas rotativas</li> <li>○ Perda de sustentação</li> </ul> </li> <li>● METEOROLOGIA AERONÁUTICA <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Altitude e Pressão atmosférica</li> <li>○ Calor e Temperatura</li> </ul> </li> </ul>	



- Efeitos da Meteorologia sobre aeronaves
- **SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA – SARP**
  - Definição e nomenclaturas conforme ICA 100-40/2020
  - Classificação das ARP
  - Controle dos eixos: vertical, direcional, lateral e longitudinal
  - Componentes básicos da ARP
    - Motores - *Brushless*
    - Controladora de velocidade - *Electronic Speed Controllers (ESC)*
    - Placa distribuidora de energia - *Power Distribution Board (PDB)*
    - Bateria - *Lithium Polymer (Li-Po)*
    - Placa controladora de voo - *Flight Controller*
  - Comandos de Voo
  - Efeito de Solo
- **LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA**
  - Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA) Lei nº 7565/1986
  - ICA 100-40/2020 Aeronaves não tripuladas e o acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro (DECEA)

### AVALIAÇÕES

- Serão aplicadas através de formulários *online* e estruturadas da seguinte maneira:
  - Diagnóstica inicial – Visa coletar dados iniciais e basilares sobre os alunos
  - Formativa – Aplicada ao final de cada item do conteúdo programático
  - Somativa – Com questões objetivas visando aferir o nível de aprendizagem
  - Diagnóstica Final – Visa coletar dados sobre as opiniões dos discentes

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.
- Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- C.N. Eastlake, A física do voo na sala de aula. Física na Escola, v.7, n.2, 52 (2006).
- CRUZ, R. V. Fundamentos da Engenharia de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, jul. 1999.
- ESPIÚCA MONTEIRO, João Carlos. Modelagem e Controle de um Veículo Quadricóptero. Rio de Janeiro: UFRJ/POLI, 2017, 90p.
- DE ANDRADE, D. Fundamentos de Engenharia Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, jul. 1999.
- BRASIL. Código Brasileiro de Aeronáutica. Lei nº 7.565. Brasília, 1986.
- BRASIL. Instrução do Comando da Aeronáutica 100-40. Aeronaves não tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. Brasília, 2020.

## 9. APÊNDICE B - PLANO DE AULA

<b>PLANO DE AULA</b>		
<b>CURSO:</b> <i>Drones, Dinâmica de Voo e Leis de Newton (DDLN)</i>		
<b>PROFESSOR:</b> <i>Elcival Chagas</i>	<b>CARGA HORÁRIA:</b> 30 horas/ aula	
<b>METODOLOGIA:</b> Sala de aula invertida	<b>MODALIDADE:</b> Híbrido	
<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</b>		
<p>Unidades de medida no estudo da mecânica. Primeira lei de <i>Newton</i>: o princípio da inércia. Segunda lei de <i>Newton</i>: o princípio fundamental da dinâmica. Terceira lei de <i>Newton</i>: princípio da ação e reação. Dinâmica de Voo e Meteorologia. Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada – SARP.</p>		
<b>OBJETIVOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Conhecer as leis de <i>Newton</i> e suas aplicabilidades práticas;</li> <li>● Conhecer as forças que influenciam a dinâmica de voo;</li> <li>● Resolver problemas básicos sobre dinâmica de voo utilizando as leis de <i>Newton</i>;</li> <li>● Conhecer conceitos básicos sobre meteorologia;</li> <li>● Conhecer a Legislação Brasileira do Espaço Aéreo;</li> <li>● Conhecer as nomenclaturas internacionais e conceituar <i>ARP</i> e <i>SARP</i>;</li> <li>● Conhecer os elementos que compõem a <i>ARP</i> e o <i>SARP</i>;</li> <li>● Demonstrar o funcionamento da <i>ARP</i> e do <i>SARP</i>.</li> </ul>		
<b>DA MODALIDADE DE ENSINO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● HÍBRIDA               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Do inglês “<i>blended learning</i>” é a modalidade de ensino que concilia os recursos da Educação a Distância – como a flexibilidade e o acesso remoto a aulas e recursos didáticos – com a aula do ensino presencial.</li> </ul> </li> </ul>		
<b>MÓDULO 01 – APRESENTAÇÃO DO CURSO</b>		
PLANO DE AULA	RECURSO	C/H
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Objetivos do curso</li> <li>● Matriz curricular</li> <li>● Apresentação do Ambiente Virtual de Aprendizagem</li> <li>● Esclarecimento sobre os objetivos das avaliações</li> </ul>	Web conferência	2 hs

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interação entre os discentes e esclarecimentos diversos</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade Complementar</li> <li>• Filme: Estrelas além do tempo</li> </ul>	Audiovisual	-
<b>MÓDULO 02 – LEIS DE NEWTON E SUAS APLICAÇÕES</b>		
<b>PLANO DE AULA</b>	<b>RECURSO</b>	<b>C/H</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidades de medida <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Para o estudo da mecânica</li> <li>○ Para o estudo da dinâmica de voo</li> <li>○ Para o estudo do <i>SARP</i></li> </ul> </li> <li>• Leis de <i>Newton</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Princípio da inércia.</li> <li>○ Princípio fundamental da dinâmica.</li> <li>○ Princípio da ação e reação.</li> </ul> </li> </ul>	Web conferência	1h 30min
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividades Assíncronas <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fórum – <i>Newton</i> e o cotidiano</li> <li>○ Questionário – Unidades de Medida e Leis de <i>Newton</i></li> <li>○ Tarefa Avaliativa – Contribuições científicas</li> <li>○ Pesquisa de Satisfação</li> </ul> </li> </ul>	AVA	4hs
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade Complementar <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Filme: O menino que descobriu o vento</li> </ul> </li> </ul>	Audiovisual	-
<b>MÓDULO 03 – DINÂMICA DE VOO E METEOROLOGIA</b>		
<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO / ATIVIDADES</b>	<b>RECURSO</b>	<b>C/H</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinâmica de Voo <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aerodinâmica e o Princípio de <i>Bernoulli</i></li> <li>○ Forças do Voo: Sustentação, Arrasto, Peso e Tração</li> <li>○ Aeronaves de asas fixas</li> <li>○ Aeronaves de asas rotativas</li> <li>○ Perda de sustentação</li> </ul> </li> <li>• Meteorologia Aeronáutica <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Calor e Temperatura</li> <li>○ Altitude e Pressão atmosférica</li> <li>○ Efeitos da Meteorologia sobre aeronaves</li> </ul> </li> </ul>	Web conferência	1h 30min
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividades Assíncronas <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fórum – O céu é o limite</li> <li>○ Questionário – Dinâmica de Voo</li> <li>○ Tarefa – Quais ciências a ave utiliza para voar?</li> </ul> </li> </ul>	AVA	4hs

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pesquisa de Satisfação</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Atividade Complementar <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Filme: Os aeronautas (<i>The aeronauts</i>)</li> </ul> </li> </ul>	Audiovisual	-
<b>MÓDULO 04 – SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA – SARP</b>		
<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO / ATIVIDADES</b>	<b>RECURSO</b>	<b>C/H</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada - SARP <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Definição e nomenclaturas ICA 100-40/2020</li> <li>○ Classificação das ARP</li> <li>○ Controle dos eixos: vertical, direcional, lateral e longitudinal</li> <li>○ Componentes básicos da <i>ARP</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Motores - <i>Brushless</i></li> <li>▪ Controladora de velocidade - <i>Eletronic Speed Controllers (ESC)</i></li> <li>▪ Placa distribuidora de energia - <i>Power Distribution Board (PDB)</i></li> <li>▪ Bateria - <i>Lithium Polymer (Li-Po)</i></li> <li>▪ Placa controladora de voo - <i>Flight Controller</i></li> </ul> </li> <li>○ Comandos de Voo</li> <li>○ Efeito de Solo</li> </ul> </li> <li>● LEGISLAÇÃO AERONAUTICA <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA) Lei nº 7565/1986</li> <li>○ ICA 100-40/2020 Aeronaves não tripuladas e o acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro (DECEA)</li> </ul> </li> </ul>	Web conferência	1h 30min
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Atividades Assíncronas <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fórum avaliativo – As mil utilidades do <i>VANT</i></li> <li>○ Questionário Avaliativo – <i>SARP</i> e Legislação</li> <li>○ Tarefa Avaliativa – Como o <i>Drone</i> pode contribuir para o avanço científico?</li> <li>○ Pesquisa de Satisfação</li> </ul> </li> </ul>	AVA	4hs
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Atividade Complementar <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Documentário: Desastre Aéreo - <i>Tenerife 1977</i></li> </ul> </li> </ul>	Audiovisual	
<b>MÓDULO 05 – ATIVIDADE PRÁTICA COM ARP</b>		
<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO / ATIVIDADES</b>	<b>RECURSO</b>	<b>C/H</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada - SARP <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rádio Controle e montagem básica da <i>ARP</i></li> </ul> </li> </ul>	<i>SARP</i>	2hs

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Comandos de voo e Sensores</li> <li>○ Cuidados para conservação</li> <li>● A física na prática <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Velocidade, aceleração, distância, percurso, tempo, altura, queda livre, força de atrito, temperatura, pressão atmosférica, magnetismo, energia, troca de calor, som, imagem, informação, eletricidade e telecomunicação.</li> </ul> </li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Atividade Presencial <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Análise dos conteúdos de física através da observação do voo de uma ARP.</li> </ul> </li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Atividades Assíncronas <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fórum avaliativo – Expresse sua experiência</li> <li>○ Questionário Avaliativo – Agregando informação</li> <li>○ Tarefa Avaliativa – A física na prática</li> <li>○ Pesquisa de Satisfação</li> </ul> </li> </ul>	AVA	4hs
<b>MÓDULO 06 – ENCERRAMENTO DO CURSO</b>		
<b>ATIVIDADES</b>	<b>RECURSO</b>	<b>C/H</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Avaliação do aproveitamento das informações</li> <li>● Análise dos resultados das avaliações</li> <li>● Opiniões e sugestões dos discentes</li> <li>● Interações entre os discentes</li> </ul>	Web conferência	1hs
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>● BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.</li> <li>● Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.</li> <li>● C.N. <i>Eastlake</i>, A física do voo na sala de aula. Física na Escola, v.7, n.2, 52 (2006).</li> <li>● CRUZ, R. V. Fundamentos da Engenharia de Helicópteros e Aeronaves de Asas Rotativas, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, jul. 1999.</li> <li>● ESPIÚCA MONTEIRO, João Carlos. Modelagem e Controle de um Veículo Quadrirotor. Rio de Janeiro: UFRJ/POLI, 2017, 90p.</li> <li>● DE ANDRADE, D. Fundamentos de Engenharia Aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, jul. 1999.</li> <li>● BRASIL. Código Brasileiro de Aeronáutica. Lei nº 7.565. Brasília, 1986.</li> <li>● BRASIL. Instrução do Comando da Aeronáutica 100-40. Aeronaves não tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. Brasília, 2020.</li> </ul>		

## 10. APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE PESQUISA



### **Curso *Drones*, Dinâmica de Voo e Leis de Newton - DDLN**

**Prezado(a) participante,**

Este formulário foi desenvolvido para conhecer sua opinião sobre o curso DDLN. As informações fornecidas serão analisadas e utilizadas para construção do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) "Descomplicando a Física na Educação Básica: O *Drone* como ferramenta didática para Educação Científica e Popularização das Ciências" a ser apresentado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Popularização das Ciências do Instituto Federal Baiano - Campus Catu.

Desde já, agradeço pela sua atenção e reitero gratidão por dispensar um pouco do seu tempo para ajudar no desenvolvimento desta pesquisa.

Cordialmente.

Professor Elcival Chagas do Nascimento

#### **1. Você é:**

- Professor
- Estudante

#### **2. De qual tipo de instituição?**

- Pública
- Privada

#### **3. Durante o ensino médio, na condição de estudante, como você identifica ou identificava o ensino de Física?**

- Baseado somente em livros ou apostilas, memorização de fórmulas e resoluções de exercícios
- Baseado em livros ou apostilas, memorização de fórmulas, resoluções de exercícios e aulas práticas (considera-se prática a atividade que visa apenas comprovar o conteúdo estudado em sala de aula).

- Baseado na experimentação que facilitava a aprendizagem das fórmulas, sendo o livro um material de apoio para as aulas práticas.
- 4. ANTES DO CURSO DDLN, qual assunto você desconhecia totalmente?** (Marque todas que se aplicam)
- LEIS DE *NEWTON*: O princípio da Inercia, princípio fundamental da dinâmica e princípio da ação e reação; Unidades de medidas para estudo da dinâmica de voo e SARP.
  - DINÂMICA DE VOO: Aerodinâmica e o Princípio de Bernoulli; Forças do voo - Sustentação, Arrasto, Peso e Tração; Aeronaves de asas fixas e as rotativas; Perda de sustentação.
  - METEOROLOGIA AERONAUTICA: Altitude e pressão atmosférica; Calor e temperatura; Efeitos meteorológico sobre as aeronaves.
  - SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP): Componentes eletrônicos; Funcionamento; Comandos de voo.
  - LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA: Código Brasileiro de Aeronáutica; Regulamentação de acesso ao Espaço Aéreo.
- 5. ANTES DO CURSO DDLN, qual assunto você já tinha ouvido falar?** (Marque todas que se aplicam)
- LEIS DE *NEWTON*: O princípio da Inercia, princípio fundamental da dinâmica e princípio da ação e reação; Unidades de medidas para estudo da dinâmica de voo e SARP.
  - DINÂMICA DE VOO: Aerodinâmica e o Princípio de Bernoulli; Forças do voo - Sustentação, Arrasto, Peso e Tração; Aeronaves de asas fixas e as rotativas; Perda de sustentação.
  - METEOROLOGIA AERONAUTICA: Altitude e pressão atmosférica; Calor e temperatura; Efeitos meteorológico sobre as aeronaves.
  - SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP): Componentes eletrônicos; Funcionamento; Comandos de voo.
  - LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA: Código Brasileiro de Aeronáutica; Regulamentação de acesso ao Espaço Aéreo.
- 6. DURANTE O CURSO DDLN, qual dos conteúdos chamou sua atenção?** (Marque todas que se aplicam)

- LEIS DE *NEWTON*: O princípio da Inercia, princípio fundamental da dinâmica e princípio da ação e reação; Unidades de medidas para estudo da dinâmica de voo e SARP.
  - DINÂMICA DE VOO: Aerodinâmica e o Princípio de Bernoulli; Forças do voo - Sustentação, Arrasto, Peso e Tração; Aeronaves de asas fixas e as rotativas; Perda de sustentação.
  - METEOROLOGIA AERONAUTICA: Altitude e pressão atmosférica; Calor e temperatura; Efeitos meteorológico sobre as aeronaves.
  - SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP): Componentes eletrônicos; Funcionamento; Comandos de voo.
  - LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA: Código Brasileiro de Aeronáutica; Regulamentação de acesso ao Espaço Aéreo.
- 7. ANTES DO CURSO DDLN, você se preocupava em compreender os termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais da Física?**
- Sim
  - Não
- 8. APÓS O CURSO DDLN, você passou a compreender os termos, conceitos e conhecimentos científicos que explicam como uma aeronave se mantenha em voo?**
- Sim
  - Não
- 9. ANTES DO CURSO DDLN, você compreendia como o trabalho científico é realizado para o desenvolvimento de novas tecnologias?**
- Sim
  - Não
- 10. APÓS O CURSO DDLN, você passou a entender ou ampliou sua compreensão sobre a importância da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática?**
- Sim
  - Não
- 11. ANTES DO CURSO DDLN, você compreendia sobre as relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente?**
- Sim
  - Não



**12. APÓS O CURSO DDLN, você passou a entender ou ampliou sua compreensão sobre as relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente?**

- Sim
- Não

**13. Dos assuntos abaixo, quais estão presentes no seu dia-a-dia? (Marque todas que se aplicam)**

- LEIS DE *NEWTON*: O princípio da Inercia, princípio fundamental da dinâmica e princípio da ação e reação; Unidades de medidas para estudo da dinâmica de voo e SARP.
- DINÂMICA DE VOO: Aerodinâmica e o Princípio de Bernoulli; Forças do voo - Sustentação, Arrasto, Peso e Tração; Aeronaves de asas fixas e as rotativas; Perda de sustentação.
- METEOROLOGIA AERONAUTICA: Altitude e pressão atmosférica; Calor e temperatura; Efeitos meteorológico sobre as aeronaves.
- SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP): Componentes eletrônicos; Funcionamento; Comandos de voo
- LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA: Código Brasileiro de Aeronáutica; Regulamentação de acesso ao Espaço Aéreo.

**14. Das atividades assíncronas, que foram realizadas no AVA-DDLN, qual delas contribuiu para sua aprendizagem sobre ciências e tecnologia? (Marque todas que se aplicam)**

- MÓDULO I - Na sua opinião, como os estudos sobre as ciências da natureza contribuíram para o desenvolvimento dos *Drones*?
- MÓDULO II - Quais os pontos positivos e negativos do desenvolvimento científico para a sociedade?
- MÓDULO III- Na sua opinião, quais ciências podem explicar o voo das aves e quais elas utilizam para voar?
- MÓDULO IV - Na sua opinião, como os *Drones* podem contribuir para a educação e para o trabalho científico?
- MÓDULO V - Quais práticas científicas você utiliza no dia-a-dia?
- Todas as atividades, pois a partir delas construí conhecimentos que posso utilizar no meu dia-a-dia.

**15. Dos filmes e documentários, indicados como atividades complementares, quais você assistiu? (Marque todas que se aplicam)**

- Estrelas além do tempo
- O menino que descobriu o vento
- Os aeronautas (The aeronauts)
- Desastre Aéreo - Tenerife 1977
- Assisti a todos. Eles permitiram compreender como o trabalho científico contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias e qual a importância dos novos conhecimentos para da humanidade.

**16. Assistir aos filmes e documentários indicados ...**

- Contribuiu muito para compreensão dos conteúdos de Física propostos pelo curso e para meu crescimento pessoal.
- Contribuiu pouco para compreensão dos conteúdos de Física propostos pelo curso e para meu crescimento pessoal.
- Não contribuiu para compreensão dos conteúdos de Física propostos pelo curso e para meu crescimento pessoal.

**17. A AULA PRÁTICA, com a utilização do *Drone*, \_\_\_\_\_ para compreensão dos conteúdos de Física propostos pelo curso.**

- Ajudou muito
- Ajudou pouco
- Não ajudou

**18. Quais conteúdos de física você conseguiu identificar durante a AULA PRÁTICA?**

(Marque todas que se aplicam)

- O princípio da Inercia, princípio fundamental da dinâmica e princípio da ação e reação; Unidades de medidas para estudo da dinâmica de voo e SARP.
- Aerodinâmica e o Princípio de Bernoulli; Forças do voo - Sustentação, Arrasto, Peso e Tração; Aeronaves de asas fixas e as rotativas; Perda de sustentação.
- Altitude e pressão atmosférica; Calor e temperatura; Efeitos meteorológico sobre as aeronaves
- Todos listados acima, além de outros como óptica, eletricidade etc. Nenhum dos listados acima, pois estava interessado em pilotar o *Drone*.

**19. Os conteúdos abordados no curso DDLN ...**


- Foram suficientes apenas para entender como funcionam os *Drones* e como pilotá-los.
- Foram suficientes para entender sobre o funcionamento dos *Drones* e quais as responsabilidades para pilotá-los.

- Foram além de entender sobre o funcionamento dos *Drones* e quais as responsabilidades para pilotá-los.


**20. Qual seu grau de satisfação com o curso DDLN? \***

- Foi abaixo do que eu esperava
- Exatamente da forma que eu esperava
- Superou as minhas expectativas

## 11. ANEXO A – PERMISSÃO DE VOO (SARPAS)



Departamento  
de Controle do Espaço Aéreo  
Comando de Aeronáutica



### SOLICITAÇÃO DE VOO #DD7441

APROVADO

#### Operação

- Solicitante: ELCIVAL CHAGAS DO NASCIMENTO
- Perfil: 1 (Padrão / ICA 100-40)
- Tipo/Regra: VLOS/V

#### Localização

- Decolagem  
Lat:-12.234500232984978  
Lng: -38.96455259660704
- Destino  
Lat:-12.234500232984978  
Lng: -38.96455259660704
- Área: 300m
- Altura: 40ft

Janela de Operação		
Data	Início	Fim
19.12.2020	11:00 UTC	20:00 UTC

#### Comunicações

- Código de Chamada: RPA-FIEH-07
- ATS: NÃO SE APLICA
- Piloto: NÃO SE APLICA

#### RPS (1)

RPS	Lat/Lng	Telefone
ELCIVAL CHAGAS DO NASCIMENTO	-12.234500232984978, -38.96455259660704	(75) 98135-3334

#### Equipamento

- N° SISANT: PP-000071107

#### Piloto

- Nome: ELCIVAL CHAGAS DO NASCIMENTO
- Código: FIEH
- CPF: 962.\*\*\*.\*\*\*-34