



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de São José do Rio Preto

Allan Miguel Soares

O Ensino de Física sob uma perspectiva CTSA: construindo uma
sequência didática a partir da vida e da obra de Santos Dumont

São José do Rio Preto

2022

Allan Miguel Soares

O Ensino de Física sob uma perspectiva CTSA: construindo uma sequência didática a partir da vida e da obra de Santos Dumont

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Física, junto ao Conselho de Curso de Licenciatura em Física, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mônica Abrantes Galindo

São José do Rio Preto

2022

S676e	Soares, Allan Miguel O Ensino de Física sob uma perspectiva CTSA : construindo uma sequência didática a partir da vida e da obra de Santos Dumont / Allan Miguel Soares. -- São José do Rio Preto, 2022 61 f. : tabs., fotos Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Física) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto Orientadora: Mônica Abrantes Galindo 1. Alberto Santos Dumont. 2. Questões Sociocientíficas. 3. Sequência Didática. 4. CTSA. 5. Ensino de Física. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Allan Miguel Soares

O ensino de Física sob uma perspectiva CTSA: construindo uma sequência didática a partir da vida e da obra de Santos Dumont

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Física, junto ao Conselho de Curso de Licenciatura em Física, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Mônica Abrantes Galindo
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto
Orientadora

Prof. Dr. Marcos Serzedello
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto

Prof. Mst. Willian Henrique da Silva Pereira
UNESP – Câmpus de Bauru

São José do Rio Preto
10 de janeiro de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a este trabalho a minha orientadora, Professora Mônica Abrantes Galindo de Oliveira por ter aceitado fazer parte neste projeto. Com a sua dedicação e carinho foram fundamentais para a realização deste trabalho.

RESUMO

Após um estudo feito das coleções didáticas de Física do PNLD, de 2018 a 2020, foi constatado somente uma citação de Alberto Santos Dumont entre as 12 coleções analisadas. Sendo assim, apresentamos uma proposta de sequência didática desenvolvida com o objetivo de fazer uma aproximação dos estudantes de nomes brasileiros importantes que poderiam estar mais presentes nas suas formações, além de propor a inserção de aspectos do pensamento decolonial nos livros didáticos seguindo as propostas curriculares presentes no Currículo Paulista. Para isso, foi proposta a realização de uma sequência, levando em considerações as Questões Sociocientíficas e CTSA, promovendo o aprendizado da Física e a conscientização a respeito de aspectos sociais da ciência via a discussão do contexto histórico vivenciado da época. Com isso, temos como referência Santos Dumont, para levantar essas questões e reformular a organização de conteúdos seguindo o Currículo Paulista.

Palavras-chave: Alberto Santos Dumont. Questões Sociocientíficas. Sequência Didática. CTSA. Ensino de Física.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: O vôo do 14-bis.....	33
Figura 2: Balão Brasil nº 01.....	42
Figura 3: Representação de um Dirigível	45
Figura 4: Dirigível Zeppelin.....	46
Figura 5: Representação das Forças de Vôo Durante a Subida.	50
Figura 6: Representação das Forças de Vôo durante a Descida.	50
Figura 7: A inclinação de um Vôo.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ficha Técnica do 14-Bis	33
--	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1:	44
Equação 2:	45
Equação 3:	45
Equação 4:	45
Equação 5:	50
Equação 6:	50
Equação 7:	50
Equação 8:	50
Equação 9:	51
Equação 10:	51
Equação 11:	51
Equação 12:	51
Equação 13:	51
Equação 14:	52
Equação 15:	52
Equação 16:	52
Equação 17:	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CETIC	Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
FAI	Federação Aeronáutica Internacional
PNLD	Plano Nacional do Livro e do Material Didático
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE SÍMBOLOS

m	Metro
kg	Quilograma
m²	Área
Km	Quilômetro
h	hora
HP	Cavalo

SUMÁRIO

1	TEMA	12
2	JUSTIFICATIVA	13
3	OBJETIVOS	16
3.1	Objetivo Geral.....	16
3.2	Objetivos Específicos	16
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
4.1	Base Nacional Comum Curricular.....	17
4.2	Currículo paulista	18
4.3	Livro Didático.....	20
4.4	Questões Sociocientíficas	21
4.5	Questões Sociocientíficas Relacionadas a Santos Dumont.....	22
5	METODOLOGIA.....	23
5.1	Metodologia da Sequência Didática.....	23
5.2	Mapas conceituais e suas funcionalidades.....	25
6	A VIDA DE ALBERTO SANTOS DUMONT	26
6.1	A infância de Santos Dumont	26
6.2	A homossexualidade Santos Dumont	28
6.3	Pessoas importantes na vida de Santos Dumont.....	29
6.3.1	Aída de Acosta	29
6.4	O 14-bis	31
6.5	Irmãos Wright Vs Santos Dumont.....	34
6.6	Difíceis Momentos de Santos Dumont.....	35
6.7	A morte de Santos Dumont.....	37
7	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	38
7.1	Primeira abordagem	39
7.2	Segunda abordagem	40

7.3 Terceira abordagem	40
7.3.1 Unidade	40
7.3.2 Você sabia?	41
7.3.3 Experimente a Física no dia a dia.....	42
7.3.4 Lendo a Física	43
7.3.5 Exercício Resolvido	44
7.3.6 Pare e pense	46
7.3.7 De volta ao começo	46
7.3.8 Exercícios Complementares	47
7.3.9 Física no cinema.....	47
7.3.10 Exercícios Propostos.....	48
7.4 Quarta Abordagem	48
7.5 Quinta abordagem	49
7.6 Sexta abordagem	52
7.7 Avaliação	53
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
9 REFERÊNCIAS	57

1 TEMA

O tema trabalhado surgiu após as investigações dos trabalhos publicados em três grandes eventos de pesquisa relacionados ao ensino de física. Mesmo que, a física brasileira em boa parte de seu desenvolvimento esteja relacionada aos tópicos de física moderna e a nomes como César Lattes, José Leite Lopes e Mario Schenberg, há outros nomes importantes para serem trabalhados. Neste trabalho, desenvolvemos um lado que está em falta nos livros didáticos, a presença da ciência brasileira nos seus conteúdos programáticos, segundo os dados quantitativos revelados pelo estudo realizado por Pereira (2019). Partindo de uma perspectiva CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, não temos em mente trabalhar somente com a imagem propriamente dita de um cientista, mas sim trazer como proposta, desenvolver nos alunos a ideia da importância de outras questões diretamente impactadas e relacionadas às ciências como, por exemplo, as questões sociais.

Adotando como referência para o nosso trabalho Alberto Santos Dumont, um importante nome da história do Brasil e da aviação mundial, abrimos a possibilidade de trabalharmos diversos assuntos relacionados com os conceitos CTSA, tanto historicamente, como socialmente e cientificamente. Utilizando de recursos educacionais, como sequência didática, mapas conceituais e a transcrição ou reorganização de seções presentes no livro didático (selecionamos um livro dentre as 12 coleções aprovadas pelo PNLD de 2018 à 2020), temos a intenção de propor possibilidades de incluir a discussão de aspectos da tecnologia e da física realizadas e vividas por cientistas brasileiros, de maneira que os alunos possam se sentir mais representados e de certa maneira, consigam pensar nos aspectos relativos à colonialidade presentes nos livros didáticos.

2 JUSTIFICATIVA

A física, desde suas primeiras descobertas ou elaboração de modelos, nos ajudou a construir o que hoje conhecemos como “mundo”. Ao longo das décadas inúmeros cientistas em diversas áreas fizeram suas contribuições para o desenvolvimento científico. Para que a ciência continue evoluindo é muito importante o processo de ensino e aprendizagem, pois com a educação conseguimos que a ciência, assim como as demais construções humanas, possam ser ensinadas através das gerações, de preferência na direção da construção de um mundo melhor para todos. Levando em consideração a questão do ensino, apesar de todos os recursos que foram desenvolvidos com a ajuda da tecnologia, o livro didático ainda continua sendo fundamental nesse processo. O Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC), que monitora o uso de tecnologias no Brasil, apresenta um estudo que mostra que cerca de 17% da população ainda não tem acesso à internet, se agravando cada vez mais essa situação de acordo com a classe social. Contudo, ao tratar-se especificamente dos livros didáticos, abrem-se possibilidades de gerar inúmeros debates a respeito de suas funções e dos conteúdos que estão ali inseridos. Verificando os livros didáticos de física em especial, fica evidente a baixa participação dos físicos e da física brasileira nas coleções didáticas, por sua vez há uma grande representação de cientistas europeus e norte-americanos, fazendo que as opiniões sejam construídas com base em contextos distantes da nossa realidade, contribuindo para que nossa ciência deixe, de certa forma, de ser minimamente protagonista.

A partir de um levantamento em três dos principais eventos de ensino de física do Brasil – Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) – e nos repositórios das três grandes universidades públicas do estado de São Paulo – Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), buscamos trabalhos publicados relacionadas a Santos Dumont, um nome importante, mas que nos dias atuais é pouco ou não é sequer lembrado nos livros didáticos de Física. Utilizamos como palavras chaves: Ensino de Física, Alberto Santos Dumont, Avião e Aviação.

Foram pesquisados os acervos dos dois últimos encontros de cada evento, que acontecem a cada dois anos. Em relação aos repositórios, as buscas foram em todo o acervo disponível nos sites virtuais. No ENPEC XI (2017) e XII (2019); EPEF XVII (2018) e XVIII (2019); SNEF (2017) XXII e XXIII (2019) com a busca das palavras chaves não foram encontradas nenhuma referência a aviação ou Alberto Santos Dumont e suas obras.

No repositório da USP, encontramos uma tese que apresentava as obras de Santos Dumont através de um mutoscópio (aparelho cinematográfico antigo que reproduzia fotos sequenciais), nesse artigo o foco não era somente as obras de Dumont, mas também a tecnologia nos primórdios do cinema. Além dessa tese, não há publicações de artigos, de mestrados ou doutorados falando sobre Santos Dumont no Ensino de Física, há somente citações, como por exemplo, ao aeroporto Santos Dumont. No repositório da UNICAMP não foram encontrados nenhum trabalho relacionado a Santos Dumont com o Ensino de Física, apenas citações como do aeroporto Santos Dumont. No repositório da UNESP, encontramos um TCC falando sobre aviação e ondas de rádio, no qual utilizou-se a invenção do 14-bis de Santos Dumont como motivação para o estudo, mas não como base do trabalho.

Em um cenário geral, identificamos que há poucos trabalhos relacionados diretamente ao brasileiro Santos Dumont nos principais eventos de pesquisa na área de ensino de física, revelando um potencial de estudos e aplicações a serem trabalhados futuramente a partir de conhecimentos científicos e tecnologias desenvolvidas no Brasil e a vida e história de cientistas brasileiros.

Especificamente nos livros didáticos, cabe destacar que, embora possam ser citados, os livros trabalham muito pouco a imagem dos nomes brasileiros, muitas vezes com uma representação injusta, causando uma desvalorização de trabalhos construídos por anos. Conforme destaca Pereira (2019):

Podemos afirmar que o propósito e o contexto de uso da citação depende da natureza do conteúdo e do cientista a ser citado. Por exemplo, Lattes, em geral, aparece com destaque em biografias ou em fotografias, as quais ressaltam sua importância e sua notoriedade. Landell de Moura, bem como Gusmão, aparecem unicamente associados às suas invenções, como uma “curiosidade” ou informação extra, usadas para ilustrar o conteúdo, após a exposição desse no decorrer do texto. Já Santos Dumont é citado em um box que trata da invenção do avião, no que parece ser para fins ilustrativos/exemplificativos. (PEREIRA, 2019, p. 16)

O trabalho feito por Pereira (2019), mostra quantitativamente o número de citações feitas de físicos brasileiros presentes nas coleções do PNLD de (2015 – 2017) e (2018 – 2020). Apresenta também uma pesquisa feita considerando a “popularidade” dos nomes em questão. E segundo os dados, mesmo que sejam conhecidos, há uma falta de representatividade de nomes brasileiros nos materiais didáticos.

O nome a ser trabalhado aqui será Alberto Santos Dumont. O grande inventor brasileiro estava entre nomes selecionados no programa “ O Maior Brasileiro de Todos os Tempos ”, elaborado em 2012 pela rede SBT de televisão.

Na primeira eliminatória, Santos Dumont disputou com Tiradentes, vencendo com 65,5% dos votos, que podiam ser dados pela internet e via SMS. Na semifinal, ele enfrentou Juscelino Kubitschek, novamente sendo escolhido, com 50,6% dos votos. Com isso, Santos Dumont chegou à grande final, juntamente com Princesa Isabel e Chico Xavier. Este último acabou sagrando-se vencedor, com 71,4% dos votos e foi considerado, então, o “Maior Brasileiro de Todos os Tempos”. (FRAGA, 2015, p.2)

Nas coleções do PNLD de 2018 a 2020 composta por doze coleções, há somente uma citação sobre Santos Dumont, formada pela simples imagem em miniatura sobre o 14-bis, a sua famosa invenção.

O propósito do presente trabalho, é contribuir para que a física brasileira deixe de ser coadjuvante e/ou invisível e se torne mais presentes nos livros didáticos. Como referência para este trabalho temos Santos Dumont. Além disso, entendemos que mostrar grandes referências do cenário da ciência brasileira, pode colaborar para fazer surgir um maior interesse por parte dos estudantes pela educação no geral e pelas ciências e tecnologia.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

A presente pesquisa tem por objetivo apresentar uma sequência didática, tendo como eixo de desenvolvimento as obras e a vida de Alberto Santos Dumont, em concordância com os conteúdos curriculares de física propostos no currículo paulista. No decorrer dos anos os conteúdos presentes nos materiais didáticos de física, são compostos na sua maioria de cientistas estrangeiros, influenciando a construção do conhecimento como reflexo de um pensamento colonial, que só valoriza o que é produzido fora do país. Portanto, mesmo que a ciência brasileira seja pouco mencionada, nosso objetivo é desenvolver uma sequência didática que demonstre a possibilidade de termos alternativas para trabalhar a imagem da ciência brasileira dentro das escolas nas aulas de física.

3.2 Objetivos Específicos

O presente trabalho tem como meta organizar uma sequência didática, baseada na trajetória dos feitos de Dumont para desenvolver uma parcela do conteúdo de física previstos no Currículo Paulista. Os conteúdos abordados provieram da física do vôo, que foram incorporadas nos projetos de Dumont. Como referências utilizamos as seções do livro didático " Física aula por aula: mecânica" de Claudio Xavier e Benigno Barreto (2016), que foram reformuladas de modo que pudemos mostrar que é possível relacionar a física com o grande inventor brasileiro, não somente em relação a suas obras, mas também em relação a sua vida. Sendo assim, temos a preocupação de retratar questões de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), procurando atender tanto a parte física como a contextual na sequência didática. O uso de outros recursos didáticos como os mapas conceituais e debates, transcorreram para o complemento ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização dessa pesquisa, consultamos documentos oficiais que referenciem o tema proposto. Dentre esses documentos destacam-se a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), fundamental quando se trata da educação básica brasileira. Sua proposta é apresentar objetivos e caminhos do desenvolvimento pleno da educação dos estudantes por todo país. Juntamente com a BNCC temos o Currículo Paulista e os livros didáticos, nos quais as habilidades e competências foram trabalhadas dando o respaldo para a pesquisa realizada. A construção do currículo corrobora com um processo que envolve não somente os alunos, professores e a escola, mas também engloba o ambiente na qual está inserido.

4.1 Base Nacional Comum Curricular

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC- (BRASIL, 2018) é um documento disponibilizado pelo Ministério da Educação que sanciona os diretos da educação básica por todo país. No documento, estão presentes todos os processos considerados essenciais para o aprendizado nas escolas brasileiras de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Com ele podemos dar um direcionamento nos currículos dos estados e municípios de todo o Brasil. Conforme a BNCC (BRASIL, 2018), o documento não é uma representação de currículo, mas sim um organizador das áreas dos conhecimentos presentes no currículo afim de torná-los um ensino mais padronizado. Um importante tópico em relação à BNCC (BRASIL, 2018). Nesse sentido, ela busca esclarecer a relação entre competências e os currículos. As competências e diretrizes são formadas de modo que sejam comuns e aplicadas de forma independentes no ensino, não determinando o mínimo, mas sim o essencial para a aprendizagem. Já os currículos são formados no desenvolvimento das competências, sendo propostos de acordo com concepção de cada estado ou região.

De acordo com o documento:

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados

seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). (BRASIL, 2018, p.7)

A BNCC (BRASIL, 2018) garante uma referência nacional para o sistema educacional desde a educação infantil ao Ensino Médio. Considerando que é o documento atual de referência para o sistema educacional brasileiro, é importante que o nosso trabalho esteja de acordo com suas diretrizes.

4.2 Currículo paulista

O Currículo Paulista é o documento que norteia a rede estadual, as redes municipais e o setor privado em suas ações a respeito do ensino e da aprendizagem por todo o estado de São Paulo. No processo de sua elaboração, o próprio Currículo, destaca que foram levadas em consideração as condições e realidades dos 645 municípios que compõem o estado. Observando outro aspecto do Currículo, nele estão expostos todas as habilidades e competências que compõem a educação do estado, sendo assim, os profissionais da educação devem utilizar o documento, a fim de atender as necessidades dos estudantes paulistas. Neste caso, o currículo deve servir como base de orientação para ações pedagógicas que são adaptadas para o trabalho na realidade de cada escola. Ainda segundo o documento:

O Currículo Paulista, em observação à acentuada diversidade cultural e ao compromisso com a redução das desigualdades educacionais no Estado, leva em consideração as necessidades, as possibilidades e os interesses do estudante, assim como suas identidades linguísticas, étnicas e culturais, de modo a assegurar suas aprendizagens essenciais integralmente. (SÃO PAULO, 2020, p.39)

No nosso caso a área a ser trabalhada é a Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), que englobam a Biologia, Química e a Física, que são organizadas pelas grandes unidades temáticas: Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos; Tecnologia e Linguagem Científica. Uma das ferramentas utilizadas para o aprendizado das Ciências da Natureza segundo o currículo é a aprendizagem significativa.

A contextualização dos conteúdos com o cotidiano dos alunos é uma importante estratégia para a promoção de uma aprendizagem significativa, como demonstram as teorias interacionistas de Jean Piaget (1896-1980) e Lev Vygotsky (1896-1934), ao enfatizarem que a interação entre o organismo e o meio onde está inserido, na aquisição do conhecimento, é uma importante base para valorizar a busca de contextos significativos nos processos de ensino e aprendizagem. (SÃO PAULO, 2020, p.133)

O foco neste trabalho será nos conteúdos de mecânica, e segundo o Currículo Paulista (São Paulo, 2020) que adotam como referência o BNCC, a competência específica para essa área de estudo é:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (BRASIL, 2018, p.554)

E a habilidade denominada EM13CNT101, na mesma área é:

Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas (BRASIL, 2018, p.555)

Um outro aspecto importante dentro do nosso trabalho, é a discussão dos chamados “Itinerários Formativos” que estão presentes nos currículos como forma de criar novas possibilidades de aprendizagem para o aluno e sendo constituídos de acordo com a realidade local da unidade escolar. Sua função de acordo com o Currículo Paulista (São Paulo, 2020), é gerar uma maior flexibilidade dentro dos currículos mediante a quatro temáticas: Investigação Científica, Processos Criativos, Mediação e Intervenção Social e Empreendedorismo.

A partir das habilidades do itinerário formativo de CNT, foram relacionadas as habilidades da formação geral básica que deverão ser aprofundadas e ampliadas para que o estudante tenha uma visão de mundo ampla e heterogênea e seja capaz de tomar decisões individuais e coletivas, considerando conhecimentos científicos e apresentando argumentação embasada, de modo a intervir de forma consciente na escola, no trabalho e na vida. (Currículo Paulista, 2020, p.220)

Neste trabalho demos destaque para Mediação e Intervenção Social que é composta pelas habilidades gerais e específicas que buscam desenvolver conhecimentos na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias em questões socioculturais. Este tema pode ser amplamente explorado em termos históricos, os quais foram trazidos como uma das prioridades no desenvolvimento deste trabalho. No Organizador Curricular do Itinerário Formativo da Área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, nas habilidades relacionadas às competências gerais, (EMIFCG07), temos:

Reconhecer e analisar questões sociais, culturais e ambientais diversas, identificando e incorporando valores importantes para si e para o coletivo que assegurem a tomada de decisões conscientes, consequentes, colaborativas e responsáveis. (SÃO PAULO, 2020, p.225)

Com todo esse respaldo, o projeto desenvolvido teve como bases questões históricas, científicas e sociais da vida de Alberto Santos Dumont sendo introduzidas de acordo prescrito pelo Currículo Paulista (São Paulo, 2020).

4.3 Livro Didático

O Plano Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), está dentre os programas mais importantes criados pelo MEC, sendo fundamental para toda a educação básica do país. É através dos livros didáticos que muitos estudantes de escolas públicas têm acesso a conteúdos específicos de cada área. Um dos importantes processos do programa, é a escolha do livro didático, com a escolha correta, podem impactar diretamente na qualidade e desempenho de ensino dos estudantes nas salas de aula.

Pelas manifestações expressas em seus depoimentos os professores demonstram preocupação quanto à escolha do livro didático a ser utilizado pelos estudantes em sala de aula. Salientam a importância de trazer temas de relevância social que contemplem a contextualização e que estejam de acordo com a realidade dos estudantes para que eles consigam relacionar o conteúdo a ser estudado com o seu dia-a-dia. (DALLAGNOL FRISON; VIANNA; CHAVES, 2009, p.9)

A princípio o livro didático deveria entregar aos professores mecanismos que auxiliam na construção e na aprendizagem dos alunos. No nosso caso, o utilizaremos como base para uma proposta de reformulações das sessões e conteúdos apresentados seguindo a organização do próprio livro, tornando Alberto Santos Dumont como figura central nas discussões. Assim é possível verificar que as leituras e atividades propostas, podem ser aplicadas dentro de uma estrutura de um livro didático.

A coleção didática a ser trabalhada escolhida foi o livro da coleção “Física aula por aula” dos autores Benigno Barreto e Claudio Xavier, aprovada nos anos de 2018 a 2020, pelo fato do único livro físico em mãos que conseguimos ter acesso. E além do mais, por ser umas das coleções aprovadas do PNLD, atendia completamente as necessidades deste trabalho, tinham seções que abriam espaço para oportunidades de explorar a história, acontecimentos e curiosidades de Dumont, e, conteúdos suficientes para uma abordagem de suas obras.

4.4 Questões Sociocientíficas

Quando nos referimos às questões relacionadas à ciência, é comum pensarmos sobre revoluções tecnológicas e todos os ganhos ao longo dos anos. Contudo, não podemos deixar que outras discussões passem a ser menosprezadas e esquecidas nos grandes holofotes. As questões sociais estão ligadas fortemente com as estruturas da sociedade, sendo um campo de debate que atinge várias frentes, e a área das ciências é uma delas. No campo da educação, há muitas preocupações sobre os cuidados tomados na concepção do senso crítico em relação aos temas científicos. Podemos dizer que:

De acordo com os argumentos expostos, a educação CTSA é essencial para que os estudantes desenvolvam um raciocínio ético que os permita refletir e agir de acordo com as necessidades dos debates de questões sociocientíficas em sala de aula. (SANTOS et al, 2011, p.3)

Na abordagem das Questões Sociocientíficas, temos que ter conhecimento como sociedade sobre os impactos gerados em diferentes pontos de vista das ações humanas, não somente científicas. No momento que os contextos sociais e culturais entram em jogo, em temas necessários, abre-se a possibilidade de argumentações a partir de diferentes visões, fazendo que haja interações dentre os grupos sociais. Em termos de educação, isso pode suscitar discussões que colaboram para o desenvolvimento do raciocínio ético científico e suas relações com as reflexões sobre a ciência, mostrando que a verdade não tem somente um lado ou somente uma história.

Partindo do pressuposto de que a realidade não pode ser entendida como uma construção independente do sujeito cognoscitivo, pois ela é uma construção social subjetiva e intersubjetiva, marcada por um contexto histórico e influenciada por valores políticos, culturais e econômicos. (CARVALHO; PERÉZ, 2012, p.3)

A discussão sobre as Questões Sociocientíficas, se colocam dentro do mesmo pressuposto que a perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), com a intenção de fazer com que os estudantes comecem entender a necessidade de se posicionarem diante dessas questões. Certamente, os temas em sua maioria, devem tocar em assuntos polêmicos e que acabem gerando discussões de variados níveis, relacionando questões sociais, éticas e morais, tornando-se uma importante área de reflexão. Desta forma, cria-se um modelo de aprendizado imprescindível no crescimento como estudante e também como indivíduo. Segundo Guimarães e Carvalho, temos:

É importante ressaltar que o objetivo das discussões em questões sociocientíficas não é encontrar a verdade moral ou científica. Como já dito, a resolução dessas questões não é fácil e envolve múltiplos aspectos da vida dos estudantes. Por isso, cabe ressaltar que o objetivo das discussões é permitir que cada aluno avalie as informações, saiba alegar e ouvir os argumentos dos colegas com respeito. (GUIMARÃES; CARVALHO, 2009, p.166)

Assim neste trabalho, sugerimos a utilização das Questões Sociocientíficas como metodologia de ensino a partir de temas e eventos que ocorreram na vida de Santos Dumont como forma de discutir e conscientizar os alunos a respeito de aspectos relacionados ao desenvolvimento da ciência.

4.5 Questões Sociocientíficas Relacionadas a Santos Dumont

Desde cedo, Santos Dumont almejava que algum dia o homem voasse assim como os pássaros. Não sonhava apenas para si mesmo, mas sim, para que todas as pessoas pudessem usufruir da aviação. Todos os projetos realizados tinham como objetivos tornar os mais pesados que o ar um meio de transporte particular e comunitário de modo que, permitisse as idas e vindas de familiares distantes. Os seus projetos, do balão *Brasil* ao *Demoiselle*, nunca foram patenteados, deixando a oportunidade para que outros aviadores pudessem reproduzir ou até melhorá-los. Por exemplo, o *Demoiselle*, que acabou se tornando o primeiro ultraleve do mundo, tendo exemplares produzidos por toda Europa, tornou-se a primeira aeronave comerciada, na época muito popularizada pelos jovens por causa do limite de peso que a aeronave detinha para o piloto, por volta de 60 Quilogramas.

Segundo a biografia de Paul Hoffman (2004), dentre os aviadores que surgiam em meados do século XX, é inegável a influência de Santos Dumont no cenário, sendo citado por Thomas Edison e Lord Kelvin, mesmo que o último discorde de seus ideais, contribuiu fortemente para um alavancamento da aeronáutica.

‘A aeronave de Santos-Dumont é um devaneio e um embuste’, continuou lorde Kelvin. ‘A idéia de balões impulsionados por remos é antiga e nunca teve utilidade prática. Não posso conceber como Santos-Dumont causou tanta sensação. Seu plano é inútil, inútil’, e lorde Kelvin sacudiu a cabeça e levantou as mãos de um modo depreciativo. (HOFFMAN, 2004, p.178)

Santos Dumont sempre deixou bem claro os objetivos de suas invenções e também sempre refutou a ideia de utilizá-la como instrumento de guerra, inclusive sendo uns dos poucos que a banalizava em tempos de pré-guerra. O apreço pelo avanço da humanidade tem as suas consequências, Santos Dumont não foi o único

e não será o último que ver a sua própria criação sendo utilizada na forma mais cruel. Isso nos leva a crer na importância das Questões Sociocientíficas no ensino da ciência para ressaltar que a construção de um pensamento moral, e sobretudo ético, é de suma importância e para que haja um trabalho significativo de conscientização no decorrer da formação dos jovens na Educação Básica.

5 METODOLOGIA

No presente trabalho, faremos a proposta de uma sequência didática tendo como eixo de desenvolvimento as obras e a vida de Alberto Santos Dumont, em concordância com os conteúdos curriculares de física propostos no currículo paulista. A ideia é organizar uma sequência didática na qual os professores possam trabalhar os conhecimentos dos alunos do ensino médio que visam o estudo de mecânica, em particular neste trabalho, as leis de Newton. Assim, direcionamos os conteúdos normalmente lecionados, com uma aplicação diferente da convencional e de forma sistemática incluindo não somente a construção do conhecimento científico, mas também uma contextualização histórica aplicando os princípios CTSA.

5.1 Metodologia da Sequência Didática

O presente trabalho pretende desenvolver uma sequência didática considerando vida e as obras de Alberto Santos Dumont, a partir de uma perspectiva de ensino CTSA, Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente. Tomamos como base para a organização dessa sequência, algumas seções do livro didático “Física Aula por Aula” dos autores Benigno Barreto e Claudio Xavier, da editora FTD, que faz parte das coleções aprovadas pelo PNLD de 2018 à 2020. Concordamos com Mantovani (2009) que:

Sem sombra de dúvidas, o livro didático, mesmo interpretado como um objetivo cultural que gera polêmicas e recebe críticas de muitos setores da sociedade, ainda é considerado um instrumento de ensino fundamental no processo de escolarização. (MANTOVANI, 2009, p.20)

Para elaboração da sequência didática levamos em consideração os trabalhos feitos por Moreira (2012) e Carvalho (2011), nos quais são dadas ênfase nos cuidados e objetivos pedagógicos alcançados pela sequência. Para isso temos que estar de acordo também com o documento do Currículo Paulista (São Paulo, 2020), disponível no site da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (São

Paulo, 2020). Nele é possível observar todas as habilidades e competências propostas para as escolas de ensino médio de São Paulo. Nosso trabalho selecionará algumas dessas habilidades e competências presentes no Currículo.

Uma das habilidades que compõem o desenvolvimento do conteúdo estão na grande unidade temática “Matéria e Energia” que abrange outras matérias não somente de física, mas também como Biologia e Química. Segundo o Currículo Paulista (São Paulo, 2020), a habilidade que se encaixa a nossa proposta é a (EM13CNT101).

Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. (SÃO PAULO, 2020, p.153)

E os objetivos de conhecimento na área de física é dada por:

Conservação da energia (trabalho mecânico; potência; energia cinética; energia potencial gravitacional; conservação da energia mecânica; forças conservativas; energia potencial elástica). Conservação da quantidade de movimento. Impulso. Choques mecânicos (coeficiente de restituição; choques elásticos e inelásticos). Força (peso; tração; normal). Grandezas escalares e vetoriais. (SÃO PAULO, 2020, p.153)

Levando em consideração essas habilidades e competências selecionadas, propusemos a utilização de uma sequência didática com ênfase CTSA. Com ela buscamos desenvolver toda uma dinâmica que possa corroborar com o aprendizado do estudante, sobre o ponto de vista tanto histórico de Santos Dumont quanto de sua relação direta com os conhecimento e conceitos da física.

Em relação ao livro didático, utilizamos o capítulo nove “Força e as leis do movimento da Dinâmica”, que está localizado na unidade quatro do livro. Faremos também o uso de outras estratégias, não somente as reformulações das seções do livro didático, como por exemplo os mapas conceituais ao retratar uma abordagem mais voltada ao contexto histórico com os alunos, as aberturas de questionamentos e debates afim de impulsionar o interesse dos alunos por Santos Dumont, sua vida e seus projetos.

O livro didático, se encontra dividido em diferentes seções que auxiliam na organização e distribuição das atividades propostas. Essas seções são: “Unidade” “Exercícios resolvidos”, “Exercícios propostos”, “Você sabia?”, “Pense além”, “De

volta ao começo”, “Física no cinema”, “Experimente a Física no dia a dia”, “Exercícios complementares”, “Lendo a Física” e “Pare e pense”. Neste livro, o capítulo nove não contém todas essas seções, mas nossa proposta de reformulação terá. O foco da transcrição/alteração das seções será buscar relacionar os temas de física abordados no livro com Santos Dumont, sua vida e suas obras.

5.2 Mapas conceituais e suas funcionalidades

Os mapas conceituais (MCs) fazem parte de um grupo específico de ferramenta para a organização do conhecimento. Com eles, podemos utilizar recursos gráficos de modo que haja uma organização de interligação entre os conjuntos. Segundo Vekiri (2002) “Os organizadores gráficos são ferramentas úteis para representar o conhecimento, auxiliando na retenção e recuperação de informações durante o processo de aprendizagem” (apud AGUIAR; CORREIA, 2013, p.142).

Essas representações desses conjuntos podem ser de diversas formas, de quadros à círculos, fazendo que haja a compressão como um todo.

A Teoria da Dupla Codificação explica que os estímulos verbais (palavras, conceitos, textos) e imagéticos (figuras, arranjos espaciais, cores) podem ser processados simultaneamente na memória de trabalho, sem causar sobrecarga (PAIVIO, 1990). Por causa disso, organizadores gráficos, tais como esquemas, fluxogramas, cronogramas e mapas mentais podem potencializar a aprendizagem. (AGUIAR; CORREIA, 2013, p.142)

Em relação especificamente à organização do mapa conceitual, ele é produzido de forma que haja uma estrutura hierárquica entre os conceitos, ideias apresentadas. Além do fato que o conteúdo abordado independe dos autores, o mapa conceitual possui uma característica de apresentar uma linguagem simples e curta, na qual cabe clareza na escrita.

Há quatro parâmetros de referência que definem a proficiência na técnica de mapeamento conceitual: (i) clareza semântica das proposições, (ii) pergunta focal, (iii) organização hierárquica dos conceitos e (iv) revisões contínuas. (AGUIAR; CORREIA, 2013, p.156).

Essa é uma das razões, pelas quais os usos de mapas conceituais possuem um grande apreço, pois nos ajudam a estruturar o conhecimento de maneira compacta. Porém, os mapas conceituais não podem ser entregues aos alunos sem alguma orientação, é necessário que o professor demonstre a sua funcionalidade e a utilize-a como um recurso didático. Os conceitos que ditam a representatividade das

instruções de forma hierárquicas das linhas precisam que os estudantes tenham familiaridade para um bom desenvolvimento durante todo o processo.

Os MCs são diagramas proposicionais organizados de forma hierárquica, sempre com o objetivo de responder a uma pergunta focal (CAÑAS; NOVAK, 2006). Além disso, os MCs foram desenvolvidos com base na Teoria da Assimilação através da Aprendizagem e Retenção Significativas de Ausubel, que prevê a organização do conhecimento em conceitos e proposições. (AGUIAR; CORREIA, 2013, p.143)

No nosso caso em específico, iremos trabalhar com a figura de Alberto Santos Dumont, a ideia é que a partir dele possamos relacionar diversos outros assuntos. Com o papel de destaque em nossa sequência didática, os mapas conceituais iniciam e consolidam todo o projeto desenvolvido, sendo um recurso muito importante, através dos quais podemos tirar conclusões e opiniões do trabalho feito não somente pelos aplicadores, mas pelos próprios alunos.

6 A VIDA DE ALBERTO SANTOS DUMONT

Nesta seção, serão expostas as histórias sobre a infância, momentos difíceis, sua suposta homossexualidade e suas obras. Aqui será dada a percepção mais real de quem era Santos Dumont, os problemas que ele teve que superar e os locais que viveu. Queremos aqui contribuir para desmistificar a ideia de um brilhantismo individual dos grandes nomes da história, assim como outros cientistas e inventores famosos, lembrando que seus momentos de glória não surgiram a partir do nada atrás de uma bancada de um laboratório isolado.

Essa seção servirá como orientação para a sequência didática, tomando como referência em grande maioria pela biografia de Santos Dumont escrita por Paul Hoffman (2004) e outras fontes que estão devidamente sinalizadas.

6.1 A infância de Santos Dumont

Segundo a biografia de Paul Hoffman (2004), é inegável que os primeiros passos da história aeronáutica começaram com aquele menino que boa parte da infância passou consertando as máquinas de café, apaixonado por automóveis e dos livros de seu pai, na pequena e distante cidade de Cabangu no distrito de João Aires em Minas Gerais. Desde pequeno Santos Dumont demonstrou interesse pelas locomotivas de seu pai, fazendo que ele compreendesse muito cedo o funcionamento das máquinas da fazenda e como funcionava o sistema de produção

de café. Naqueles tempos, as máquinas necessitavam de muitos reparos, fazendo que boa parte da infância de Dumont fosse dedicada às máquinas e motores. E não só isso, ele consertava bonecas para suas irmãs, bicicletas para seus irmãos, dava para imaginar que ele prefira estar maior tempo com suas máquinas do que em uma fraternização de família.

Alberto também era o faz-tudo da casa. A máquina de costura da mãe travava constantemente, e ele parava qualquer coisa que estivesse fazendo para consertá-la. Quando as pernas ou os braços das bonecas de suas irmãs caíam, ele os colocava de novo no lugar. Quando as rodas das bicicletas dos irmãos entortavam, era ele quem as alinhava. (HOFFMAN, 2004, p.20)

Santos Dumont desde pequeno, tinha fascínio pelos livros de engenharia que pertenciam ao seu pai guardados em casa, a maioria em francês. Foi nos livros de engenharia que ele conheceu o balonismo, e com ele teve os primeiros contatos com os inventores Joseph e Etienne Montgolfier. Diz a história que, Joseph jogou despreziosamente uma embalagem de formato de cônica na lareira de casa, e surpreso, viu a embalagem flutuar sem que pegasse fogo. Entre os livros, Dumont também conheceu os romances de ficção científica de Júlio Verne, uma de suas inspirações das máquinas voadoras. A sua admiração era tão grande que quando conheceu a França pela primeira vez ficou decepcionado no primeiro momento, pois toda aquela imaginação cultivada nos livros não se refletia nos céus de Paris. Entretanto, foi de suma importância desde cedo o contato de Dumont com a ciência, visto que obteve uma aprendizagem bem diferente dos jovens da época. Os pais de Dumont reconheciam o desejo do filho, e mesmo inicialmente não aprovando, não impediram que Dumont seguisse sua trajetória, pois eles preferiam que ele desse continuidade nos negócios de café da família. Quando seu pai, Henrique, adoeceu, e vendeu boa parte de seus patrimônios, Santos Dumont teve sua herança antecipada. Henrique aconselhou o filho a focar nos estudos de Mecânica, Eletricidade e Química fora do país. Na Europa, Santos Dumont teve como tutor um professor universitário aposentado que atendia pelo nome Garcia. Esse professor sobre o qual não se tem informações a respeito, ficou responsável pela escolaridade de Dumont mesmo sendo ele a maior parte do tempo autodidata.

6.2 A homossexualidade Santos Dumont

A sexualidade de Santos Dumont é um tema polêmico, sendo citada por diversos autores. Primeiro porque Dumont sempre se preocupava com sua aparência e elegância, uma prova disso são as suas vestimentas com ternos, colarinhos altos em suas camisas, gravatas bem apertadas e o seu famoso chapéu Panamá, que também servia para tentar disfarçar a sua baixa estatura, que o que incomodava. Segundo Henrique Lins de Barros:

Barros acredita que a propalada homossexualidade do inventor é um mito. “O refinamento francês soava como afetação homossexual para os jornalistas norte-americanos, que o descreviam como efeminado”, diz. “Hoffman não entendeu os costumes e valores da época e viu tudo com a visão distorcida que se tinha naquele tempo nos Estados Unidos.” (MARCOLIN, 2006)

Em relação a sua altura, Santos Dumont de alguma maneira tentou que não virasse notícias, uma prova disso são as construções de cestas em suas aeronaves, no modo que encobriam parte do seu corpo e distorciam a percepção de altura. Outro exemplo o 14-bis, se tornou o único avião da história que o piloto necessitava de permanecer em pé para comandá-lo.

Em relação à sua vida amorosa, Dumont, sempre foi muito reservado neste sentido. Segundo Paul Hoffman (2004), autor do livro “*Asas da loucura*” diziam que o aviador frequentava bares eróticos nas noites de Paris, onde eram comuns o contato com a homossexualidade, mas nada até então era possível dizer sobre a homossexualidade de Santos Dumont, que até o momento não demonstrava o interesse no sexo oposto. Em contra partida a brasileira Yolanda Penteado em sua autobiografia, *Tudo em cor de rosa*, vinda de uma família de produtores de café, conta que conheceu e conviveu com Santos Dumont, e que teve um rápido relacionamento afetivo durante a sua adolescência. Dumont a presenteava com doces, flores e a chamava para os passeios em épocas de lua cheia, o que era surpreendente para todos, pois Santos Dumont sempre era uma pessoa muito tímida. Segundo Henrique Lins de Barros (MARCOLIN, 2006), um grande admirador, especialista e ganhador de diversos prêmios de seus trabalhos sobre Dumont, dizia que essa suposta homossexualidade é um mito, que surgiu pelos jornalistas norte-americanos que descreviam sua elegância padrão da alta sociedade francesa, como uma elegância efeminada.

6.3 Pessoas importantes na vida de Santos Dumont

Após a sua ida ao continente Europeu, Santos Dumont começou a fazer amizades com membros da mais alta sociedade francesa. Entre de seus amigos estavam Louis Cartier, Gustave Eiffel, ambos conhecidos mundialmente pela joalheira Cartier e pela Torre Eiffel, respectivamente. Nas noites de Paris, e nos jantares “aéreos” promovido pelo brasileiro, tanto Cartier e Eiffel acostumam estar presentes, assim como a Princesa Isabel nas suas idas à França. Em sua vida Santos Dumont não mantinha contatos somente com a elite, mas também com mecânicos e inventores como Henri Lachambre e Alexis Machuron. Embora já conhecidos pelo balonismo, eles foram os primeiros inventores que Santos Dumont teve a oportunidade de trabalhar junto na construção do Balão Brasil, em 1897, e em outros projetos.

Mas aqui vamos retratar especificamente uma pessoa que ficou marcada não somente na história de Dumont, mas do mundo. O encontro com Aida de Acosta. Uma jovem turista que visita a França com um conjunto de amigos, e que conheceu Santos Dumont em umas das suas demonstrações aéreas em público. Abaixo seguindo a referência do livro de Paul Hoffman (2004).

6.3.1 Aída de Acosta

Em 23 de junho de 1903, Santos Dumont estava realizando testes com o seu mais recente dirigível nº 09. Vale lembrar que não existiu a aeronave Nº 08, Dumont dizia que esse número não dava sorte, pelo ocorrido do acidente no Trocadero no oitavo dia do mês. Como sempre, tinha a ambição de criar uma máquina de uso pessoal tão seguro quanto o automóvel, e com o Nº 09 não era diferente. Com os testes bem-sucedidos, Santos Dumont decidiu fazer uma exposição em uma feira infantil nas redondezas de Paris, no Bois. Neste local, estavam presentes muitas crianças, e os pais responsáveis proibiram que elas fizessem um voo com Dumont, entretanto, um pequeno menino de sete anos chamado Clarkson Potter insistiu tanto que conseguiu fazer que seus pais autorizarem o passeio. Santos Dumont avaliou o peso do garoto, verificando se era seguro e realizou um breve voo de baixa altitude. Sendo Clarkson Potter a primeira criança a fazer um voo tripulado.

Pela surpresa de todos, a segunda pessoa que manifestou o desejo de sobrevoar aos céus de Paris, seria uma jovem cubana, de 19 anos, vinda de uma família de norte-americanos, chamada Aida de Acosta. Acompanhada por um grupo de colegas de escola de Nova York, que viera em passeio na cidade de Paris, visitou a estação de aeronaves onde conheceu o brasileiro. Sem a presença de seus pais, Aida de Acosta manifestou não somente o desejo de voar, mas também de ter a liberdade de conduzir sem auxílios. Santos Dumont ficara muito surpreso com a coragem e determinação da jovem, considerando que às mulheres daquela sociedade era sempre imposto um comportamento muito reservado, e somente eram notícias de jornais quando anunciavam seu casamento ou seu falecimento.

Coube a Santos Dumont, fazer seus ensinamentos em três oportunidades e durante seus jantares aéreos para que Aida de Acosta realizasse o feito. Dentre eles manejar o leme, movimentar o lastro e conduzir os propulsores com a alavanca de velocidades. E também combinaram uma linguagem de sinais com um lenço, para que pudessem se comunicar em quais direções seguir e o momento de aterrissagem. Todo o percurso Santos Dumont a seguia com uma bicicleta nas ruas de Paris. Ela saiu dos Hangares de Neuilly Saint-James até o campo de polo em Bois, onde estava acontecendo um jogo entre ingleses e americanos. Durante o voo, a multidão corria para ver o dirigível saldando o nome de "Santos", mas claro ficaram surpresos quando avistaram que não era Dumont que estava no controle, mas sim Aida. Posando no local teve dificuldades para sair da cesta da aeronave, visto que era projetada para Dumont que pesava em torno de 50 Quilos, não os 65 Quilos de Aída. Após o pouso com muitos protestos do público, na qual era inadmissível que uma mulher fizesse o que Aida realizou, ela retornou à aeronave e percorreu o trajeto de volta.

Depois do acontecimento, os pais de Aida não aprovando toda a situação, pediram a Santos Dumont que não mencionasse o seu nome em jornais, e muito rapidamente as notícias foram abafadas pela imprensa local.

Ele ficara impressionado com sua determinação e com sua beleza, e depois de três lições na terra e outra em um dos seus jantares aéreos, considerou-a apta a ascender da próxima vez que o tempo estivesse calmo. Os detalhes do vôo, apesar de testemunhados por muitas pessoas em Paris, teriam-se perdido se ela não os relatasse 30 anos mais tarde. Quando ela desceu triunfante em 1903 como a primeira mulher a pilotar uma máquina voadora, seus pais mortificados pelo episódio suplicaram a Santos-Dumont para manter seu nome longe dos jornais (HOFFMAN, 2004, p.194)

Todos os detalhes dessa aventura foram ditos propriamente por Aida em 1930, dois anos antes da morte de Dumont.

6.4 O 14-bis

Santos Dumont dizia que, só era possível criar um avião a partir de uma série de transformações e evoluções vindas do dirigível, de forma análoga de um casulo para borboleta. Ao decorrer da história isso acabou se provando, do dirigível Nº14 o mais leve até então construído, com as transformações sofridas e o domínio das forças fundamentais do voo, o inventor conseguiu o que hoje é conhecido como 14-bis, ou “Oiseau de Proie”, traduzida como Ave de Rapina, para os franceses. Na época o brasileiro optou por um caminho diferente dos aviadores franceses que na época estavam desenvolvendo experiências com os planadores, decidiu passar dos balões e dirigíveis para os aviões. Com um detalhe curioso, Santos Dumont só tornou público esse interesse pelos os mais-pesados-que-o-ar, após um teste de estabilidade, pois sabia da grande concorrência e que dificilmente seria o primeiro a voar neste estilo de voo.

O teste foi um sucesso e a manchete do Herald dizia: “Aeroplano Levanta Vôo Propelido por um Pequeno Motor, Santos-Dumont realizou um Feito Inédito na Europa.” Às cinco horas, Santos-Dumont ligou o motor de 24 HP, e o aparelho de dez metros de comprimento e 12 de envergadura percorreu o solo a uma velocidade de 19 quilômetros por hora. Chegou ao final do terreno, contudo, sem decolar (HOFFMAN, 2004, p.234)

Quando deram início os trabalhos, Santos estava no seu projeto Nº11, a ideia era que iria construir um monoplano não tripulado, que acabou não dando nada certo. Santos Dumont até planejou introduzir dois motores no Nº11, mas a falta de estabilidade foi o suficiente para que desistisse da ideia. O seu próximo projeto seria o Nº12, um helicóptero de dois propulsores, mas que infelizmente foi mais um que deu errado, pois no projeto da aeronave, seria recomendado um motor muito mais leve e ao mesmo tempo muito mais potente do que se tinha disponível na época, logo Santos Dumont teve que abandonar a ideia. O Nº 13, era um projeto engenhoso, que constituía uma construção com uma espécie de “iate aéreo”, mas ficou somente na teoria, o projeto era muito perigoso de ser executado, havendo grandes riscos de explosão pela utilização do hidrogênio próxima a uma chama produzida pelo motor a combustão, a ideia que juntasse os balões com os dirigíveis, mas que felizmente Dumont não prosseguiu. O Nº14 foi uma aeronave que passou pelos testes realizados, Santos Dumont tinha o total conhecimento de seus inventos

bem como suas aeronaves de menores porte, mas nesse caso mesmo passando pelos testes não atingiu suas expectativas. A aeronave Nº14 acabou sendo deixada de lado, mas ainda Dumont a observava com outros olhos, como por exemplo, rebocador de aeronaves.

Após o Nº14, o inventor estava na iminência da construção de um novo projeto. Santos Dumont contou com o auxílio de um jovem engenheiro de 25 anos chamado Gabriel Voisin, muito requisitado pela comunidade de aeronautas de Paris. Com experiências relacionadas aos planadores, contou tudo que sabia para Santos Dumont, desde de histórias e, relatos de construção e as condições de segurança de vôo dos planadores. Com a ajuda de Voisin, começou a desenvolver um aeroplano bem diferente dos padrões da época em segredo, em seu próprio hangar, em Neuilly.

Possuindo um motor de automóveis, com asas em formato de caixas fixadas e presas por uma corda de piano, Santos Dumont e Voisin realizaram testes de estabilidade amarrando um jumento para puxar o aeroplano.

Em 19 de julho de 1906, Santos Dumont e Voisin testaram o projeto do avião ligando-o à aeronave Nº 14, o rebocador aéreo. O espetáculo bizarro agradou a Santos-Dumont, ao verificar a estabilidade das células em forma de caixa. Um mês depois, no dia 23 de agosto, testou o aeroplano pela primeira vez sem conectá-lo ao balão. Ele o chamou de 14-bis ("14-anexo"). As células que constituíam as asas posicionavam-se na dianteira e o motor na extremidade posterior e, assim, tinham-se a impressão de que ele voava para trás. Como se parecia com uma ave com a "cabeça" no formato de uma caixa – os aeronautas diziam que se parecia com um pato – a imprensa o apelidou de *Ave de Rapina*. O 14-bis foi o primeiro e talvez o único aeroplano na história em que o piloto tinha de ficar de pé todo o tempo. (HOFFMAN, 2004, p. 233)

Com o sucesso do teste, Dumont tinha a ambição de participar do Prêmio Archdeacon, promovido pelo presidente do Aeroclube de Paris naquele momento, Esnest Archdeacon. O prêmio era de 3.500 francos para um vôo de uma aeronave mais pesada que o ar, a uma distância percorrida de 25 metros. Neste prêmio havia um concorrente chamado Louis Blériot, o qual também trabalhava com Voisin. Após adicionar melhorias do seu último teste, substituindo um motor de 24 Hp para um de 50Hp e além claro das avalias causadas pela aterrisagem do 14-bis durante os testes, Santos Dumont com o seu relógio Cartier cronometrou o seu tempo de vôo de 21 minutos e 2 segundos a uma distância de 220 metros, voando a uma altura de

5 metros do solo, números inéditos até então. A aeronave de Louis Blériot mal conseguiu decolar e acabou sendo desclassificada.

Durante o percurso do 14-bis, a multidão que participava do evento começou a ficar tão eufórica com a história que estava sendo escrita diante deles, que Santos Dumont teve dificuldades para conseguir pousar com segurança e não causar um grave acidente com o público que o seguia durante o vôo. Quando finalmente pousou, Santos Dumont foi ovacionado pelo público presente e carregado pelas ruas de Paris durante horas sendo conhecido pelo mundo todo pelo seu grande feito.

Figura 1: O vôo do 14-bis.



Fonte: MELLO, 2021.

Tabela 1: Ficha Técnica do 14-Bis

Comprimento	9,68 m
Altura	3,40 m
Envergadura	11,20 m
Área Alar	79,60 m ²
Peso Vazio	1602 Kg
Peso Carregado	300 Kg
Velocidade de Decolagem	40 Km/h
Altitude	6 m
Motor	Levasseur "Antoinette"

Potência	50 Hp
Carga Alar	4,00 Kg/m ²
Peso/Potência	6,37 Kg/Hp

Fonte: Fonte: MELLO (Adaptado), 2021

6.5 Irmãos Wright Vs Santos Dumont

No começo do século XX Santos Dumont e os Irmãos Wright protagonizaram um importante disputa sobre o domínio dos ares. Naqueles tempos vale lembrar, que muitos construtores em várias partes do mundo estavam tentando buscar o mesmo sonho, então não é possível creditar somente uma pessoa por ter criado o mais pesado que ar, até porque aconteceram diversas experiencias que não foram registradas oficialmente, mas não podemos negar que tanto os Irmãos Wright como Dumont foram fundamentais para o desenvolvimento do cenário.

Começando por Santos Dumont, ele nunca foi uma pessoa que se dedicou seriamente à parte teórica dos vãos, sempre foi acima de tudo, um excepcional construtor que utilizava em seus testes o bom senso e a sua experiencia ao longo dos anos para chegar à excelência que seus projetos necessitavam. Um outro ponto a se expressar é que Dumont sempre prezou pela segurança de seus projetos, nunca deixou que outra pessoa se colocasse em risco em seu nome nos experimentos, e também prezava pela ideia que um dia todas as pessoas do mundo pudessem usufruir da aviação como meio de transporte seguro e eficaz. Já os Irmãos Wrights, prezavam pelo fator econômico que as aeronaves poderiam lhes proporcionar. Eles realizaram diversas experiências sem conhecimento do público com receio de suas ideias serem copiadas e de perder as patentes. Muito diferente de Santos Dumont, que sempre deixou seus trabalhos a exposição para o mundo. Uma prova disso é a aeronave Nº 19, conhecida como Demoiselle. Antes de Oliver e Wilbur Wright se envolverem com os mais pesados que o ar, eles começaram a partir dos planadores observando a aerodinâmica dos pássaros, um exemplo disso é que eles construíram um túnel de vento para que pudessem desenvolver a melhor asa com maior desempenho possível. Depois da grande experiencia adquirida nas construções dos planadores, a grande invenção dos Wrights foram o "Flyer", sendo

a primeira aeronave mais pesada que o ar, que obteve um voo controlado e sustentado. O Flyer utilizava um trilho para decolar e alcançava marcas incríveis. Uma das apresentações da aeronave Flyer aconteceu em solo europeu, exclusivamente em Paris, onde Santos Dumont já tinha feito o seu nome.

Em 1908, os aeronautas avessos à imprensa decidiram que teriam de convencer também os europeus. Wilbur resolveu fazer experiências no local onde Santos-Dumont se exibia. (HOFFMAN, 2004, p.245)

Em suas demonstrações os irmãos Wright mostram manobras que jamais foram vistas antes, isso demonstrou os domínios de suas aeronaves mais pesadas que o ar.

Vale lembrar, que antes de chegarem na Europa, os Wright eram tratados como um blefe, porque nunca se apresentaram publicamente em solo europeu, antes disso, foram feitas apresentações somente nos Estados Unidos, especificamente Carolina do Norte, com supervisão dos militares. Após a exposição do voo da aeronave Flyer, os irmãos foram ovacionados em Paris e isso incomodou Santos Dumont, não pela apresentação, mas pela imprensa e o povo francês que demonstrou ingratidão por tudo que ele tinha feito até então. Vale lembrar que nesse período do voo do Flyer em Paris, em 1907, os últimos experimentos de Dumont nº15, nº16, nº17 e nº18, não deram certo e não ajudaram sua reputação naquele momento.

Antes dos Irmãos Wright demonstrarem o Flyer, Santos Dumont em 1906 já havia ganhado o Prêmio Archdeacon, pelo o voo do 14-bis, sendo a primeira aeronave autopropulsada homologada pela Federação Aeronáutica Internacional (FAI). Uma curiosidade, o 14-bis se tornou a única aeronave do mundo que o piloto permanecia em pé para pilotá-la. Um outro fato interessante entre os irmãos Oliver, Wilbur Wright e Santos Dumont, é que eles nunca se encontraram pessoalmente.

6.6 Dífíceis Momentos de Santos Dumont

Apesar de ter vindo de uma família rica, desfrutando do poderio que o café proporcionava, Santos Dumont teve seus momentos de dificuldades ao decorrer de sua trajetória. Primeiro que, tudo o que ele almejava ninguém no mundo até então tinha realizado, mesmo que tenha tido ao seu lado toda sua equipe de mecânicos, era ele próprio que idealizava todo o projeto e também que o financiava. Começando pelos balões, Santos Dumont começou a compreender os conceitos e toda uma

engenharia de construção desses aeróstatos. Naturalmente migrando para os dirigíveis, na qual foi muito importante no seu processo de evolução até chegar nos mais pesados que o ar. Considerando todo o contexto naquele momento, era comum ter notícias de alguns acidentes fatais ocasionados pelo balonismo e dirigíveis. Em 1910 Santos Dumont sofreu um acidente sério com o seu *Demoiselle*, nº19, não há muitas informações, mas segundo Paul Hoffman (2004), Santos Dumont caiu com a sua aeronave de uma altura de 33 metros. Esta foi a última vez que pilotou um avião. Posteriormente começou a se dedicar aos estudos de astronomia, após compreender que já não era mais o seu momento para se arriscar com a aviação. Neste momento ele já estava com 37 anos.

Em 1914 ele foi acusado de espionagem pelo governo Francês. Na época que acontecia a Primeira Guerra Mundial, os sentimentos de nacionalismo por partes dos Franceses eram evidentes, fazendo que todos estrangeiros que moravam no país fossem hostilizados, pela insegurança iminente da guerra. Santos Dumont quando soube que a Alemanha declarou guerra com a França, prontamente queria contribuir com o exército Francês mesmo não concordando com a utilização da aviação na guerra. Depois que sofreu o acidente, ele tinha comprado um telescópio de fabricação alemã para se dedicar aos estudos de astronomia, mas após a declaração de guerra da Alemanha, o exército Francês invadiu e revistou a sua casa na suposta acusação de espionagem. Seus vizinhos achavam que Santos Dumont faziam observações do mar com o uso do telescópio para dar informações aos submarinos. Ele ficou muito indignado com a situação, depois de tantas glórias feitas e seus atos de caridade para o povo, e essa indignação fez com que pusesse fogo em todos os arquivos, documentos relacionados a suas invenções aeronáuticas.

Um outro ponto que vale destacar, é que Santos Dumont ouviu duras críticas de seus projetos vindos de uma pessoa muito importante do campo científico no século passado, o Lord Kelvin. Em 1902, Dumont visitou os Estados Unidos onde iria fazer exposições do seu projeto nº7. Chegou a visitar Thomas Edison em Nova Jersey e também almoçou com o Presidente Theodore Roosevelt na Casa Branca. Neste mesmo período, Kelvin desembarcou em Nova York, onde chegou a dizer nos tabloides da época que a aerostação era inútil. Como sempre em sua elegância, Santos Dumont respondeu a imprensa um pouco antes de partir para o Europa, que as declarações de Lord Kelvin pouco lhe importavam, porque naquele momento a

aviação ainda era um problema desconhecido para todos. Segundo a biografia (HOFFMAN, 2004):

Duas semanas mais tarde, Santos-Dumont voltou para a Europa. Antes de partir, deu uma entrevista à imprensa no mesmo local que Kelvin: "Não levei em consideração a declaração de lorde Kelvin sobre a inutilidade da minha aeronave pela simples razão que, como todos sabem, ele não é uma autoridade em máquinas voadoras. Eu admiro lorde Kelvin, mas não me agrada ouvi-lo falar sobre um assunto que lhe é praticamente desconhecido. Suas opiniões contradizem as observações científicas de Thomas Edison, segundo as quais, eu resolvera o problema da aerostação." (HOFFMAN, 2004, p.178)

6.7 A morte de Santos Dumont

Os últimos anos de Santos Dumont não foram nada fáceis, diagnosticado com esclerose múltipla, fora toda a depressão que a utilização da indústria bélica e outros acontecimentos aeronáuticos lhe causavam, ele lutou fortemente contra a utilização das aeronaves para fins de destruição. Durante a Liga das Nações, que foi criada pelo Tratado de Versalhes no fim da Primeira Guerra Mundial, Santos Dumont exigiu que os países deixassem de desenvolver tecnologias destrutivas que envolvessem de certa forma a aeronáutica. Nessa época foi um momento complicado para Dumont e sua família que o blindava de más notícias a respeito da aviação, porque já acontecera tentativas de suicídio ao se deparar com essas notícias. Era comum que seu sobrinho acordasse cedo todas as manhãs para recolher todos os jornais, para que Santos Dumont não tivesse notícias, mas eram inevitáveis.

Em meados de 1928, Santos Dumont voltou para o Brasil, precisamente na Baía de Guanabara no Rio de Janeiro, depois de passar um tempo em clínicas pela Suíça e na França. Se sentindo um pouco mais confiante após algumas recaídas, Santos Dumont aceitou participar de um evento beneficente. Neste evento, foi dado um espaço para homenagem ao brasileiro, na qual foi utilizado um hidroavião no qual havia fogos e confetes para celebração. Nesse voo, contava com 12 cientistas brasileiros que Santos Dumont prezava, e que infelizmente na hora da aterrissagem acabou tendo problemas para o pouso causando um acidente que resultou em uma explosão. Isso gerou um baque muito grande para Santos Dumont, que já sofria muito pelas consequências causadas de guerras e conflitos que suas invenções proporcionaram.

No Brasil em 1932 acontecia a revolução de 32, onde era comuns utilizar aviões como forma de controlar territórios estratégicos com bombardeios. Um desses bombardeios aconteceu próximo a Dumont, que demonstrou um terrível arrependimento de seus feitos. Em um momento de descuido de seu sobrinho, que sempre temia deixá-lo sozinho, ele se enrolou em uma gravata e se suicidou nos ganchos na porta do banheiro em um hotel que estava hospedado. Logo após o acontecido, a polícia chegou ao local, e com ordens superiores, declarou como causa da morte um ataque cardíaco, uns dos motivos seriam para preservar a sua imagem naquele momento como um grande herói nacional para o governo de Getúlio Vargas. No seu enterro, que aconteceu em dois momentos, primeiro em São Paulo aberto para o público que o homenagearam com um conjunto de flores no formato de um dirigível, e segundo, aconteceu no Rio de Janeiro no qual foi enterrado no funeral que ele próprio, em anos anteriores, havia preparado.

No momento exato em que as pessoas que carregavam o féretro baixaram seu corpo à sepultura – que ele havia preparado para si -, milhares de pilotos ao redor do mundo inclinaram as asas de seus aviões num gesto final de respeito. (HOFFMAN, 2004, p.282)

Diversos pilotos ao redor do mundo, fizeram uma revência inclinando as asas de seus aviões como forma de respeito ao pai da aviação.

7 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Proporemos aqui uma sequência didática, elaborada segundo as teorias de aprendizagem significativas, na busca de uma alternativa ao chamado método do ensino tradicional e mecânico. Segundo Moreira:

As teorias de aprendizagem sugerem outras abordagens. Os resultados da pesquisa básica em ensino também, mas nem umas nem outros chegam às salas de aula. Não se trata aqui de culpar psicólogos educacionais, educadores, pesquisadores, professores e alunos, mas o fato é que o modelo da narrativa é aceito por todos – alunos, professores, pais, a sociedade em geral – como “o modelo” e a aprendizagem mecânica como “a aprendizagem”. Na prática, uma grande perda de tempo. (MOREIRA, 2012, p. 142)

Na sequência didática, a aprendizagem significativa vai ser um importante intermédio no início da etapa. Tomando como base os conhecimentos prévios dos alunos sobre Santos Dumont, podemos direcionara melhor maneira que novos conhecimentos adquiridos possam ser trabalhados ao longo da sequência. Segundo Pelizzari, temos:

Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrariamente e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio. (PELIZZARI, 2002, p. 38)

Procuramos conciliar as questões CTSA com a sequência didática, na qual se atendessem o formalismo pedagógico e se corroborasse com a interdisciplinaridade dos conhecimentos científicos além de discutir sobre os valores de seus contextos seguindo as Questões Sociocientíficas.

Desta forma, as sequências didáticas atendem ao formalismo metodológico do professor que pesquisa sua prática, ao rigor teórico das ciências, aos objetivos educacionais condizentes com o movimento CTSA, com o desenvolvimento argumentativo, crítico e moral dos alunos. (SANTOS; LOPES; CARNIO; LIZETE DE CARVALHO; WASHINGTON DE CARVALHO, 2011, p.11)

Por fim, seguindo as referências de Moreira (2012) e Santos et al (2011), a sequência didática ficou dividida em seis abordagens e uma avaliação no fim de toda etapa. Ao longo das etapas a utilização de mapas conceituais, a reformulação das seções do livro e o uso da referência bibliográfica descrita na seção 6 foram utilizados durante todo o desenvolvimento da sequência.

7.1 Primeira abordagem

O primeiro passo desta sequência didática é fazer uma organização das ideias prévias dos alunos, de forma que possamos observar toda a evolução dos conhecimentos adquiridos ao longo de todo processo, assim esperamos que os objetivos de ensino fiquem bem claros, no modo que o aluno tenha uma clara percepção de aprendizagem ao decorrer de toda sequência.

Para auxiliar nessa primeira abordagem, vamos utilizar como ferramenta os mapas conceituais. Com ela podemos ter acesso às informações a respeito de Santos Dumont na concepção dos alunos, assim dando o primeiro passo de nossa sequência. Nesses mapas conceituais, os alunos deverão colocar tudo o que sabem a respeito sobre Santos Dumont, quem ele é, o que ele representa e o que ele fez. Assim que os mapas tiverem sido feitos, será feito um levantamento junto com a turma

sobre o que eles colocam em seus mapas. No decorrer da sequência esses mapas serão utilizados novamente.

7.2 Segunda abordagem

Aqui será retratado a infância de Santos Dumont, desde o início do distrito de João Aires em Minas Gerais até a sua adolescência. Isso é apenas um referencial que vai ser seguido neste trabalho, que será construído a partir da leitura do livro “Asas da loucura” do escritor Paul Hoffman (2004). Sendo assim, a ideia é mostrar os primeiros passos e como a vida foi conduzindo Santos Dumont até a fase adulta, mostrando em que contexto viveu e nasceu.

7.3 Terceira abordagem

Antes de dar ao prosseguimento a história de Dumont e de suas obras, vamos primeiro fazer uma reformulação dos conhecimentos trabalhados de acordo com os livros didáticos disponibilizados pelo PNLD. Aqui não será uma substituição dos conteúdos passados no livro, mas sim demonstrar que a física utilizada pode sim ser trabalhada e relacionada com Santos Dumont, que é o nosso em foco.

Como dissemos em tópicos anteriores, que as seções reformuladas serão do livro “Física aula por aula” e serão reescritas de modo que a ciência brasileira ganhe destaque nos livros didáticos, neste caso, usaremos Santos Dumont como eixo orientador nos conteúdos de Mecânica.

7.3.1 Unidade

Indiscutivelmente a física está presente nas ações do nosso cotidiano, desde quando acordamos até a hora que dormimos, seja no trabalho, no transporte, na música ou nos esportes, por exemplo, uma partida de futebol, uma corrida de kart, até mesmo na natação. Em todas essas situações é possível encontrar conceitos físicos sendo aplicados tornando parte fundamental do processo e claro em algumas áreas podemos observar explicitamente a sua importância como por exemplo a aviação.

- Tratando-se de aeronaves, é possível imaginar como que um avião tão pesado consegue levantar voo?

7.3.2 Você sabia?

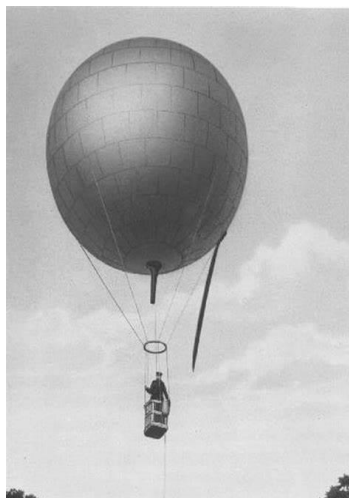
Para reformular esta seção do livro, utilizamos como referência bibliográfica a autobiografia de Santos Dumont, *Os meus Balões* (1904), e a biografia escrita por Paul Hoffman, *Asas da Loucura: A extraordinária vida de Santos-Dumont* (2004).

- Balão Nº01

A primeira experiência de Santos Dumont como inventor, foi a construção do balão Nº 01, também conhecido como “Balão Brasil”. Em 1897, Santos Dumont conheceu dois famosos engenheiros franceses que foram responsáveis pela expedição polar e construção do balão de Salomon August Andrée, Henri Lachambre e Alexis Machuron. No primeiro momento Santos Dumont queria apenas uma viagem nos céus de Paris e conhecer um pouco mais sobre as construções dos balões. Dias depois do seu voo nos céus de Paris, o brasileiro voltou a oficina dos engenheiros sugerindo a construção de um balão muito mais leve do que os tradicionais balões que surgiram na época, fazendo que o material do balão fosse construído a partir de uma seda japonesa muito leve comparada à usada. A princípio, Lachambre e Machuron duvidaram fortemente que era possível voar com todas aquelas especificidades que Santos Dumont propunha.

Após testes, chegaram em um impressionante projeto que teria somente 25 metros de diâmetro, 180 m³ de gás e com a introdução de um propulsor feito a partir de um motor de triciclo adaptado, e finalmente o *Brasil* estava terminado. Com o seu balão, Santos Dumont ganharia muita fama nos ares de Paris, era a única pessoa que utilizava o balão como meio de transporte, muito disso pela dirigibilidade que o balão nº 01 possuía e também pela praticidade de ser transportado por vários lugares por conta do seu peso.

Figura 2: Balão Brasil nº 01



Fonte: VINHOLES, 2021

- Quais conceitos vocês acham que seriam importantes para que Santos Dumont pudesse construir um Balão?
- Por quais motivos os engenheiros franceses duvidaram de Dumont?

7.3.3 Experimente a Física no dia a dia

Para reformular esta seção, utilizamos somente a biografia de Paul Hoffman, *Asas da Loucura: A extraordinária vida de Santos-Dumont* (2004).

Balão de ar quente

Os balões foram as grandes invenções do século XVIII, idealizadas pelos irmãos Joseph e Jacques Montgolfier ao se deparar com saco feito de seda, normalmente usados para o embrulho de pães, flutuar diante de uma lareira. Ao longo dos anos os balões tiveram inúmeras utilidades para a humanidade, desde turismo até em guerras.

O brasileiro Santos Dumont, inovou ao projetar o seu primeiro balão, O balão *Brasil*, projetado para ser um dos balões mais leves já inventados em sua época. Os estudos do balonismo foram muito importantes para o brasileiro, que prosseguiu sua trajetória desenvolvendo dirigíveis e outras aeronaves.

Neste experimento, vamos reproduzir o funcionamento básico dos balões utilizando materiais de nosso cotidiano.

Materiais

- Saco de lixo (10 litros)
- Tesouras
- Clipes
- Secador de cabelo

Passo a passo

- Inicialmente estica o saco de lixo
- Prende-se os clipes na borda do saco (não exagere).
- Ligue o secador de cabelo no modo que encha de ar quente o saco de lixo.

Responda

- Por que a utilização do ar quente os balões e não o ar frio?
- Por que usados clipes na confecção e montagem do balão?
- Poderia ser usados outros materiais para substituição do saco de lixo?
- E que outras formas podemos preencher o balão com o ar quente?

7.3.4 Lendo a Física

Para reformular esta seção do livro, utilizamos como referência bibliográfica a biografia escrita por Paul Hoffman, *Asas da Loucura: A extraordinária vida de Santos-Dumont* (2004).

- Santos Dumont e o Prêmio Deutsch

Em 1900, o milionário francês Henri Deutsch, um dos fundadores do Aeroclube da França (Aéro-Club de France), criou uma competição para que inventores de aeróstatos pudessem disputar uma corrida em torno da Torre Eiffel. Essa competição que levava o seu nome o “Prêmio Deutsch” que tinham os princípios de estimular as inovações na França e também estabelecer os requisitos mínimos para o voo. A competição consiste em partir do Campo de Saint-Cloud, fazer o contorno na Torre Eiffel e retornar para o local de partida em um período de 30 minutos numa distância de aproximadamente 11 Km e com a premiação de 100 mil francos. Santos Dumont, quando soube do desafio, sempre deixou bem claro que caso ganhasse a premiação iria doar integralmente o valor, metade seria para seus engenheiros e a outra metade para o povo.

Neste desafio, Santos Dumont competiu com o seu recente projeto, o dirigível Nº 06, que teve que passar por reformas após um acidente sobre um telhado de uma casa, danificando o leme e a seda da aeronave. Após testes e novos problemas iam surgindo, Santos Dumont era persistente, ele sabia que poderia acontecer alguma parcialidade dos juízes caso acontecesse imprevistos no durante o percurso.

Atraindo uma multidão para o evento, Santos Dumont partiu às 14h42 no dia 19 de outubro 1900, dirigindo-se diretamente para a torre Eiffel. Durante o trajeto, encontrou problemas ao atravessar o Sena, um importante rio na capital Paris, na hora que a aeronave chegou em cima do rio, foi pega por uma forte corrente de ar, obrigasse que Dumont realizasse uma rápida manobra no leme para seguir em curso, quando isso a inúmeras pessoas o seguiam nas ruas e margens do rio. Ao decorrer do percurso o motor da aeronave ainda iria falhar pelo menos três vezes, após contornar a Torre Eiffel, terminando a prova com 29 minutos e 15 segundos. Com o término os juízes do Aeroclube queriam a todo custo invalidar o grande feito, mas após a grande pressão popular e apoio de grandes donos de fortunas ressarcindo o valor do prêmio caso fosse invalidado, o Comitê anunciou Santos Dumont como o vencedor da prova.

- Porque na época o Prêmio Deutsch era muito relevante?
- Quais seriam os possíveis motivos que levaram o comitê a cogitar invalidar o feito de Santos Dumont?

7.3.5 Exercício Resolvido

Durante o processo de construção de seus inventos, o dirigível Nº01 de Santos Dumont está tentando levantar voo. Sabendo que a massa total do dirigível corresponde a 80Kg e que o motor do aeróstato está produzindo uma força na vertical equivalente a 20N, ache a sua Força normal. Para os cálculos considere a gravidade $9,8 \text{ m/s}^2$. E com a situação apresentada, a aeronave levantou voo?

Resposta:

Sabendo que a massa total da aeronave corresponde a 80 Kg, é possível determinar a sua força peso.

$$P = m \cdot g \quad (1)$$

$$P = 80 \cdot 9,8 = 784\text{N} \quad (2)$$

E sabendo também que a força normal é dada na direção perpendicular à superfície dada como força de reação ao peso da aeronave, temos:

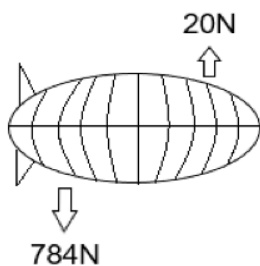
$$F_n = 784\text{N} - 20\text{N} \quad (3)$$

$$F_n = 764\text{N} \quad (4)$$

Segundo os cálculos, o dirigível possui uma força normal de 764N.

Agora para sabermos se a aeronave conseguirá levantar voo ou não, basta fazer uma análise no diagrama de força.

Figura 3: Representação de um Dirigível



Fonte: Compilação do autor, 2021

Observando o diagrama é intuitivo perceber que o dirigível não tem força suficiente para vencer a força do próprio peso, logo não conseguirá levantar voo.

7.3.6 Pare e pense

Figura 4: Dirigível Zeppelin



Fonte: Cidade Salvador, 2021

Em meados do século XX uma das principais mudanças que ocorreram nos dirigíveis foi a substituição do gás hidrogênio por gás hélio. Por qual motivo ocorreu essa mudança?

7.3.7 De volta ao começo

Os conceitos da Física se aplicam em muitas situações do nosso cotidiano, por exemplo, ao viajarmos de carro, na preparação dos alimentos utilizados na cozinha, andar de bicicleta e outros.

Neste capítulo vimos vários conceitos sendo aplicados em inúmeras situações, mas aqui vamos considerar apenas as **leis de Newton** sobre o ponto de vista na aviação. De acordo com a **primeira lei de Newton**, todo corpo tende a ficar em repouso ou em movimento uniforme, ao menos que haja uma força atuando sobre ele. Nas situações de voo de um balão, por exemplo, ele está sujeito às forças dos ventos, e essas forças envolvidas entre o balão e a condição climática são fundamentais para que o balão comece a se locomover.

A **segunda lei de Newton** permite que os pilotos de balões calculem intuitivamente quais forças ele deve aplicar para conduzir o voo, caso deseje ganhar mais altitude é preciso de mais força nos queimadores, caso ao contrário é necessário uma diminuição da queima para pousar com segurança.

Podemos ver a **terceira lei de Newton** de uma maneira bem simples nos motores das aeronaves. Ao fazer a queima do combustível, os motores lançam para fora os gases produzidos (ação). Esses gases ao saírem do motor provocam uma força de reação que faz a aeronave se movimentar para frente (reação).

7.3.8 Exercícios Complementares

O urubu é uma ave capaz de sobrevoar em círculos durante muitas horas sem gastar muita energia por causa da sua capacidade de planar semelhante aos planadores. Seguindo os princípios de voo, qual é a causa desse evento.

- a) Força de sustentação.
- b) Força de arraste.
- c) Força peso.
- d) Força de tração.
- e) Corrente de ar quente.

7.3.9 Física no cinema

- Sully - O Herói do Rio Hudson

Este filme é baseado em um acontecimento real durante a decolagem de uma aeronave em 15 de janeiro 2009.

Após partir do aeroporto LaGuardia, em Nova York, um grupo de pássaros atinge os motores do avião pilotado por Chesley "Sully" Sullenberger, com o avião sem condições para o voo e de retorno para o aeroporto, o piloto não tinha outra escolha além de pousar no Rio Hudson. Após o pouso bem sucedido, com toda a tripulação salva, Sully vira o herói nacional, mas não quer dizer que ficará livre de explicações para a agência aérea.

Atividade

Após assistir, discuta com seus colegas sobre os pontos que enfatizam o filme e responda.

- Mesmo após Sully ter feito um pouso de emergência com muito sucesso, a agência estava investigando se houve ou não um erro humano?

- Considerando as simulações feitas pelo filme da trajetória da aeronave, porque era possível o avião retornar e pousar no aeroporto?
- Quais são as chances de um pouso na água ter dado tão certo quanto do filme?
- Após o impacto com a água, o avião continua boiando na superfície. O porquê disso acontece?

7.3.10 Exercícios Propostos

Fazendo parte da humanidade há milhares de anos, a pipa, como é popularmente chamada, já foi até utilizada antigamente como ferramenta militar e hoje é usada apenas para recreação. Na sua construção, normalmente o papel é usado como asa e conjunto com a asa é acompanhada por uma rabiola e um fio tracionado. A rabiola acaba exercendo funções fundamentais para o vôo nas quais são:

- a) Força de araste
- b) Força de sustentação
- c) Aerodinâmica
- d) Equilíbrio
- e) Equilíbrio e aerodinâmica

7.4 Quarta Abordagem

Neste passo, será feito uma série de questionamentos sobre Santos Dumont e também dos conceitos físicos que estejam relacionados aos dirigíveis, aos balões, no intuito de estimular o pensamento e a curiosidade dos alunos. Antes que sejam apresentados os questionamentos, os alunos serão instigados ao modo que haja uma percepção de como os atuais aviões funcionam.

Questionário:

- a) Quais são os efeitos da aviação na sociedade moderna?
- b) Conseguem imaginar os princípios de funcionamento de um balão? E um dirigível?
- c) Os conhecimentos adquiridos na Física Mecânica, você acha que é possível entender sobre o funcionamento dos aviões?
- d) Quais são os possíveis acidentes dos aeróstatos?

- e) Mesmo que a ciência evolua a cada dia, qual é a importância de ser pioneiro em uma área em formação?
- f) Utilizando todo esse contexto, para você qual é a importância do aprendizado da história da ciência?

7.5 Quinta abordagem

Após as apresentações e as transcrições feitas dos conceitos físicos de acordo do livro “Física aula por aula” na unidade quatro “Força e as leis de movimento da Dinâmica”, serão abordados temas de forma mais aprofundada, claro que não é possível abordar todos os tópicos da física utilizada no voo, nem sobre todas as histórias, mas podemos falar sobre as fundamentais, como a tração, peso, força de arraste e força de sustentação. Na linguagem da aeronáutica são chamadas em “quatro forças fundamentais” que os pilotos utilizam para executar o voo.

Em um exemplo prático, adaptando a proposta apresentada por Nelson Studart e Silvio Dahmen (2006), temos que uma aeronave sobrevoando o seu curso normalmente, e os ventos naturalmente vão fluindo em contorno do avião, produzindo uma força chamada “força de aerodinâmica total”. Essa força é decomposta em duas componentes: a sustentação e o arrasto. A sustentação é a componente da força aerodinâmica que é perpendicular à direção do movimento do avião. A força de sustentação pode ser facilmente explicada pelas leis de Newton. Repare bem, quando o ar entra em contato com asa, ele exerce uma força sobre a asa para baixo. Por sua vez, a asa por reação resulta na sustentação. A força de Arrasto é a componente da força aerodinâmica paralela à direção de voo, pode se dizer que ela é o atrito provocado entre o corpo, no caso o avião, com o fluido, que no nosso caso, o ar. A força peso, é causada pela gravidade que conhecemos pelo formalismo, massa vezes a gravidade. Essa força atua sobre o avião na direção do centro da Terra. Por último, mas não menos importante é a força de Tração, é a força que produzida pelos motores e é direcionada ao mesmo sentido de voo da aeronave.

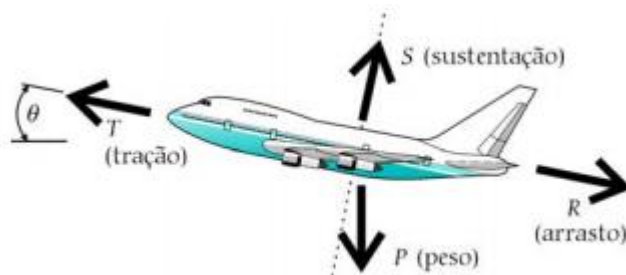
Na figura 4, ilustra uma aeronave executando uma subida a uma velocidade constante, nela temos as representações das forças em ação. Utilizando dos conhecimentos adquiridos na unidade 4 do livro didático “Física aula por aula”

temos a esquematização das forças envolvidas. Onde podemos verificar equilíbrio entre as forças, por exemplo, de uma decolagem.

$$\sum F_x = 0 \quad T - P \sin \theta - R = 0 \quad (5)$$

$$\sum F_y = 0 \quad S - P \cos \theta = 0 \quad (6)$$

Figura 5: Representação das Forças de Vôo Durante a Subida.



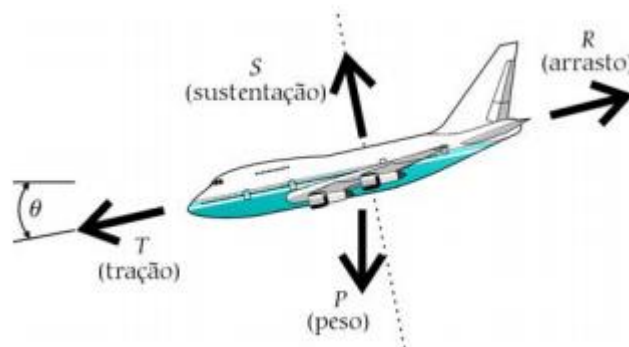
Fonte: FEINBERG; STUDART (2006, p.3).

Agora para situação de descida a velocidade constante, temos uma nova esquematização representada pela figura 5. Nela é possível verificar a decomposição dos vetores durante a descida.

$$\sum F_x = 0 \leadsto T + P \sin \theta - R = 0 \quad (7)$$

$$\sum F_y = 0 \leadsto S - P \cos \theta = 0 \quad (8)$$

Figura 6: Representação das Forças de Vôo durante a Descida.



Fonte: FEINBERG; STUDART (2006, p.3).

Um ponto interessante, é que podemos discutir sobre as forças atuantes. Veja, é comum pensarmos que a força de sustentação supere a força peso para que o avião comece a voar de fato, além do mais a força peso é responsável de atuar sobre os corpos em direção à Terra. Mas tanto para os casos de subida ou descida, pode-se perceber que a força de sustentação do avião é menor do que a força peso, e essas forças somente iriam se igualar quando executasse um vôo com angulação zero.

Uma outra força presentes nas aeronaves é a força g. A força g é uma medida que tem como base a aceleração da gravidade, e é com ela temos a referência da pressão exercida aos corpos. Como exemplo o ser humano normalmente aguenta uma força de 5g no eixo vertical, já horizontalmente cerca de 10g, excedendo esses valores corre o risco de desmaios ou até da morte. Para isso temos como exemplo a figura 5, nela podemos verificar a gravidade de um vôo durante a curva de uma aeronave.

Em uma inclinação das asas de um ângulo ϕ , temos uma componente da força de sustentação aponta na direção do centro da curva na qual o avião está executando uma força centrípeta, e pelo equilíbrio entre as forças temos representadas por:

$$\frac{mv^2}{r} = S \sen\phi \quad (9)$$

onde v a sua velocidade, m é a massa do avião e r o raio da trajetória circular.

Pela figura podemos equilibrar a força peso com uma componente da força de sustentação, representada por:

$$mg = S \cos\phi \quad (10)$$

Isolado os valores de sen e cos podemos determinar a tg do ângulo ϕ .

$$\sen\phi = \frac{mv^2}{Sr} \quad (11)$$

$$\cos\phi = \frac{mg}{S} \quad (12)$$

$$tg\phi = \frac{v^2}{rg} \quad (13)$$

Agora aplicando a velocidade v da equação (1) na (5) e isolando S temos:

$$tg\phi = \frac{S \sen\phi r}{mrg} \quad (14)$$

$$S = \frac{tg\phi mg}{\sen\phi} \quad (15)$$

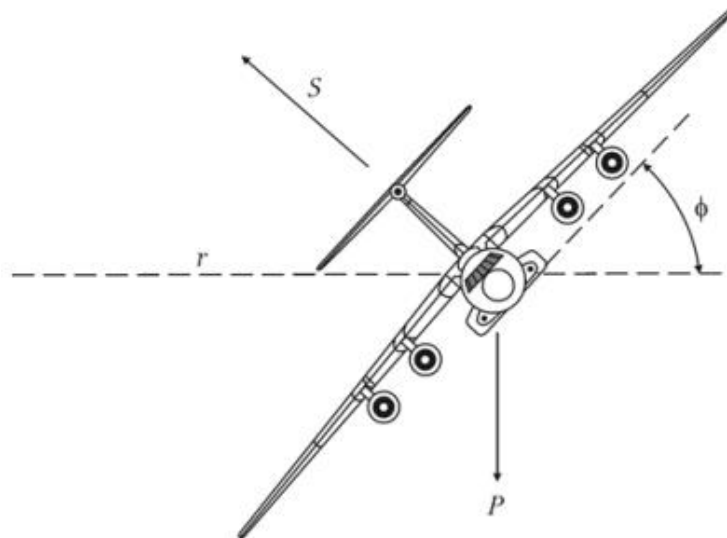
$$S = mg \sec\phi = mg' \quad (16)$$

Sendo que:

$$g' = g \sec\phi \quad (17)$$

Chegamos à conclusão que essa é o valor do efeito da gravidade dentro de uma curva no avião. Apenas como curiosidade, se pegarmos uma curva de 20° temos uma força de próxima à 1g. A uma curva de 45° temos 1,41g. E uma curva de 60° temos 2g.

Figura 7: A inclinação de um Vôo



Fonte: FEINBERG; STUDART (2006, p.5).

7.6 Sexta abordagem

Após feitas as reformulações, os alunos vão estar mais confortáveis com o tema da aviação. Nesse processo serão disponibilizados imagens e registros de réplicas das aeronaves da época. Tendo como base esses registros, serão feitos novamente os mapas conceituais das obras de Dumont, nesse ponto desejamos que

os alunos tenham uma percepção que a física comumente descrita nos livros pode ser aplicada nas obras do Dumont ou conhecida através das obras de Dumont e do cotidiano. O objetivo é retomar os conteúdos que foram desenvolvidos pelos passos anteriores, destacar as dificuldades e princípios físicos fundamentais presentes nas obras de Dumont e fazer uma comparação entre o mapa elaborado no início da sequência e este.

Assim é muito importante verificar a mudança de formalismo utilizada pelos alunos nas descrições de seus pensamentos sobre a física construída nos mapas elaborados inicialmente. Complementando o assunto podemos relacionar também neste contexto o embate entre Santos Dumont e os Irmãos Wright, destacando que ambos tiveram suas contribuições, mas com o decorrer dos anos acabou se ressaltar a rivalidade dentro do mundo da aviação.

Na seção “A vida de Alberto Santos Dumont” serão dadas as informações sobre o “14-bis”, o famoso projeto de Santos Dumont. Com ele, podemos destacar fatos importantes do contexto que ocorreram na decolagem e algumas características da aeronave.

7.7 Avaliação

O processo consiste na avaliação do conteúdo desenvolvido, procurando interações juntamente com debates e questionamentos abertos com a turma a fim de reforçar os tópicos retratados, tanto na parte histórica como da física relacionadas ao inventor brasileiro. Nessa etapa é essencial a participação de todos, com ela temos como ideia promover um amplo debate inspirado ao apelo de Santos Dumont à Liga das Nações em 1920, que pressionou os governos a desmilitarizar as máquinas voadoras. Neste debate, temos como proposta demonstrar duas vertentes dos momentos que sucederam a grande primeira guerra na utilização das aeronaves como instrumento de guerra, propondo assim, uma reflexão a respeito do uso da ciência, a partir das Questões Sociocientíficas que foram levantadas anteriormente.

Primeiro a turma será dividida em duas frentes. Uma a favor da desmilitarização aeronáutica seguindo o raciocínio de Dumont, e a outra fazendo o papel das grandes potências pela presença de poderes bélicos nos ares. O importante é expor os pontos positivos e negativos de cada lado da história seguindo as opiniões formadas pelos próprios alunos, após o desenvolvimento de toda

sequência didática, levando em consideração primordialmente as Questões Sociocientíficas até então trabalhadas. Assim no primeiro momento, serão abertas as manifestações sobre o posicionamento de cada um referente aos temas. Logo após será feita a discussão onde cada grupo defenderá suas opiniões em relação da utilização ou não das aeronaves como instrumento de guerra.

A avaliação dos alunos não inclui somente o debate, mas sim todo o desenvolvimento da sequência, assim podemos propor o trabalho com as questões de CTSA seguindo os nossos objetivos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer dos anos os conteúdos presentes nos materiais didáticos de física, têm sido compostos na sua maioria de cientistas estrangeiros como demonstra Pereira (2019), influenciando a construção do conhecimento como reflexo de um pensamento colonial, que só valoriza o que é produzido fora do país. Portanto, mesmo que a ciência brasileira seja pouco mencionada, nosso objetivo foi desenvolver uma sequência didática que demonstrasse a possibilidade de termos alternativas para trabalhar a imagem da ciência brasileira, através de nomes brasileiros nos livros didáticos de física.

Nesse sentido, apresentamos uma sequência didática tendo como eixo de desenvolvimento as obras e a vida de Santos Dumont, em concordância com os conteúdos curriculares de física propostos no Currículo Paulista. A escolha de Santos Dumont busca pensar aspectos da decolonialidade através da apresentação de um importantíssimo nome brasileiro – considerando a importância do transporte aéreo. A sequência apresentada partiu das seções de um livro didático e buscou atrelar Questões Sociocientíficas, mapas conceituais e exercícios tradicionais de física além de aspectos da vida pessoal de Santos Dumont.

Com o objetivo de preencher a escassez de nomes brasileiros presentes nos livros didáticos de física, como descrito na justificativa do presente trabalho, vimos a possibilidade de retratar a formação da conscientização ética e moral através do conhecimento científico, bem como importância da ciência na sociedade, seguindo a linha de pensamento CTSA.

Aspectos ligados às questões de gênero podem também ser discutidos ao se revelar os prováveis preconceitos sofridos por Dumont ligados à sua aparência ou seu gosto em relação a sua indumentária. O fato da possibilidade de Dumont ter

sido um homem homossexual ser utilizado como forma de desmoralização de sua obra é também revelador dos valores da sociedade heteronormativa e preconceituosa que permanecem até hoje, ainda que tenhamos tido alguns avanços. A surpresa e a reação das pessoas diante da participação de Aida Costa nas demonstrações de Dumont também revelam aspectos do tratamento diferenciado e dos papéis relacionados ao gênero imposto às mulheres.

Ressaltamos que toda sequência foi planejada levando em consideração a história de Santos Dumont, mas poderia ser aplicada para outros nomes da ciência, buscando-se informações desde a infância até os momentos áureos de outros personagens. Assim como a possibilidade de se visualizar como Santos Dumont - rodeado por máquinas voadoras inspiradas por Júlio Verne, e todo o seu apreço pela ciência- foi se construindo, desde o pequeno Dumont de Cabangu, até o jovem apaixonado por automóveis e balonismo nas sociedades de Paris na qual ganhou muito notoriedade pelo seu talento. Em Paris, teve oportunidade de conhecer pessoas importantes como Gustave Eiffel, e também pessoas com o mesmo princípio, como os franceses Henri Lachambre e Alexis Machuron, responsáveis pelo lançamento do *Brasil*. Ter sido responsável por realizar voos com os “mais-pesados-que-o-ar”, como do 14-bis, deixou um legado muito importante, por ter sido o pioneiro e ter contribuído e muito em uma área tão importante quanto a aeronáutica. Nesse sentido, ele é lembrado até hoje como o pai da aviação. Sendo assim, uns dos pontos-chaves deste trabalho, foram as Questões Sociocientíficas alinhadas com a história de Dumont. Pois conseguimos expor pequenos fragmentos importantes da história não somente do brasileiro, mas todo o poder de alcance que suas invenções causaram na história da humanidade.

Um outro ponto importante foi a possibilidade de termos nos baseados nos conteúdos e formatos apresentados por um livro didático, através da reformulação de algumas de suas seções. Nessas reformulações, pudemos reaproveitar as propostas de cada seção apresentada pelo livro, mantendo de certa forma a proposta inicial do livro e ainda assim conseguindo cumprir nossas expectativas em relação a Dumont. Em relação especificamente ao livro didático, todas as seções supriram as nossas necessidades, não tendo sido necessário, a princípio, adicionar qualquer outro tópico.

Sobre a avaliação presente no último tópico da sequência, optamos por finalizar com um debate entre a turma, a fim de consolidar os conteúdos abordados

até então, dessa forma fazendo que toda sala tenha a oportunidade de participar ativamente desse processo. Além disso, o debate é uma atividade privilegiada no tipo de abordagem CTSA que nos propusemos. Através desses tópicos pudemos atender os itens previstos no Currículo Paulista e pelo livro didático no processo de aprendizado do aluno.

Esperamos que a sequência proposta tenha apontado algumas possibilidades de diálogo ente aspectos da decolonialidade, uma perspectiva CTSA ampla e o ensino e aprendizagem de tópicos importantes da Física.

9 REFERÊNCIAS

00 HOMOERÓTICOS MAIS CÉLEBRES NA HISTÓRIA DO BRASIL. [s.l.]: , [s.d.]. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/ilustrada/20061121-100_homoeroticos.pdf>. Acesso em: 28 Jun. 2021.

12 November 1906: The first flight by Santos-Dumont. Fai.org. Disponível em: <<https://www.fai.org/news/12-november-1906-first-flight-santos-dumont>>. Acesso em: 17 Jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2021

Cetic.br - Centro Regional para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação. Cetic.br - Centro Regional para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação. Disponível em: <<https://cetic.br/pt/tics/domicilios/2020/domicilios/A4/>>. Acesso em: 25 Aug. 2021.

DE AGUIAR, Joana Guilares; CORREIA, Paulo Rogério Miranda. **Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento.** Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013.

DUMONT, Alberto. **DANS L'AIR: OS MEUS BALÕES.** [s.l.]: , [s.d.]. Disponível em: <<http://www.precog.com.br/bc-texto/obras/vo000004.pdf>>.

EDUCAÇÃO É A BASE. [s.l.]: , [s.d.]. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>.

FEINBERG, Richard; STALLINGS, Barbara; STUDART, Rogerio. **Finance for Development: Latin America in Comparative Perspective.** Foreign Affairs, v. 85, n. 5, p. 170, 2006.

FRAGA, André Barbosa. **Inventando a Força Aérea Brasileira: a criação de Santos Dumont como herói para compor uma identidade militar em construção no governo Vargas.** [s.l.]: , [s.d.]. Disponível em: <http://www.encontro2014.rj.anpuh.org/resources/anais/28/1400462707_ARQUIVO_ANPUH-Rio.pdf>. Acesso em: 1 May 2021.

FRAGA, André Barbosa. **Santos Dumont para crianças: biografia, política cultural e construção de um herói durante o Estado Novo.** Revista Espaço Acadêmico, v. 15, n. 171, p. 69–81, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/26482>>. Acesso em: 1 May 2021.

FRISON, Marli Dallagnol et al. **Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais.** Encontro Nacional de Pesquisa em educação em ciências, v. 7, p. 1-13, 2009.

GUIMARÃES, M.A.; CARVALHO, W.L.P. **Contribuições do ensino de ciências para o desenvolvimento moral**, Educação Unisinos, Porto Alegre, 13(2), 2009, pp. 162-168.

GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P.; OLIVEIRA, M. S. **Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano**. Ciência & Educação, v. 16, n. 2, p. 465-477, 2010.

HOFFMAN, Paul. **Asas da Loucura: A extraordinária vida de Santos Dumont**. Objetiva. 2004.

MANTOVANI, Katia Paulilo. **O Programa Nacional do Livro Didático - PNLD: impactos na qualidade do ensino público**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, University of São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/D.8.2009.tde-24112009-152212. Acesso em: 2021-04-30.

MELLO, Marcus. **14bis**. Cabangu.com.br. Disponível em: <http://www.cabangu.com.br/pai_da_aviacao/4-14bis/1-simula.htm>. Acesso em: 1 Jul. 2021.

MELLO, Marcus. **A Competição - Premio Archdeacon**. Cabangu.com.br. Disponível em: <http://www.cabangu.com.br/pai_da_aviacao/4-14bis/2-competicao.htm>. Acesso em: 9 Jul. 2021.

MOREIRA, E.C.S. **Unidades de ensino potencialmente significativas como estratégia didática para formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2015.

NELSON MARCOLIN. **100 anos no ar (2006)**. Fapesp.br. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/100-anos-no-ar/>>. Acesso em: 1 Dec. 2021.

PELIZZARI, Adriana et al. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. revista PEC, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PEREIRA, W.H.D.S.; LONDERO, Leandro. A FÍSICA PRODUZIDA NO BRASIL NAS COLEÇÕES DIDÁTICAS DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO (2018-2020). **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 21, 2019.

Revista Pesquisa Fapesp. Archive.org. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20070812183041/http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=3080&bd=1&pg=7&lg=>>>. Acesso em: 28 Jun. 2021.

SANTOS, P.G.F.; LOPES, N.C, CARNIO, M.P.; CARVALHO, L.M.O.; CARVALHO, W.L.P. **A abordagem de Questões Sociocientíficas no ensino de Ciências: uma compreensão das sequências didáticas propostas por pesquisas na área**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. Anais... Campinas 2011.

SÃO PAULO (estado). Currículo Paulista. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. EFAPE | Programa Currículo Paulista. Disponível em: <<https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>>. Acesso em: 3 Dec. 2021.

SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências.** Ciência & Educação (Bauru), v. 10, p. 101-110, 2004.

SILVA, Cláudio Xavier da; BARRETO FILHO, Benigno. **Física Aula por Aula: mecânica.** São Paulo: FTD, 2016.

THIAGO VINHOLES. **Conheça as máquinas voadoras de Santos-Dumont - Airway.** Airway. Disponível em: <<https://www.airway.com.br/conheca-as-maquinas-voadoras-de-santos-dumont/>>. Acesso em: 24 Jun. 2021.

WIKIHOW. **Como Fazer um Balão de Ar Quente.** wikiHow. Disponível em: <<https://pt.wikihow.com/Fazer-um-Bal%C3%A3o-de-Ar-Quente>>. Acesso em: 1 Jul. 2021.

Zeppelin na Bahia. Cidade-salvador.com. Disponível em: <<http://www.cidade-salvador.com/zeppelin/zeppelin.htm>>. Acesso em: 24 Jun. 2021.