

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL
UFERSA
RURAL DO SEMI-ÁRIDO

**SBF**
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**UTILIZAÇÃO DE UM LIVRO PARADIDÁTICO NO PROCESSO DE
ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA**

FREDERICO PEREIRA MOURA

MOSSORÓ
Março-2017

FREDERICO PEREIRA MOURA

**UTILIZAÇÃO DE UM LIVRO PARADIDÁTICO NO PROCESSO DE
ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Alexsandro Pereira Lima

MOSSORÓ - RN

Março-2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M929u Moura, Frederico Pereira.
Utilização de um livro paradidático no
processo de ensino e aprendizagem de conceitos de
física / Frederico Pereira Moura. - 2017.
66 f. : il.

Orientador: Alexsandro Pereira Lima.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Física, 2017.

1. ensino de física. 2. conceitos de física. 3.
livro paradidático. 4. ficção científica. 5. Júlio
Verne. I. Lima, Alexsandro Pereira, orient. II.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

FREDERICO PEREIRA MOURA

UTILIZAÇÃO DE UM LIVRO PARADIDÁTICO NO PROCESSO DE ENSINO E
APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE FÍSICA

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 31/03/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alessandro Pereira Lima – UFERSA
Presidente da banca e orientador

Prof. Dr. Gilvan Luiz Borba
Membro externo à Instituição - UFRN

Prof. Dr. Carlos Antonio López Ruiz – UERN
Membro interno

Prof. Dr. Geovani Ferreira Barbosa – UFERSA
Membro interno

MOSSORÓ - RN

MARÇO - 2017

DEDICATÓRIA

A Francisco das Chagas Moura
(in memoriam), meu saudoso pai, que
sempre trabalhou, dedicou-se e me
incentivou a continuar estudando.

À Vera Lúcia Pereira Moura, minha mãe,
que sempre me educou, amparou e
incentivou a continuar no caminho do
bem.

Às minhas filhas, motivo maior da minha
jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu vida, inteligência e perseverança para seguir trabalhando e estudando, superando todas as adversidades.

Aos meus pais, que me educaram e sempre me incentivaram a nunca deixar de estudar.

À minha família, que me acompanhou e foi sempre o motivo maior para nunca desistir.

Aos meus amigos de viagem, Alisson e Levi, por todas as horas gastas e quilômetros percorridos, pela amizade criada, pela força que cada um deu aos outros sempre que precisavam.

Aos meus companheiros de mestrado, pelos mais diversos conhecimentos compartilhados e pelas amizades que ficarão.

A todos os professores do curso de mestrado da UFERSA, que nos transmitiram tantos conhecimentos novos com tanta disponibilidade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandro Pereira Lima, pela paciência e atenção dedicada no acompanhamento deste trabalho.

Ao professor Dr. Carlos Alberto dos Santos, que nos trouxe grandes ensinamentos acerca da Física Moderna e Contemporânea, sempre ensinando com muita dedicação.

Ao professor Dr. Geovani Ferreira Barbosa, pela dedicação na coordenação e esforço para que o curso de mestrado em Ensino de Física funcionasse tão bem.

À Sociedade Brasileira de Física por nos proporcionar um Mestrado tão rico, de modo a engrandecer nossa formação de professores de Física.

Aos estudantes e ao Colégio Luzardo Viana que me possibilitaram aplicar meu projeto pesquisa.

“A Física é um estudo das leis da natureza, que lhe mostrará como tudo na natureza está maravilhosamente conectado. Assim, a principal razão para estudar a física é aperfeiçoar a maneira como você enxerga o mundo.”

(Paul G. Hewitt)

RESUMO

A leitura tem papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem, afinal ajuda o aprendiz a desenvolver a capacidade de imaginação, interpretação dos textos, ampliação do campo de estudos, entre outros. Neste trabalho, buscou-se incentivar os jovens de uma turma de terceira série do ensino médio a mergulhar na leitura do livro *Da Terra à Lua & Ao Redor da Lua*, de Júlio Verne e a partir desta leitura discutir conceitos de Física, tais como unidades de medida, viagens espaciais, gravidade, velocidade de escape, telescópios, lançamento de foguetes e alguns temas interdisciplinares envolvendo História, Geografia, Química e Astronomia. A literatura de Verne é riquíssima em aventuras, ficção científica e até mesmo equipamentos que só seriam criados posteriormente, o que faz com que apareça no livro alguns elementos curiosos, como a semelhança entre a história de *Da Terra à Lua* com as missões espaciais desenvolvidas quase cem anos após o livro ter sido escrito. Este trabalho foi desenvolvido em 8 aulas, começando com um levantamento de alguns conhecimentos prévios dos estudantes e outra para apresentar o livro e fazer uma introdução ao ponto central da história: as viagens espaciais. Em seguida mais cinco aulas abordando temas interdisciplinares e conceitos de Física.

Palavras-chave: Ensino de física, conceitos de física, ficção científica, Júlio Verne.

ABSTRACT

Reading plays a fundamental role in the teaching and learning process, after all it helps the learner to develop the imagination, interpretation of texts, extension of the field of study, among others. In this work, we sought to encourage the youngsters of a high school class to delve into the reading of the book *From the Earth to the Moon & Around the Moon*, by Jules Verne and from this reading discuss concepts of physics such as units Space travel, gravity, escape velocity, telescopes, rocket launch and some interdisciplinary themes involving History, Geography, Chemistry and Astronomy. Verne's literature is rich in adventures, science fiction and even equipment that would only be created later, which makes appear in the book some curious elements, such as the similarity between the story of *Earth to the Moon* with the space missions developed almost hundred years after the book was written. This work was developed in 8 classes, beginning with a survey of some previous knowledge of the students and another to present the book and make an introduction to the central point of history: space travel. Then five more classes addressing interdisciplinary topics and concepts of physics.

Keywords: Teaching physics, concepts of physics, science fiction, Jules Verne.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Roteiro de aulas.	29
Quadro 2: Pré-teste.....	33
Quadro 3: Teste – Questão 1	44
Quadro 4: Teste – Questão 2	45
Quadro 5: Teste – Questão 3	46
Quadro 6: Teste – Questão 4.....	47
Quadro 7: Teste – Questão 5.....	48
Quadro 8: Etapas do desenvolvimento da sequência didática	53
Quadro 9: Principais unidades usadas no livro e seus equivalentes no SI.....	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Pré-teste - Questão 1	34
Gráfico 2: Pré-teste - Questão 2.....	35
Gráfico 4: Pré-teste - Questão 4.....	36
Gráfico 5: Pré-teste - Questão 5.....	37
Gráfico 6: Pré-teste - Questão 6.....	38
Gráfico 7: Pré-teste - Questão 7.....	38
Gráfico 8: Pré-teste - Questão 8.....	39
Gráfico 9: Pré-teste - Questão 9.....	40
Gráfico 10: Pré-teste - Questão 10.....	40
Gráfico 11: Teste – Resultados da Questão 1.....	45
Gráfico 12: Teste – Resultados da Questão 2.....	46
Gráfico 13: Teste – Resultados da Questão 3.....	47
Gráfico 14: Teste – Resultados da Questão 4.....	48
Gráfico 15: Teste – Resultados da Questão 5.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Desenhos de foguete de Tsiolkovsky	23
Figura 2: Sistema de massa variável.....	24
Figura 3: Corrida Espacial - Resposta 1	40
Figura 4: Corrida Espacial - Resposta 2.....	41
Figura 5: Corrida Espacial - Resposta 3.....	41
Figura 6: Corrida Espacial - Resposta 4.....	41
Figura 7: Corrida Espacial - Resposta 5.....	41
Figura 8: Corrida Espacial - Resposta 6.....	41
Figura 9: Corrida Espacial - Resposta 7.....	41
Figura 10: Corrida Espacial - Resposta 8.....	42
Figura 11: Corrida Espacial - Resposta 9.....	42
Figura 12: Corrida Espacial - Resposta 10.....	42
Figura 13: Corrida Espacial - Resposta 11	42
Figura 14: Corrida Espacial - Resposta 12.....	42
Figura 15: Corrida Espacial - Resposta 13.....	42
Figura 16: Corrida Espacial - Resposta 14.....	43
Figura 17: Corrida Espacial - Resposta 15.....	43
Figura 18: Corrida Espacial - Resposta 16.....	43
Figura 19: Corrida Espacial - Resposta 17.....	43
Figura 20: Primeiros foguetes da história	55
Figura 21: Goddard e o seu primeiro foguete de combustível líquido.....	55
Figura 22: Comparação entre o projétil de Júlio Verne e o módulo lunar da NASA..	56
Figura 23: Local de lançamento (Flórida) e detonação.....	57
Figura 24: Observatório de Cambridge	58
Figura 25: Telescópio instalado nas Montanhas Rochosas.	58
Figura 26: Interior do projétil.....	62
Figura 27: Forças atuantes em um movimento orbital.....	63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 Ensino de Física	16
2.1 Aspectos sobre o ensino de Física.....	16
2.2 Aprendizagem significativa	17
2.2.1 Aprendizagem significativa e a utilização do livro paradidático	18
2.3 Utilização de livros/textos paradidáticos em sala de aula	19
2.4 O livro escolhido: Da Terra à Lua e Ao Redor da Lua	20
3 A Física do foguete	22
3.1 História dos foguetes	22
3.2 Funcionamento: aspectos físicos	24
4 A Pesquisa	28
4.1 Metodologia	28
4.2 O sujeito da pesquisa.....	30
4.3 Conteúdos interdisciplinares abordados	31
4.4 Instrumentos e procedimentos utilizados para obtenção de dados	33
5 Análise de dados	34
5.1 Dados obtidos antes da aplicação do projeto (pré-teste).....	34
5.2 Resultados da Pesquisa	44
6 O Produto Educacional – Sequência Didática	51
6.1 O uso da Sequência Didática.....	51
6.2 Sequência Didática para o livro Da Terra à Lua & Ao Redor da Lua	53
6.2.1 Aula 0: Pré-teste e Introdução	54
6.2.2 Aula 1: Interdisciplinaridade – História e Geografia	56
6.2.3 Aula 2: Interdisciplinaridade – Astronomia	57
6.2.4 Aula 3: Interdisciplinaridade – Química	59
6.2.6 Aula 5: Conceitos de Física – parte 1	60
6.2.7 Aula 6: Conceitos de Física – parte 2	61
6.2.8 Aula 7: Conceitos de Física – parte 3	61
7 Considerações finais e perspectivas	64
REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

Ensinar ou estudar Física não é tarefa fácil. Muitas vezes os assuntos tratados em sala de aula não conquistam a atenção dos estudantes, que acabam rotulando a Física como algo muito difícil de ser compreendido. Buscar novas técnicas de abordagem desses assuntos e novas maneiras de conquistar a atenção do público estudantil tem sido um trabalho constante de muitos professores. Em meio a tantas ferramentas tecnológicas, podemos optar por algo fora do comum no estudo das disciplinas de Ciências da Natureza (Exatas), que é a utilização de um livro paradidático, seja da literatura nacional ou estrangeira, de modo a tratar de conceitos físicos com os estudantes.

Não é difícil encontrar um livro que satisfaça tal objetivo, principalmente levando em consideração a vasta obra de Júlio Verne, autor francês que viveu no século XIX e desenvolveu grandes histórias de ficção científica.

Jules Gabriel Verne, também conhecido como Júlio Verne, nasceu em Nantes, na França em 8 de fevereiro de 1828 e faleceu em Amiens em 24 de março de 1905. Seus livros trazem diversas “previsões” de diversos avanços tecnológicos, como por exemplo, submarinos, máquinas voadoras e viagem à Lua. Por vontade do pai, Verne acabou indo a Paris estudar Direito, porém passou a se interessar por teatro e começou a escrever operetas e histórias de viagens. Sua carreira como escritor teve início quando conheceu Pierre-Jules Hetzel, um editor que já trabalhava com grandes escritores da época. Ele publicou a primeira obra de Júlio Verne em 1862 (Cinco Semanas em um Balão) que acabou fazendo muito sucesso pela riqueza de detalhes geográficos e culturais. Em 1865 ele publica *Da Terra à Lua (De la Terre à la Lune)*, que traz uma aventura inusitada para a época: enviar um objeto à Lua a partir de um tiro de canhão.

O livro escolhido para desenvolver este trabalho foi a obra *Da Terra à Lua*, que foi publicada em 1865 e que traz uma aventura inusitada para a época: enviar um objeto à Lua a partir de um tiro de canhão. Sua continuação se deu em 1869 em *Ao Redor da Lua (Autour de la Lune)*, publicado em capítulos no *Journal des Débats*. Apesar de serem dois livros distintos, considerou-se para este trabalho uma obra só. Sendo a obra de Júlio Verne rica em aventura, ficção científica e diversos conceitos de Física, viu-se a possibilidade de inserir sua literatura nas aulas de Física no Ensino Médio, a fim de expandir os estudos desses conceitos,

complementando aqueles que já são abordados nos livros didáticos. Esse estudo foi distribuído ao longo de oito semanas, começando com um pré-teste para averiguar alguns conhecimentos prévios dos estudantes. Em sequência mais sete aulas explorando, além da Física, assuntos relacionados à História, Geografia, Química e Astronomia. Sendo assim, trata-se de um trabalho interdisciplinar que envolverá também os professores dessas disciplinas.

A interdisciplinaridade é um aspecto importante no processo de ensino e aprendizagem, pois promove uma inter-relação entre as diferentes áreas, mostrando que o conhecimento não deve, necessariamente, sempre ser fragmentado. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), publicados em 1998, já trazem essas discussões acerca desse assunto: “lado a lado com uma demarcação disciplinar, é preciso desenvolver uma articulação interdisciplinar, de forma a conduzir organicamente o aprendizado pretendido” (BRASIL, 2000).

De modo a fortalecer o processo desenvolvido neste trabalho, a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, esteve presente desde o início quando se buscou analisar a situação dos estudantes quanto aos conhecimentos prévios acerca da temática “viagens espaciais” trazidos antes de se iniciar a aplicação do projeto. Neste processo de aprendizagem, ideias expressas simbolicamente interagem com o que o estudante já traz consigo. Portanto, o ponto de partida deve ser a realidade do estudante.

O objetivo geral deste trabalho é trazer para os estudantes uma forma diferenciada de estudar conceitos de Física, partindo da leitura de um livro paradidático de ficção científica onde seja possível identificar esses elementos e estudá-los de forma sistemática. Quanto aos objetivos específicos, são os seguintes: Envolver a disciplina de História no estudo da Física do livro paradidático, partindo do contexto histórico em que a obra foi escrita; Envolver a disciplina de Geografia no estudo da Física do livro paradidático, analisando o contexto geográfico do livro na questão a escolha do local de lançamento do projétil rumo à Lua; abordar tópicos de astronomia relacionados no livro, tais como órbita, telescópio, etc.; compreender os processos químicos envolvidos na produção de oxigênio em um ambiente selado, bem como a retirada do excesso de gás carbônico; Abordar conceitos de Física existentes no livro, tais como: unidades de medida, lançamento vertical para cima, força gravitacional, peso, massa, gravidade, sistema Terra-Lua, velocidade de escape, etc.

2 Ensino de Física

2.1 Aspectos sobre o ensino de Física

Com a definição de diretrizes para o ensino, apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o ensino de Física ganhou um novo sentido, devendo ser voltado para a formação de um cidadão capaz de compreender os fenômenos a sua volta, sendo também capaz de intervir e participar destes fenômenos de forma consciente. Neste sentido, o ensino de Física não deve ser dedicado a simples memorização de conceitos e equações, que rapidamente serão esquecidos, mas deverá ajudar o estudante a compreender os fenômenos físicos que o cercam, como sugere o documento de Orientações Educacionais Complementares aos PCNs (PCN+):

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (BRASIL, 2002, p 59)

Além disso, o ensino de Física deve estar contextualizado na vida do estudante e, principalmente, na sociedade a sua volta e conseqüentemente envolverá outras áreas do conhecimento, na chamada “interdisciplinaridade”. A Física tomada de forma isolada pode acabar perdendo sentido ou se tornar um ensino totalmente mecanizado.

Diante de tamanha responsabilidade nos deparamos com uma realidade que, muitas vezes, não condiz com o que é proposto devido às grandes dificuldades encontradas no ensino da Física na Educação Básica. Segundo Menezes (2005), é preocupante a situação de “alguns professores de Física que, ignorando a ampla presença desta ciência em nosso mundo e em nossa compreensão do mundo, continuam ensinando uma ‘língua morta’”.

De acordo o próprio documento do Ministério da Educação, os PCNs, a Física tem sido ensinada desvinculada da vida, tanto de estudantes como de professores, priorizando memorização de fórmulas e resolução de problemas que nada tem a ver com o cotidiano dos discentes. O professor apresenta os conceitos prontos e cabe ao aluno absorver, memorizar e aplicar nos problemas que lhes serão apresentados

em seguida. Além disso, ainda é colocado para o professor o cumprimento de um cronograma extenso e que, muitas vezes, não é possível concluir satisfatoriamente.

De acordo com os PCNs (BRASIL, 2002), espera-se que o estudante desenvolva determinadas competências e habilidades, que envolvem: compreensão de enunciados, códigos e símbolos; compreender tabelas e gráficos, bem como saber utilizá-las corretamente; saber utilizar ordens de grandeza e fazer medições; desenvolver a capacidade de investigação; saber manusear equipamentos de medição; conhecer conceitos físicos.

Portanto, o ensino da Física deve ser capaz não só de explicar o funcionamento do Universo, mas também capacitar o estudante a entender como funcionam, por exemplo, a geração de energia elétrica e seus impactos no meio ambiente, a economia de energia, etc. Consequentemente, é necessário entender a realidade em que o discente está imerso, os conceitos que ele já traz consigo, o trato científico (mesmo que inconsciente) que ele já desempenha no seu dia a dia.

Para incentivar o estudo da Física é interessante o uso de alguns meios de informação que estão ao alcance dos estudantes, como por exemplo, filmes, documentários, livros de ficção científica, etc. E no caso deste trabalho de pesquisa, a opção pelo livro de ficção científica irá favorecer a abordagens de conceitos de Física, sendo assim mais uma ferramenta para o professor, além do livro didático.

2.2 Aprendizagem significativa

A teoria da Aprendizagem Significativa foi proposta por David Ausubel¹ na década de 1960 e busca valorizar os conhecimentos prévios da pessoa em um processo de aprendizagem, possibilitando criar estruturas mentais capazes de assimilar novos significados.

Segundo Moreira (1997) é o processo através do qual uma nova informação relaciona de maneira não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva do aprendiz.

O próprio Ausubel (2000) define aprendizagem significativa como um “mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento.”

¹ David Paul Ausubel foi um psicólogo da educação, nasceu nos EUA em 1918 e faleceu em 2008, também nos EUA.

Neste processo de aprendizagem, ideias expressas simbolicamente interagem com o que o estudante já traz consigo. Portanto, o ponto de partida deve ser a realidade do estudante. Esse conhecimento prévio foi chamado por Ausubel de *subsunçor*², que permite que novos significados sejam assimilados pelo aprendiz durante o processo de ensino-aprendizagem. A medida que esse conhecimento (subsunçor) vai ficando mais firme, novas aprendizagens se tornarão possíveis e mais eficazes. O aprendiz poderá expandir seu conhecimento ou até adquirir novos subsunçores, que por sua vez servirá de base para a estruturação de novos conhecimentos.

Nos casos em que um subsunçor não é utilizado com frequência, ocorrerá uma perda de significação do que foi aprendido. Trata-se de algo natural e que não implica necessariamente esquecimento total. O aprendiz poderá retomar o conhecimento e, conseqüentemente, reaprender rapidamente.

A aprendizagem significativa não implicará memória permanente, onde o indivíduo jamais esquecerá o que foi aprendido, mas algo que poderá ser resgatado a qualquer tempo posterior. Nos casos em que há esquecimento total, podemos concluir que houve apenas memorização de conteúdo, pois não houve assimilação de significados e foi uma aprendizagem puramente mecânica.

Outro aspecto importante é que o conteúdo escolar deverá ser “potencialmente significativo”, ou seja, deve significar algo para o estudante, de modo que possa ser assimilado por ele. E quanto mais esses significados estiverem associados à sua realidade, mais eficaz será o processo de aprendizagem.

No estudo da Física a aprendizagem significativa

2.2.1 Aprendizagem significativa e a utilização do livro paradidático

Diante do que foi apresentado nas seções anteriores poderemos utilizar em sala de aula um livro paradidático, baseando-se na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, de modo a alcançar uma aprendizagem mais eficaz.

O ponto de partida desta proposta consiste em fazer um levantamento dos subsunçores dos estudantes que terão contato com a obra escolhida para que possamos traçar estratégias, de modo a proporcionar uma aprendizagem

²Do inglês: *subsumer*.

significativa dos conceitos de Física abordados nos livros *Da Terra à Lua* e *Ao Redor da Lua*, de Júlio Verne, que tomaremos como um livro só.

O livro traz consigo uma grande variedade de assuntos, além de Física: Química, História e Geografia. Muitos dos conceitos do livro podem já fazer parte da estrutura cognitiva do estudante, como por exemplo, lançamento de foguetes ao espaço, exploração espacial e outros.

Conforme a leitura avança e os conteúdos vão sendo abordados pelo professor, os estudantes irão confrontar os conceitos científicos com aquelas ideias prévias que eles já possuem (seus subsunçores). As abordagens dos conceitos de Física sobre unidades de medida, lançamento de foguetes, exploração espacial, etc. ajudará os estudantes a reforçar alguns subsunçores ou substituir aqueles conhecimentos prévios que não estejam corretos.

2.3 Utilização de livros/textos paradidáticos em sala de aula

A escolha da leitura de um livro paradidático para abordagem da Física, bem como assuntos correlacionados, partiu do interesse em abordar conceitos de Física presentes em obras de ficção científica como também promover uma prática mais ampla da leitura entre os estudantes. Sabe-se que desde as séries iniciais os estudantes são motivados a ler alguns livros escolhidos pelos professores, onde geralmente se aplicam avaliações relacionadas ao enredo desses livros.

A leitura, de modo geral, faz parte de toda e qualquer prática pedagógica e pode ser responsável pelo autodesenvolvimento contínuo do estudante (LAGUNA, 2012), o que pode ajudar o professor a descobrir que o incentivo à leitura nas mais variadas disciplinas escolares contribui de forma significativa para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Todo professor, independente da disciplina que leciona, acaba se tornando um incentivador da prática da leitura e interpretação de textos, conforme vai sendo exigido dos estudantes a capacidade de interpretar corretamente os problemas apresentados em cada área do conhecimento. Na Física, por exemplo, além do conhecimento dos conceitos e do domínio das operações matemáticas necessárias para se resolver alguns problemas, é de extrema importância que o estudante tenha uma boa leitura e interpretação de texto para que possa compreender o que se apresenta, o que se pede e assim resolver o problema apresentado.

Portanto, adotar um livro paradidático e incentivar sua leitura é uma ação que pode ampliar a capacidade dos estudantes de leitura, interpretação, imaginação, entre outras habilidades.

De acordo com o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (em inglês: Programme for International Student Assessment - *PISA*), os estudantes com desempenho adequado em Ciências poderão explicar os fenômenos que o cercam utilizando conceitos científicos de maneira satisfatória, organizando melhor as ideias e informações³

Porém, os resultados do último PISA no Brasil (2015) são preocupantes:

O desempenho dos alunos no Brasil está abaixo da média dos alunos em outros países. Em ciências (401 pontos, comparados à média de 493 pontos), em leitura (407 pontos, comparados à média de 493 pontos) e em matemática (377 pontos, comparados à média de 490 pontos). A média do Brasil na área de leitura também se manteve estável desde o ano 2000. Embora tenha havido uma elevação na pontuação de 396 pontos em 2000 para 407 pontos em 2015, esta diferença não representa uma mudança estatisticamente significativa.
(Resultados do PISA 2015. Disponível em <<http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-Brazil-PRT.pdf>>. Acesso em 15 de janeiro de 2017)

Isso nos mostra como é importante a integração da prática da leitura às diversas áreas do conhecimento. Nas Ciências da Natureza isso irá potencializar o amplo conhecimento dos fenômenos e uma melhor compreensão da realidade em que vivemos.

2.4 O livro escolhido: *Da Terra à Lua e Ao Redor da Lua*

Em *Da Terra à Lua* é narrada uma história fictícia de um clube de guerra chamado *Gun Club* (Clube do Canhão), cuja principal finalidade, como sugere o nome, era desenvolver canhões para serem utilizados na Guerra de Secessão nos EUA. Porém, com o fim da guerra, os membros do *Gun Club* entraram em profunda ociosidade. Em meio a esse contexto o presidente do Clube decide reunir todos os membros e propor um desafio surpreendente: enviar um projétil à Lua a partir de um

³ Fonte: <http://www.compareyourcountry.org/pisa/country/BRA>. Acesso em 15 de janeiro de 2017

tiro de canhão, dotado de uma velocidade inicial de aproximadamente 39.000 km/h (ou 12 mil jardas⁴ por segundo, como conta no livro).

A partir deste desafio é que se desenvolve uma história permeada de diversos conceitos de Física, tais como: unidades de medida, órbita, sistema Terra-Lua, velocidade de escape, força gravitacional, microgravidade, Leis de Newton, etc.

Além dos conceitos físicos, pode-se abordar assuntos interdisciplinares envolvendo Matemática, Química, História e Geografia.

Mesmo sendo uma obra do século XIX, este livro tem grande importância na abordagem de conceitos físicos, indo além dos livros didáticos. Ferreira e Raboni (2013) mencionam exatamente essa questão ao afirmar que “a leitura de textos de ficção que incorporam elementos científicos, como a encontrada em Júlio Verne pode preencher a lacuna existente entre o conhecimento físico ensinado e o conhecimento cotidiano do aluno”.

As aventuras apresentadas por Verne, muitas delas ricas em aspectos científicos, são verdadeiros convites ao leitor a mergulhar no mundo científico de maneira bem agradável, através da leitura dessas obras, onde muitas delas trazem inovações tecnológicas, que para a época em que foram escritas eram inimagináveis.

⁴ Jarda: Medida inglesa de comprimento equivalente a 914 mm (símbolo: yd). Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/jarda>>. Acesso em: 3 de abril de 2017.

3 A Física do foguete

3.1 História dos foguetes

Foguetes lançados ao espaço fazem parte da história dos grandes feitos da Humanidade. O ser humano conseguiu desenvolver máquinas capazes de deixar o planeta somente na segunda metade do século XX. Porém, desde a Antiguidade, o sonho de voar já era uma realidade. Já no século II, Luciano de Samosata escreve o que pode ser considerado a primeira obra de ficção sobre viagem espacial: *Verae historiae* (Histórias verdadeiras). Esta obra traz a narrativa de uma viagem à Lua através de um navio que foi arrebatado por um tufão e após 7 dias pelos ares consegue chegar a um lugar parecido com uma ilha. Lá encontram habitantes e só então descobrem que se trata da Lua.

Ainda na Antiguidade, os gregos criaram o mito de Ícaro e Dédalo, pai e filho que teriam construído asas para fugir de um labirinto. Dédalo conseguiu voar e pousar em segurança, mas Ícaro, movido por imensa curiosidade tentou voar até o Sol, o que fez com que suas asas fossem se desmanchando, levando-o a cair do céu e morrer. Embora esse mito não tenha tido cunho científico, no sentido de promover a exploração espacial, ele trata do espírito de curiosidade e desbravamento contido no ser humano. E foi essa curiosidade que nos levou ao espaço e ainda nos leva cada vez mais longe.

Já no século XIX temos como grande obra de ficção científica sobre viagem espacial os livros *Da Terra à Lua* e *Ao Redor da Lua*, de Jules Verne (1828-1905). Sendo este último o livro utilizado neste trabalho e o que traz maior semelhança com as missões ao espaço realizadas no século XX. Nesses dois livros, Verne narra o audacioso projeto de enviar um projétil à Lua juntamente com três tripulantes.

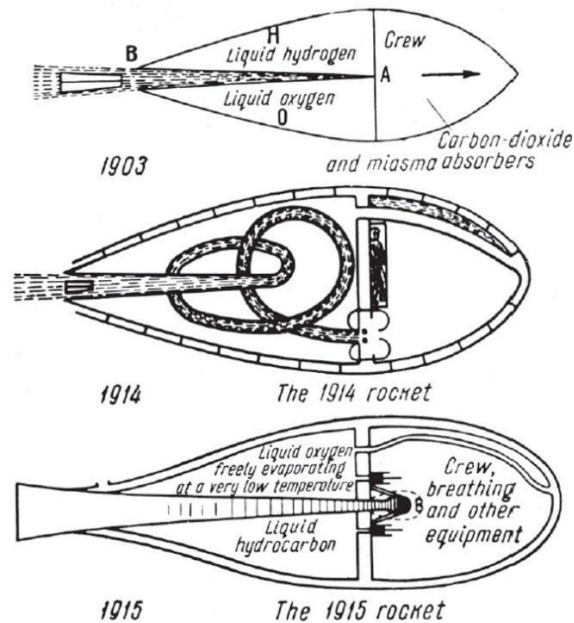
Os primeiros “foguetes” teriam sido desenvolvidos primeiramente na China no século XIII, onde segundo histórias da guerra travada entre China e Mongólia o exército chinês teria impedido o avanço do inimigo atirando flechas de fogo voadora, conforme relatos do químico e engenheiro Hassan al-Rammah⁵.

Mas foi com o russo Konstantin Tsiolkovsky (1857-1935) que os foguetes começaram a ser idealizados nos moldes capazes de serem lançados fora da Terra.

⁵ Fonte: <<http://www.muslimheritage.com/article/muslim-rocket-technology>>

Tsiolkovsky teria projetado o uso de hidrogênio e oxigênio líquidos como combustíveis para foguetes, tendo até elaborado um esquema para isso (Figura 1) que é justamente a tecnologia amplamente aplicada para o envio de foguetes ao espaço até a atualidade.

Figura 1: Desenhos de foguete de Tsiolkovsk y



Fonte: <http://blogs.esa.int/rocketscience/2012/10/14/a-man-and-an-equation/>

Embora Tsiolkovsky tenha lançado as bases científicas para a astronáutica, ele não chegou a realizar nenhum teste ou experimento. Robert Goddard (1882-1945) foi quem colocou em prática a ideia de usar combustível líquido para propulsão de foguetes. Ele realizou seu primeiro teste em 16 de março de 1926 com um foguete que subiu apenas 12,5 metros, em 2,5 segundos. Mesmo sendo um alcance pequeno, Goddard conseguiu demonstrar que a propulsão baseada em combustível líquido era viável. Porém, coube ao alemão Wernher Magnus Maximilian von Braun (1912-1977) e ao russo Sergei Pavlovich Korolev (1907-1966) concretizar os projetos de Tsiolkovsky e Goddard, promovendo lançamentos de foguetes, e seres vivos ao espaço a partir de década de 1950.

Quanto aos satélites, já havia sido tratado sobre essa tecnologia bem antes dos primeiros lançamentos de foguetes. Em 1945, o então especialista em radares da Força Aérea Real britânica, Arthur Charles Clarke descreveu, em seu artigo *Extra-Terrestrial Relays – Can Rocket Stations Give Worldwide Radio Coverage?*,

como funcionaria um satélite geoestacionário que poderia ser usado para comunicações globais. Anos mais tarde Arthur C. Clarke se dedicaria a escrever grandes obras de ficção de científica

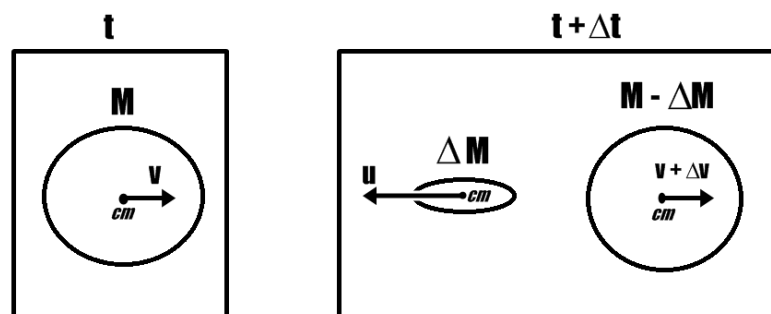
No Brasil também há pesquisa espacial e desenvolvimento de foguetes, através de um programa espacial liderado pela Agência Espacial Brasileira (AEB), onde é possível entrar materiais e projetos voltados para a área educacional, tais como: AEB Escola, Microgravidade e Uniespaço. O Brasil conta também com duas bases de lançamento de foguetes: Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), localizado na Rodovia RN 063, km 11, em Parnamirim no Rio Grande Norte e o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), localizado na Rodovia MA 106, km 7, em Alcântara no Maranhão.

3.2 Funcionamento: aspectos físicos

O funcionamento de foguetes envolve basicamente a aplicação das Leis de Newton, mas com um detalhe importante: deve-se levar em consideração a variação da massa durante o processo de voo até entrar órbita. A maior parte da massa do foguete é constituída de combustível, que vai sendo queimado e ejetado para dar impulso a ele, portanto a variação da massa tem que ser levada em consideração e a equação $F = dp/dt$, onde $p = mv$.

Considerando um foguete (Figura 2) de massa M e velocidade v em certo instante, após um intervalo de tempo Δt , o foguete passará a ter velocidade $v + \Delta v$ e sua massa será $M - \Delta M$. Neste caso, a variação ΔM é negativa pelo fato da massa do foguete ir diminuindo com o passar do tempo.

Figura 2: Sistema de massa variável



Tratando como um sistema isolado o conjunto foguete + massa ejetada pelo sistema de propulsão, o momento linear será dado por:

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f \quad (\text{Eq. 1})$$

onde os índices i e f indicam os estados inicial e final do processo. Portanto, a Eq. 1 pode ser escrita como:

$$Mv = -dM U + (M + dM)(v + dv) \quad (\text{Eq. 2})$$

onde o termo U é a velocidade do foguete em relação a certo referencial, $dM U$ se refere ao momento linear da massa ejetada durante a propulsão em um intervalo dt e o termo $(M+dM)(v+dv)$ é o momento linear do foguete no final do intervalo dt .

Levando em consideração a velocidade relativa entre o foguete e a velocidade da massa ejetada, pode-se simplificar a Eq. 2:

$$v_{rel} = v + dv - U \quad (\text{Eq. 3})$$

Isolando o termo U na Eq. 3 e substituindo na Eq. 2, tem-se de forma já simplificada:

$$-dM v_{rel} = M dv \quad (\text{Eq. 4})$$

Dividindo ambos os membros da Eq. 4 por dt :

$$-\frac{dM}{dt} v_{rel} = M \frac{dv}{dt} \quad (\text{Eq. 5})$$

O termo $-\frac{dM}{dt}$ é substituído por R , que representa a taxa de consumo de combustível do foguete. O termo dv/dt é a aceleração do foguete. Portanto, a Eq. 5 pode ser reescrita, ficando assim (primeira equação do foguete):

$$R v_{rel} = M a \quad (\text{Eq. 6})$$

O termo $R v_{rel}$ é o empuxo do motor do foguete e esta equação é chamada de “primeira equação do foguete”.

Consideremos agora a expressão final da 2ª Lei de Newton, em uma dimensão:

$$F = \frac{dp}{dt}, \text{ onde } p = mv \quad (\text{Eq. 7})$$

$$F = \frac{d}{dt}(mv) = m \frac{dv}{dt} + v \frac{dm}{dt} \quad (\text{Eq. 8})$$

Para o caso do foguete, podemos supor que em um instante inicial qualquer, sua massa seja M_f e sua velocidade, em relação a algum referencial fixo seja v . Agora, suponhamos que nesse instante, material seja ejetado pela traseira do foguete e que esse material saia com velocidade u em relação ao foguete. Naturalmente, a velocidade desse material ejetado, em relação ao referencial fixo, será $u + v$.

Se alguma força externa estiver atuando sobre o foguete, então a equação 7 pode ser escrita como:

$$F = \frac{d}{dt}(mv) - \frac{dM}{dt}(v + u) \quad (\text{Eq. 9})$$

*Taxa de
variação do
momento linear
do foguete*

*Taxa com que o
momento linear
está sendo
transferido para as
fases do foguete*

Na Eq. 9 o termo $\frac{dM}{dt}$ representa a taxa com que o combustível está sendo consumido pelo veículo.

$$F = \frac{dM}{dt}v + M \frac{dv}{dt} - v \frac{dM}{dt} - u \frac{dM}{dt}$$

$$F = \frac{dv}{dt}M - u \frac{dM}{dt} \quad (\text{Eq. 10})$$

Considerando um movimento em ausência de gravidade e do arrasto atmosférico poderemos assumir que não existirão forças externas atuando sobre o foguete. Desse modo a Eq. 10 pode ser escrita como:

$$M \frac{dv}{dt} = u \frac{dM}{dt} \quad \text{ou seja} \quad dv = u \frac{dM}{M}$$

$$\int_{v_0}^v dv = \int_{M_0}^M u \frac{dM}{M}$$

Considerando u constante, temos:

$$v - v_0 = u [\ln M - \ln M_0] = u \ln \frac{M}{M_0}$$

ou

$$v - v_0 = u \ln \frac{M_0}{M} \quad (\text{Eq. 11})$$

A Eq. 11 é chamada de “Equação do foguete” que para um foguete ideal, tanto a exaustão (u) quanto a taxa de variação de massa são fundamentais.

Mesmo não entrando nos detalhes (derivadas e integrais) os alunos poderão compreender um sistema de massa variável com ilustrações, vídeos e até com experimentos, como no caso dos foguetes de garrafa PET⁶ (Polietileno tereftalato) em que se pode explorar até mesmo questões de estabilidade do foguete durante o voo, aerodinâmica, pressão, alcance, etc.

⁶Um foguete de garrafas PET, Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007.

4 A Pesquisa

4.1 Metodologia

A proposta parte de um Objetivo Geral, que é trazer para os estudantes uma forma diferenciada de estudar conceitos de Física, a partir da leitura de um livro paradidático de ficção científica, identificando esses elementos e discutindo durante as aulas de Física. Perpassa alguns objetivos específicos como: abordar tópicos de astronomia relacionados no livro, tais como órbita, telescópio; compreender os processos químicos envolvidos na produção de oxigênio em um ambiente selado, bem como a retirada do excesso de gás carbônico; abordar conceitos de Física existentes no livro, tais como: unidades de medida, lançamento vertical para cima, força gravitacional, peso, massa, gravidade, sistema Terra-Lua, velocidade de escape, etc.

A metodologia utilizada tem como base a Teoria da Aprendizagem significativa de David Ausubel, buscando partir dos conhecimentos prévios dos estudantes que iriam participar da aplicação deste trabalho. Foi disponibilizado inicialmente um pré-teste, a fim de verificar que noções os estudantes tinham do autor, da prática de leitura e do tema central da história do livro utilizado (viagem espacial). É esperado que o estudante no final do ensino médio já tenha tido acesso a diversas informações acerca do tema “viagem espacial”, seja por filmes, livros, revistas ou até mesmo conteúdos escolares.

Primeiramente, foi feito um levantamento daquilo que os estudantes traziam consigo através do pré-teste detalhado na seção 4.4. Tendo feito o levantamento dos subsunçores, partiu-se para a aplicação do trabalho, começando com uma aula introdutória sobre o livro e os meios pelos quais todos pudessem ter acesso à leitura. Foram dadas quatro opções de aquisição do livro: empréstimo na biblioteca da escola (dois exemplares), onde cada aluno passaria uma semana com o livro; *download* gratuito do livro em PDF⁷; reprodução ou impressão do material baixado; compra pela *internet*.

O roteiro desenvolvido seguiu o seguinte planejamento:

⁷ Disponível para download gratuito em: <http://www.virtualbooks.com.br/v2/ebooks/pdf/00853.pdf> (Acesso em 22 de janeiro de 2017).

Quadro 1: Roteiro de aulas.

Sequência de Aulas – <i>Da Terra à Lua & Ao Redor da Lua</i>		
	Tema	Objetivo
Aula 0	Pré-teste	Verificar os conhecimentos prévios (subsunções) dos estudantes mediante aplicação de um pré-teste.
Aula 1	Introdução	Apresentar o livro <i>Da Terra à Lua e Ao Redor da Lua</i> como paradidático a ser estudado nas próximas aulas, mostrando as diferentes formas de aquisição.
Aula 2	Interdisciplinaridade – História	Envolver a disciplina de História no estudo da Física do livro paradidático, analisando o contexto histórico em que a obra foi escrita.
Aula 3	Interdisciplinaridade – Geografia	Envolver a disciplina de Geografia no estudo da Física do livro paradidático, analisando o contexto geográfico do livro na questão a escolha do local de lançamento do projétil rumo à Lua.
Aula 4	Interdisciplinaridade – Astronomia	Abordar tópicos de astronomia relacionados no livro, tais como órbita, telescópio (observatório de Cambridge) e foguetes, complementando os tópicos de Física já estudados na Mecânica Clássica.
Aula 5	Interdisciplinaridade – Química	Compreender os processos químicos envolvidos na produção de oxigênio em um ambiente selado, bem como a retirada do excesso de gás carbônico.
Aula 6	Conceitos de Física – parte 1	Abordar parte dos conceitos físicos existentes no livro, tais como: Unidades de Medida, lançamento vertical para cima; órbita, força gravitacional.
Aula 7	Conceitos de Física – parte 2	Abordar parte dos conceitos físicos existentes no livro, tais como: Efeitos da aceleração sobre o organismo; “gravidade zero”.

O estudo do livro foi gradual, abordando primeiro os assuntos interdisciplinares conforme iam surgindo no decorrer da leitura, na seguinte ordem: História, Geografia, Química e por último a Física.

Os encontros com os estudantes foram semanais, sempre com uma aula de 50 minutos reservada especificamente para este trabalho. Em cada aula se fazia um

resgate das discussões da anterior e eram feitas as abordagens preparadas. Foram no total oito aulas utilizadas.

Nas abordagens interdisciplinares buscou-se primeiramente um diálogo com o professor da disciplina relacionada ao assunto, por exemplo, com o professor de química para planejar como seriam tratadas as reações que envolvem absorção de CO_2 e liberação de O_2 que estão presentes em *Da Terra à Lua*. Durante os encontros com a turma eram encaminhadas aos estudantes atividades de pesquisa complementar e solicitado que eles envolvessem os professores das outras disciplinas em suas respectivas aulas.

Antes de iniciar a o projeto foram realizadas conversas com os professores que estariam envolvidos nas abordagens interdisciplinares os quais se mostraram disponíveis a tratar desses assuntos durante suas aulas.

Em todo o processo a colaboração da Escola foi fundamental, bem como a participação dos professores das outras disciplinas. A única “dificuldade” encontrada foi a aquisição do livro, mas esse problema foi contornado a tempo, de modo que praticamente todos pudessem ler a obra e participar as atividades e discussões.

4.2 O sujeito da pesquisa

O público escolhido para que este trabalho fosse aplicado é composto por 34 estudantes da 3ª série do ensino médio de uma escola da rede particular no município de Caucaia, no Ceará. A faixa etária dos estudantes era de 17 a 18 anos à época da aplicação (primeiro semestre de 2016).

O Centro Educacional Cenecista Luzardo Viana foi o a instituição de ensino escolhida para a aplicação do projeto. Trata-se de uma escola particular pertencente a uma rede nacional de escolas denominada Campanha Nacional de Escolas da Comunidade (CNEC). Esta rede de ensino foi idealizada nos anos 1940 por Felipe Tiago Gomes, estudante de Direito, com o propósito de oferecer à população mais carente um acesso mais amplo à educação de qualidade. Em 29 de julho de 1943, juntamente com outros colegas, fundou a primeira escola em Recife, onde inicialmente chamaram a rede de Campanha do Ginásio Pobre. Em seguida passaram a denominar Campanha de Educandários Gratuitos, em seguida, Campanha Nacional de Educandários Gratuitos. O colégio Luzardo Viana iniciou suas atividades no dia 26 de março de 1960, sendo chamado Ginásio Luzardo

Viana. O nome da escola foi uma homenagem ao irmão do fundador da escola, Ernani Viana.

Apesar de ser uma turma encerrando o Ensino Médio e em preparação para vestibulares, bem como para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o desenvolvimento das atividades não atrapalhou o andamento da turma com os conteúdos próprios da 3ª série.

O trabalho foi integrado às aulas regulares e desenvolvido durante oito semanas. A turma possuía três aulas de Física por semana, das quais apenas uma foi dedicada ao estudo do livro e de seus variados aspectos, bem como discussões acerca dos encaminhamentos dados a eles após cada aula.

4.3 Conteúdos interdisciplinares abordados

Apesar de o livro ser trabalhado durante as aulas de Física, foi possível abordar com os estudantes assuntos relacionados a outras disciplinas: Matemática, Química, Geografia e História.

Os aspectos interdisciplinares identificados durante o processo de leitura foram:

a) HISTÓRICOS:

a.1. Guerra de Secessão (EUA);

b) GEOGRÁFICO:

b.1. Local de lançamento, Latitude.

c) QUÍMICOS:

c.1. Produção de oxigênio e eliminação de gás carbônico no interior do projétil.

d) ASTRONÔMICOS:

d.1. Órbita da Lua

d.3. Espaço

d.4. Telescópio (observatório de Cambridge)

e) FÍSICOS:

- e.1. Lançamento vertical para cima;
- e.2. Gravitação: órbitas, forças...
- e.3. Força G;
- e.4. “Gravidade zero”.

A cada semana os estudantes foram encarregados a fazer pesquisas sobre cada um dos aspectos mencionados e na semana seguinte eles apresentavam os resultados dessas pesquisas, fazendo também um debate em torno do assunto. Por fim, eles levavam os temas aos professores das respectivas disciplinas, para que se fizesse a complementação adequada. Os detalhes da abordagem de cada assunto interdisciplinar, bem como a abordagem dos assuntos relacionados à Física estão contidos no produto educacional desta Dissertação na forma de Sequência Didática, que se encontra em anexo.

O objetivo desta inserção interdisciplinar é atender às orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais que destacam a importância da articulação entre as disciplinas de Física, Biologia, Química e Matemática principalmente em conteúdos tecnológicos e práticos

Portanto, partindo do que os PCNs orientam e de todo o conhecimento interdisciplinar apresentado por Júlio Verne no livro *Da Terra à Lua* é que se resolveu criar um espaço para as discussões acerca desses assuntos, bem como os principais para a abordagem dos conceitos de Física presentes na obra.

Tendo os professores das disciplinas envolvidas no processo já previamente cientes da abordagens que seriam feitas, eles tratavam desses assuntos em suas aulas conforme as aulas de Física da seguinte forma: ao iniciar a leitura do livro é citada a Guerra de Secessão, então na aula de História posterior à aula de Física o professor detalhou com eles a respeito deste evento; na aula de Geografia foram trabalhados os aspectos de latitude e longitude, afim de situar geograficamente a escolha do local de lançamento do projétil; na aula de Química foi tratado sobre reações químicas, balanceamento, cálculo estequiométrico e as reações envolvidas no processo de renovação do ar no interior do projétil.

4.4 Instrumentos e procedimentos utilizados para obtenção de dados

A fim de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes, antes de iniciar o trabalho de leitura, foi aplicado o seguinte pré-teste com 34 alunos presentes na aula, conforme o Quadro 1 apresentado logo abaixo:

Quadro 2: Pré-teste.

TESTE DE SONDAGEM				
		<i>SIM</i>	<i>NÃO</i>	<i>TALVEZ</i>
1	Você já conhecia o escritor Julio Verne?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2	Já leu alguma obra de Julio Verne?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3	Você conhece como funciona o processo de lançamento de foguetes ao espaço?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4	Acha que é possível disparar uma bala de canhão em direção à Lua e acertá-la?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	Acha que é possível para um ser humano sobreviver a altos valores de aceleração	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	Você conhece como ocorreram as missões espaciais à Lua?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7	Acredita que o homem conseguiu chegar à Lua nos anos 60 e 70?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
8	Conhece os aspectos físicos e químicos que envolvem uma viagem ao espaço?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
9	Já havia tomado conhecimentos da exploração espacial nas aulas regulares?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
10	Você conhece o termo Corrida Espacial?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<i>Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacia</i>				

Assim, foi possível obter informações sobre os conhecimentos que os estudantes já traziam acerca da temática “viagem espacial”. Como o livro traz uma história fictícia, mas com diversas semelhanças com as missões Apollo da NASA nos anos 1960, buscou-se expandir a temática para a Corrida Espacial e outros elementos interdisciplinares.

Os resultados de cada questão, inclusive as respostas dadas na questão aberta referentes à questão 10, encontram-se na sessão 5.1 desta Dissertação com as devidas análises.

Ao final do processo de leitura, atividades e discussões foi aplicado na turma um questionário com cinco questões, inserido na própria avaliação da disciplina. As cinco questões relacionadas ao livro foram respondidas também por 34 alunos e se encontram com as devidas análises na sessão 5.2.

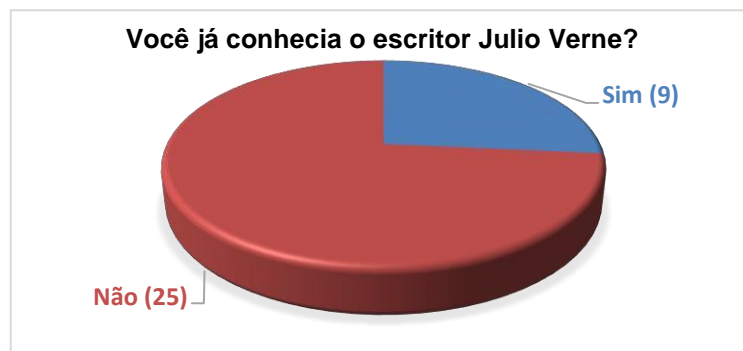
5 Análise de dados

5.1 Dados obtidos antes da aplicação do projeto (pré-teste)

Os dados obtidos a partir do pré-teste aplicado antes de iniciar os trabalhos com o livro paradidático são apresentados abaixo, cada questão individualmente. Estes dados serviram como base para a elaboração das estratégias da intervenção didática, mediante a leitura do livro *Da Terra à Lua*.

Na primeira questão respondida pelos estudantes é possível perceber, conforme apresentado no Gráfico 1, que a grande maioria da turma (cerca de 73,5%) não conhecia Júlio Verne. Isso demonstra que temos um autor pouco divulgado e que foram deixados de lado importantes obras de ficção científica durante a escolha dos livros paradidáticos na escola em questão. Os professores que adotam livros paradidáticos se restringem aos da área de Linguagens e Códigos. Portanto, a primeira intervenção consistiu em apresentar à turma o autor e a obra que seria trabalhada, bem como alguns elementos importantes contidos no livro acerca da Física do século XIX, tais como: viagem espacial, conceitos astronômicos, etc.

Gráfico 1: Pré- teste - Questão 1



Em complementação a esse resultado, observa-se nas respostas à questão 2, mostradas no gráfico 2, que entre os nove estudantes que já conheciam Júlio Verne, apenas dois (6% da turma) já leram alguma obra do autor. Então, além da pouca divulgação do autor, percebe-se um baixo índice de leitura de suas obras.

Gráfico 2: Pré- teste - Questão 2

A problemática identificada nessas questões poderá ser resolvida com a aplicação deste trabalho de leitura do livro *Da Terra à Lua* como paradidático em qualquer série do Ensino Médio. Além disso, essa aplicação poderá gerar grande interesse do público por obras de ficção científica não só de Júlio Verne como de outros autores.

Na questão 3 se buscou identificar o que os estudantes traziam de conhecimento prévio acerca da temática central do livro, a viagem espacial:

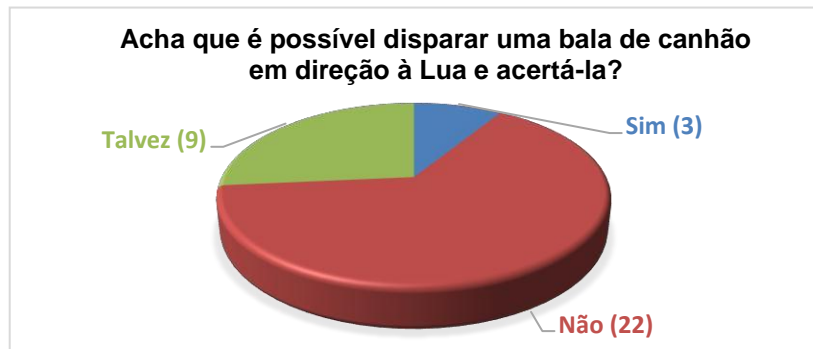
Gráfico 3: Pré-teste - Questão 3

No Gráfico 3 pode-se ver que o resultado, um pouco equilibrado (quase 56% da turma afirma ter conhecimento do processo de lançamentos de foguetes), mostra que a temática ainda não está sendo satisfatoriamente abordada na escola. Trata-se de uma importante área do desenvolvimento tecnológico e com amplas aplicações de conceitos de física e química, dentre outras. Quando se aborda, por exemplo, as Leis de Newton e a Gravitação seria importante falar das aplicações destes assuntos

no desenvolvimento da exploração espacial. Não faltam materiais que podem ser utilizados para ilustrar essas aplicações, principalmente vídeos e imagens. Esta abordagem foi feita com a turma mostrando como são feitos esses lançamentos, principalmente durante a Corrida Espacial. Também foi mostrado aos estudantes um pouco da história dos foguetes, desde as primeiras tentativas de Robert Goddard até aos atuais lançamentos dos foguetes russos Soyuz.

A questão 4 prepara o estudante para o que ele irá encontrar no livro adotado: a possibilidade de arremessar um objeto em direção à Lua. Embora isso seja uma especulação do autor, trata-se de abordar os elementos físicos envolvidos na história.

Gráfico 4: Pré- teste - Questão 4



Conforme mostrado no Gráfico 4, para quase 65% da turma seria impossível arremessar uma bala de canhão e acertar a Lua. O livro afirma que, pelo menos em teoria isso seria possível: “A possibilidade teórica da experiência é absolutamente comprovada; quanto ao seu êxito, depende unicamente da potência do engenho empregado” (VERNE, 1995). O autor trata o envio de um projétil à Lua como simplesmente um lançamento vertical para cima, utilizando um canhão enterrado no solo e apontado diretamente para o zênite, com uma trajetória retilínea até o final. Deve-se, portanto, fazer as devidas observações quanto ao lançamento real de foguetes ao espaço, onde as trajetórias são traçadas de modo a aproveitar a órbita da Terra como impulso para um ganho de velocidade. Foram tratados também os conceitos de lançamento vertical para cima e seus principais elementos. O uso da pólvora no processo foi o ponto inicial para se discutir a aceleração à qual os tripulantes do projétil seriam submetidos e a respeito.

A quinta questão aborda algo bem complexo, os efeitos da aceleração no organismo humano. Buscou-se identificar o que os estudantes pensavam sobre submeter o corpo de uma pessoa a altos valores de aceleração, afinal no livro *Da Terra à Lua* os tripulantes do projétil são impulsionados por uma força gigantesca, com a qual nem poderiam ter sobrevivido.

Gráfico 5: Pré- teste - Questão 5



Embora não se tenha especificado o quão alto seriam esses valores vemos no Gráfico 5 que quase 30% da turma acha impossível sobreviver, enquanto cerca de 23% acha possível. Nesse ponto é importante tratar com os estudantes os diversos efeitos da aceleração no organismo, como por exemplo: Visão turva, devido o fluxo reduzido de sangue nos olhos; perda completa da visão, por conta de uma redução no fornecimento de oxigênio para as células sensíveis à luz da retina; Perda de consciência, quando o fluxo sanguíneo para o cérebro é reduzido a um nível crítico.⁸ Aproveita-se para discutir quais os limites aos quais o corpo humano pode ser submetido sem gerar problemas graves. Na intervenção didática foram exibidas cenas de aceleração e seus efeitos em testes e simulações de força G em pilotos. Foi solicitado a eles que fizessem pesquisas acerca desses efeitos fisiológicos nos processos de lançamento ao espaço.

A questão 6 já começa a tratar das missões à Lua, principalmente as missões Apollo. Sem ainda abordar maiores detalhes, percebe-se, de acordo o resultado mostrado no Gráfico 6 que pouco mais de 50% da turma tem conhecimento de como ocorreram essas missões. Esse é um assunto importante, principalmente levando em consideração que Júlio Verne escreveu uma história fictícia de viagem à Lua

⁸ Fonte: <<https://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/media/Acceleration.pdf>>

quase cem anos antes delas acontecerem e com diversas semelhanças com as missões reais.

Gráfico 6: Pré- teste - Questão 6



O resultado mostrado no Gráfico 7 deixa claro que há pouca dúvida em relação à realização ao sucesso das missões promovidas pelos EUA. Seja por desinformação ou mesmo incredulidade, apenas 14,7% da turma não acredita que os EUA tiveram sucesso nas missões Apollo, realizadas entre o final da década de 1960 e o início da de 1970 e que levaram doze homens a pisar na Lua e voltar em segurança. Mesmo com tantas provas do sucesso das missões Apollo, alguns alunos da turma tentavam argumentar que os americanos jamais teriam pisado na Lua, o que nos levou a discussões acerca do assunto, apresentando elementos importantes deste feito: material lunar trazido para análises na Terra; espelho retrorefletor deixado na superfície da Lua, ao qual é possível apontar um laser potente e detectar seu retorno.

Gráfico 7: Pré- teste - Questão 7



Pode-se aqui fazer um paralelo entre a história do livro de Júlio Verne e as missões Apollo, abordando as semelhanças, bem como as grandes diferenças tecnológicas entre a história do livro e os fatos que se desenrolaram na prática. É importante destacar os elementos científicos envolvidos nessas missões espaciais e como é possível ter certeza de que elas realmente ocorreram.

Na questão 8 os estudantes foram questionados acerca dos aspectos físicos e químicos envolvidos no lançamento de foguetes ao espaço. Esses aspectos envolvem o uso de propelentes químicos para a propulsão do foguete, cálculos envolvendo massa e velocidade (conforme discutido no capítulo 5 desta Dissertação). Embora não se tenha entrado nesses detalhes na questão apresentada, eles foram tratados nas aulas com os estudantes.

No Gráfico 8 é possível perceber que apenas 29% da turma tem, ou pelo menos afirmam ter, conhecimento desses aspectos. Vale lembrar que esses detalhes podem ser perfeitamente encaixados nos conteúdos de Física e Química do Ensino Médio. Portanto, o resultado dessa questão é preocupante e serviu como base para uma boa abordagem sobre o assunto durante a aplicação do projeto, tendo sido reservado uma aula especificamente para isso, mostrando como os foguetes atuais funcionam, principalmente os Ônibus Espaciais, apesar de já terem sido aposentados.

Gráfico 8: Pré- teste - Questão 8



Semelhante à questão anterior, a 9 trata da abordagem do tema “exploração espacial” nas aulas regulares. Conforme se pode ver no Gráfico 9, ficou claro que o tema tem sido abordado, mas não detalhado. Podem ter sido feitas discussões ou comentários durante a Educação Básica, mas não se aprofundou nos aspectos científicos. A exploração espacial poderá ser bem estudada com a turma,

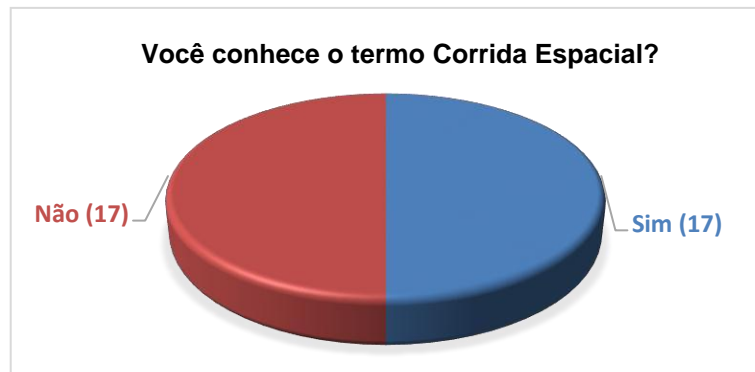
principalmente a partir da perspectiva do livro *Da Terra à Lua*. Considerando esse livro como um dos precursores da exploração do espaço, Júlio Verne levou ao público em geral a possibilidade de sair do planeta e conhecer novos mundos.

Gráfico 9: Pré- teste - Questão 9



A última questão foi sobre o conhecimento dos estudantes acerca da Corrida Espacial e o resultado foi o mais equilibrado de todos, conforme mostra o Gráfico 10.

Gráfico 10: Pré-teste - Questão 10



Nesta temática, além de responder sim ou não, foi solicitado que, no caso de a resposta ser sim, explicassem com suas palavras o que tinha sido essa Corrida Espacial. As respostas dadas por eles foram:

Figura 3: Corrida Espacial - Resposta 1

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Se uma disputa entre a URSS e os EUA para ver qual deles estava mais avançado em tecnologia para explorar a lua.

Figura 4: Corrida Espacial - Resposta 2

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Sim. Foi a disputa entre a União Soviética e os Estados Unidos Pela supremacia na exploração do espaço espacial

Figura 5: Corrida Espacial - Resposta 3

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Muitas potências mundiais na época queriam explorar o espaço para maximizar o status e poder, no caso o E.U.A

Figura 6: Corrida Espacial - Resposta 4

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Foi a corrida entre a União Soviética e os Estados Unidos para ver quem conseguiria ~~o primeiro~~ o primeiro para sua ~~nação~~ ^{nação}

Figura 7: Corrida Espacial - Resposta 5

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Corrida espacial foi o nome dado a uma espécie de disputa entre Estados Unidos e União Soviética sobre quem mandaria primeiro um homem à lua, ocorrida nos anos 60 e 70.

Figura 8: Corrida Espacial - Resposta 6

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Corrida Espacial foi o nome dado a uma viagem ao espaço.

Figura 9: Corrida Espacial - Resposta 7

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

A Corrida Espacial foi uma disputa entre os Estados Unidos e a União Soviética, em que ambas disputavam quem ia mais longe no espaço, quem obtinha mais conquistas e quem chegava primeiro em lugares distantes no espaço.

Figura 10: Corrida Espacial - Resposta 8

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

A corrida espacial foi um período durante a guerra fria em que Estados Unidos e a União Soviética estavam disputando a supremacia mundial, e com isso começou uma corrida entre eles para ver quem conseguia mandar primeiro o homem à lua.

Figura 11: Corrida Espacial - Resposta 9

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

É a disputa entre o Estados Unidos e a Rússia pra ver quem chegasse primeiro à lua.

Figura 12: Corrida Espacial - Resposta 10

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Foi o acontecimento que a União Soviética e os Estados Unidos da América com a guerra fria começaram a lançar mísseis e foguetes para fora da Terra, espaço.

Figura 13: Corrida Espacial - Resposta 11

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Foi a corrida de quem conseguia chegar primeiro à lua, a União Soviética ou os Estados Unidos. Disputavam em tecnologia e inteligência, às vezes chegavam até a sabotar o rival na corrida espacial.

Figura 14: Corrida Espacial - Resposta 12

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Foi uma "competição" entre Estados Unidos e Alemanha na corrida espacial mundial. O objetivo era ver quem a superpotência de dois países que primeiro conseguisse chegar à lua.

Figura 15: Corrida Espacial - Resposta 13

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Foi tipo um competição de quem chegava primeiro à lua, e quem mandou primeiro foi os EUA.

Figura 16: Corrida Espacial - Resposta 14

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Foi a disputa dada entre URSS e EUA para ver quem levava um homem a lua primeiro nos anos de 1960 a 1970.

Figura 17: Corrida Espacial - Resposta 15

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

É uma disputa entre a União Soviética e Estado Unidos para qual iria levar o homem ao espaço primeiro.

Figura 18: Corrida Espacial - Resposta 16

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Ocorreu durante a Guerra Fria entre EUA e anteriormente chamado URSS, uma "bratolha" de poderes científicos, para quem lançasse primeiro um foguete à lua.

Figura 19: Corrida Espacial - Resposta 17

Em caso afirmativo na questão 10, explique com suas palavras o que foi a Corrida Espacial...

Durante a Guerra Fria, as duas maiores potências mundiais estavam em grandes disputas, e uma delas era o lançamento de mísseis, foguetes e satélites em órbita e posteriormente

Pelas respostas subjetivas apresentadas pelos alunos é possível identificar que em treze delas (74,5% dos estudantes) a Corrida espacial é mencionada como um acontecimento travado entre EUA e URSS e em onze respostas (64,7% dos estudantes) a Lua é mencionada como objetivo maior.

Baseado nesse pré-teste foram traçadas estratégias para melhor aplicação deste projeto, de modo a divulgar melhor as obras do autor, a compreensão dos fenômenos envolvidos na história, a divulgação dos avanços tecnológicos na área da exploração espacial, bem como as devidas abordagens interdisciplinares e parceria com os professores das outras disciplinas envolvidas. Essas estratégias consistiram em: promover um amplo acesso dos estudantes ao livro; conversa com os professores das disciplinas relacionadas para que, na medida do possível, fizessem as devidas abordagens durante suas aulas; apresentações multimídias acerca dos elementos históricos e geográficos abordados no livro; divulgação dos avanços importantes das viagens espaciais; divulgação de outras obras de Júlio

Verne, como por exemplo, Vinte Mil Léguas Submarinas e Viagem ao Centro da Terra.

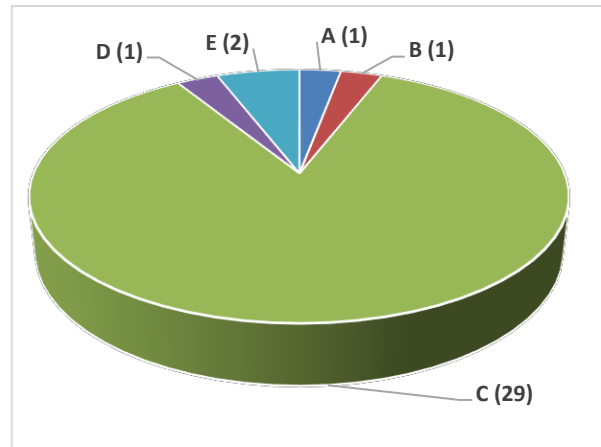
5.2 Resultados da Pesquisa

A avaliação da aplicação do projeto foi realizada com 5 questões de múltipla escolha, inseridas na Avaliação Trimestral de Física da escola, juntamente com as demais questões que faziam parte do conteúdo regular ministrado nas outras aulas.

Logo na primeira questão, como mostra o Gráfico 11, foi possível identificar que a grande maioria dos estudantes (85,3%) leu o livro, ou pelo menos acompanhou as aulas e as discussões sobre a história e conseguiu assimilar a informações do processo apresentado por Júlio Verne para lançar um objeto à Lua.

Quadro 3: Teste – Questão 1

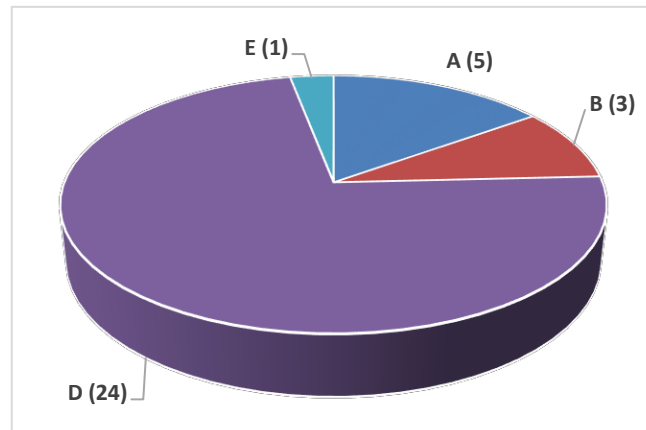
QUESTÃO 1
<p>O livro <i>Da Terra à Lua</i>, escrito por Júlio Verne, narra a história fantástica de uma viagem à Lua. O fato, até então, seria impraticável por falta de tecnologia. Mas, o autor encontra uma solução para que a aventura se tornasse possível, pelo menos em sua ficção. Esta solução foi a construção de um:</p> <ul style="list-style-type: none">a) lançador de foguetes, construído nos EUA.b) canhão colocado em um ângulo de 45°, afim de obter o melhor desempenho no lançamento.c) canhão colocado perpendicular ao solo, enterrado e preenchido parcialmente com algodão pólvora.d) foguete espacial, nos moldes dos foguetes russos.e) vagão de trem, capaz de ser lançado ao espaço.

Gráfico 11: Teste – Resultados da Questão 1

Já na segunda questão, de acordo com o Gráfico 12, o índice de acerto foi um pouco menor. Pode-se concluir que cerca de 73% dos estudantes identificaram o contexto histórico em que o enredo foi desenvolvido. Aqui pode-se perceber o resultado da intervenção, no sentido de ampliar o conhecimento histórico, principalmente no aspecto do contexto apresentado pelo livro e levando em consideração que isso foi tratado como assunto interdisciplinar. Nessa questão, um aluno não marcou opção alguma.

Quadro 4: Teste – Questão 2

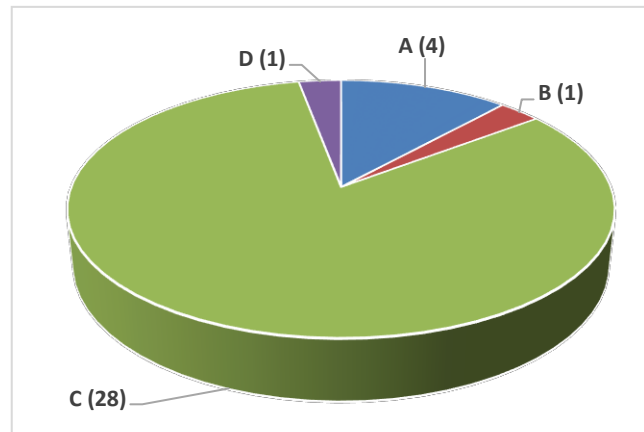
QUESTÃO 2
<p>O “Gun Club” (Clube do Canhão) é um clube remanescente de qual evento histórico:</p> <p>a) 2ª Guerra Mundial b) 1ª Guerra Mundial c) Guerra dos 100 dias d) Guerra de Secessão e) Guerra nas Estrelas</p>

Gráfico 12: Teste – Resultados da Questão 2

A questão 3 abordou um dos assuntos mais complexo: resgatar dos estudantes o aprendizado adquirido sobre o processo de renovação do oxigênio a bordo do projétil durante a viagem à Lua. Mas, apesar da complexidade os estudantes se saíram bem e mais de 80%, como se pode ver no Gráfico 13, demonstrou ter assimilado o processo.

Quadro 5: Teste – Questão 3

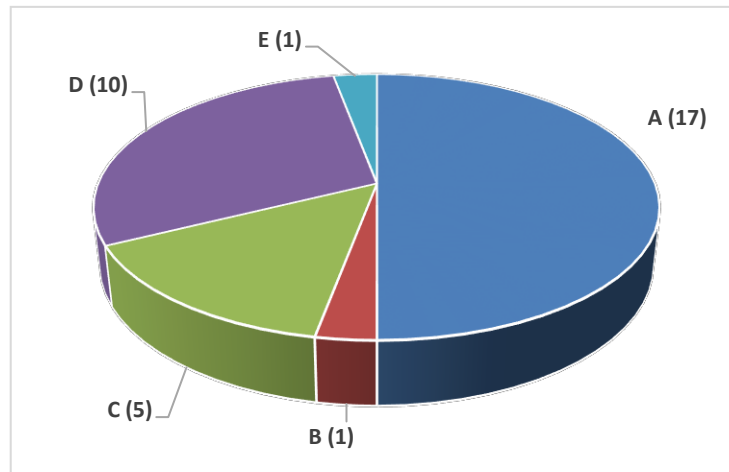
QUESTÃO 3
<p>Durante a viagem à Lua, os tripulantes do projétil deveriam produzir oxigênio e absorver o excesso de gás carbônico. Para isso, foram usados dois processos:</p> <p>a) eletrolise da água e combustão controlada b) fusão nuclear e fotossíntese c) aquecimento de clorato de potássio para produzir O_2 e exposição de potassa cáustica para absorver CO_2 d) fusão nuclear e eletrólise da água e) n.d.a.</p>

Gráfico 13: Teste – Resultados da Questão 3

A quarta questão, detalhada no Gráfico 14, compara a história do livro com as missões Apollo. O índice de acerto foi o menor das cinco questões: 50% da turma marcou a opção correta. Uma provável explicação seria a quantidade de elementos de comparação envolvida em cada item, que pode ter confundido os estudantes na hora de marcar alguma opção.

Quadro 6: Teste – Questão 4

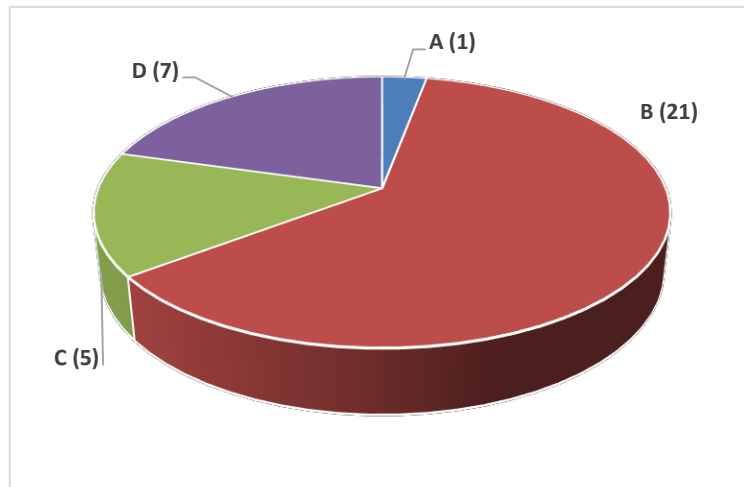
QUESTÃO 4
<p>A história, apesar de fictícia, contém vários elementos em comum com as missões Apollo executadas pela NASA cerca de 100 anos após o livro ter sido publicado, dentre eles:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) local de lançamento, número de tripulantes, local de pouso na Terra b) nomes dos tripulantes, local de pouso da Lua e formato do foguete c) país envolvido, formato do foguete e dias de viagem d) local de lançamento, local de pouso na Lua e local de pouso na Terra e) roupas usadas pelos tripulantes, dias de viagem e local de pouso na Lua

Gráfico 14: Teste – Resultados da Questão 4

A questão 5 avalia a assimilação dos principais conceitos físicos envolvidos no livro: as Leis de Newton. Dentre as opções, como se pode ver no Gráfico 15, havia algumas que não eram conhecidas na época em que o livro fora escrito, como por exemplo, a Teoria da Relatividade. Porém, cerca de 15% da turma marcou essa opção, mesmo com todas as aulas e discussões tratando apenas das Leis de Newton e suas aplicações na história. Em outro item marcado incorretamente, cerca de 20% assinalou “Física Atômica” como a responsável pelo processo de lançamento do projétil à Lua, apesar desse assunto nem ter sido tratado durante o processo.

Quadro 7: Teste – Questão 5

QUESTÃO 5
<p>Mesmo sem ter meios de transporte adequados na época, Júlio Verne consegue descrever uma viagem à Lua, pois contava com o conhecimento necessário para isso. No contexto do final do século XIX já se tinha as bases teóricas para poder lançar objetos ao espaço, apesar de não haver tecnologia disponível para isso. Essas bases teóricas eram graças à:</p> <p>a) Química Molecular b) Física, principalmente as Leis de Newton c) Teoria da Relatividade de Einstein d) Física Atômica e) Biologia Darwinista</p>

Gráfico 15: Teste – Resultados da Questão 5

Esse teste foi aplicado cerca de três semanas após o encerramento das atividades envolvendo o livro. De forma geral, percebe-se que a grande maioria dos estudantes recebeu bem as informações e as assimilou de forma duradoura.

Conforme mostrado nos resultados da avaliação através dos cinco gráficos, os conteúdos abordados com a turma tiveram boa assimilação e mesmo após três semanas do fim das aulas com o livro, eles conseguiram responder as cinco questões referente aos temas trabalhados de modo satisfatório.

Em relação à receptividade dos estudantes, o projeto foi bem aceito e foi despertando cada vez mais interesse à medida que a história ia avançando e provocando neles a curiosidade em vários aspectos que iam sendo trabalhados. Os temas interdisciplinares ajudaram no desenvolvimento e se consegui envolver bem as disciplinas de História, Geografia e Química, como também a Astronomia, que apesar de não ser uma disciplina da matriz curricular, pôde ser bem abordada durante praticamente todas as aulas.

A maior dificuldade encontrada durante a aplicação da Sequência Didática foi levar o livro a todos os estudantes. Como havia apenas dois exemplares disponíveis na escola, eles tiveram que ler o livro em uma semana e repassar para outro estudante. O exemplar em PDF disponível para *download* gratuito ajudou bastante e vários alunos baixaram para ler através de aparelhos eletrônicos ou cópias impressas. Mesmo assim, alguns alunos demoraram um pouco para iniciar a leitura, porém até o final do processo todos já tinham lido o livro integralmente.

Por fim, pode-se melhorar os resultados em futuras aplicações ampliando a forma de aquisição do livro, providenciando um exemplar a cada estudante antes

mesmo de iniciar o projeto. A página que disponibiliza a versão digitalizada do livro *Da Terra à Lua* para *download* permite que sejam impressos, desde que não haja comercialização do material. E no caso de disponibilização em outros meios eletrônicos é necessário apenas com autorização da editora. Vale reforçar que a parceria com os professores das disciplinas envolvidas nos temas interdisciplinares é imprescindível, cabendo ao professor, além de falar previamente com esses outros professores, empreender pesquisas pessoais afim de estar devidamente informados dessas temáticas.

6 O Produto Educacional – Sequência Didática

6.1 O uso da Sequência Didática

Como resultado da aplicação deste projeto de leitura e abordagem de conceitos físicos através da leitura de um livro paradidático, disponibiliza-se um Produto Educacional na forma de Sequência Didática com todos os passos para que qualquer professor possa aplicá-lo em sua escola.

Embora seja parecida com um Plano de Aula, uma Sequência Didática vai além e envolve diversas propostas e estratégias para aplicação um projeto educacional ou intervenção didática, como é o caso deste trabalho. Aqui não bastará ao professor seguir os passos, como em uma receita, mas envolver-se com a história previamente, contatar outros professores, fazer novas pesquisas e até adaptar à sua realidade.

Para Zabala (1998), a Sequência Didática é um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Por serem etapas bem articuladas é importante que o professor se certifique de que em cada aula a turma adquira os conhecimentos necessários para passar à etapa seguinte.

Antes de qualquer coisa, é preciso analisar como a sequência se encaixa na carga horária da disciplina na escola em que será aplicada e como ela vai se relacionar com o andamento da disciplina. Se, por exemplo, a disciplina tem duas aulas por semana será preciso separar pelo menos uma, tendo em mente o impacto que este projeto terá no desenvolvimento dos conteúdos já programados para o ano.

Para que esta Sequência Didática seja melhor aplicada, é seguir estes 4 passos:

1º Passo – Sondagem: Momento em que o professor faz um levantamento dos conhecimentos prévios do público alvo e a partir disso consegue traçar as estratégias necessárias para que os conhecimentos a serem trabalhados com os estudantes sejam aproveitados de modo mais eficiente;

2º Passo – Apresentação do Projeto: A partir dos conhecimentos prévios já sondados e de posse do material a ser utilizado (livro paradidático, neste caso) o professor apresenta à turma o projeto a ser trabalhado;

3º Passo – Desenvolvimento: Aplicação da sequência de aulas, seguindo os aspectos apresentados e adequando-os, quando necessário, aos conhecimentos prévios de cada turma, tendo em vista as particularidades de cada uma delas. Caberá ao professor as devidas preparações, bem como adaptações à sua realidade;

4º Passo – Avaliação: Avaliar a aprendizagem alcançada pelos estudantes é de extrema importância, afinal permite que o professor analise a eficácia de sua intervenção pedagógica e, com isso, possa melhorar cada vez mais seu trabalho em futuras aplicações. Uma sugestão de avaliação está contida no final desta Sequência.

Porém, não bastará ao professor apenas seguir os passos, como em uma receita, mas principalmente envolver-se com a história previamente, contatar outros professores, fazer novas pesquisas, como também adaptar a sequência à sua realidade. A proposta de Sequência de Didática apresentada aqui inclui outros tópicos além dos que já foram desenvolvidos nesta Dissertação.

6.2 Sequência Didática para o livro *Da Terra à Lua & Ao Redor da Lua*

O roteiro proposto visa a leitura e discussão do livro *Da Terra à Lua* de forma gradual. A cada semana é feita uma abordagem diferente, mas antes uma discussão acerca do que foi encaminhado na aula anterior.

Quadro 8: Etapas do desenvolvimento da sequência didática

Sequência Didática – <i>Da Terra à Lua & Ao Redor da Lua</i>		
	Tema	Objetivo
Aula 0	Pré-teste e Introdução	Verificar os conhecimentos prévios (subsunçores) dos estudantes mediante aplicação de um pré-teste. Apresentar o livro <i>Da Terra à Lua e Ao Redor da Lua</i> como paradidático a ser estudado nas próximas aulas, mostrando as diferentes formas de aquisição
Aula 1	Interdisciplinaridade: História e Geografia	Envolver a disciplina de História no estudo da Física do livro paradidático, analisando o contexto histórico em que a obra foi escrita. Envolver a disciplina de Geografia no estudo da Física do livro paradidático, analisando o contexto geográfico do livro na questão a escolha do local de lançamento do projétil rumo à Lua.
Aula 2	Interdisciplinaridade: Astronomia	Abordar tópicos de astronomia relacionados no livro, tais como órbita, velocidade de escape, telescópio e foguetes, complementando os tópicos de Física já estudados na Mecânica Clássica.
Aula 3	Interdisciplinaridade: Química	Compreender os processos químicos envolvidos na produção de oxigênio em um ambiente selado, bem como a retirada do excesso de gás carbônico.
Aula 4	Conceitos de Física – parte 1	Estudar os primeiros conceitos físicos presentes no livro, tais como: unidades de medida e cálculo da velocidade de escape.
Aula 5	Conceitos de Física – parte 2	Abordar conceitos físicos existentes no livro, tais como: Lançamento vertical para cima; movimento de projéteis, órbita, força gravitacional.
Aula 6	Conceitos de Física – parte 3	Discutir com os estudantes conceitos físicos existentes no livro, tais como: Efeitos da aceleração sobre o organismo; “gravidade zero”.

É de grande importância que o professor providencie maneiras de aquisição do livro, incentive os estudantes a adquiri-lo e acompanhe a turma a fim de verificar se todos estão acompanhando o processo de leitura e compreensão do texto.

Vale lembrar que o objetivo maior não consiste em simplesmente averiguar o quanto os alunos leram ou não, mas promover uma ampla abordagem de conceitos de Física encontrados nesses livros e, conseqüentemente um interesse maior pela leitura, principalmente pela literatura de ficção científica.

6.2.1 Aula 0: Pré-teste e Introdução

Neste primeiro momento o professor propõe aos alunos um pré-teste com o objetivo de verificar seus conhecimentos prévios, antes que o projeto de leitura seja aplicado. Poderá desde já anunciar a temática central do trabalho (viagem espacial), o livro e o autor. O teste pode ser o mesmo utilizado neste trabalho, apresentado na sessão 4.4.

Após a aplicação do pré-teste, o professor apresenta o livro a ser trabalhado (*Da Terra à Lua e Ao Redor da Lua*), que em alguns casos é vendido separadamente, afinal foram escritos separados. Deve motivar os estudantes a ler o livro pela importância da prática da leitura, mas principalmente pelo envolvimento que eles podem ter ao entrar em contato com uma obra de ficção científica do século XIX. Como parte motivacional apresenta à turma os principais elementos que serão encontrados no livro: interdisciplinaridade com história, geografia e química; viagens espaciais; astronomia; conceitos de física clássica, etc.

Já que o livro apresenta a viagem à Lua através de um projétil lançado a partir de um canhão, utilizando pólvora, convém citar as referências mais antigas a fogos de artifício e armas militares que usavam os princípios básicos do funcionamento de um foguete, como combustível sólido a base de pólvora, que são da China do século XIII (figura 20).

Figura 20: Prim eiros foguetes da história .



Disponível em: <https://fisicadefoguetes.wordpress.com/>

Um personagem importante nessa história é Robert Goddard (figura 21), um físico experimental, que pode ser considerado o pai dos foguetes modernos. Goddard colocou em prática a ideia de usar combustível líquido para propulsão de foguetes, desenvolvida anteriormente por Konstantin Tsiolkovsky (1857-1935), conforme já apresentado no capítulo 3 desta Dissertação, a qual poderá ser utilizada nesta aula introdutória.

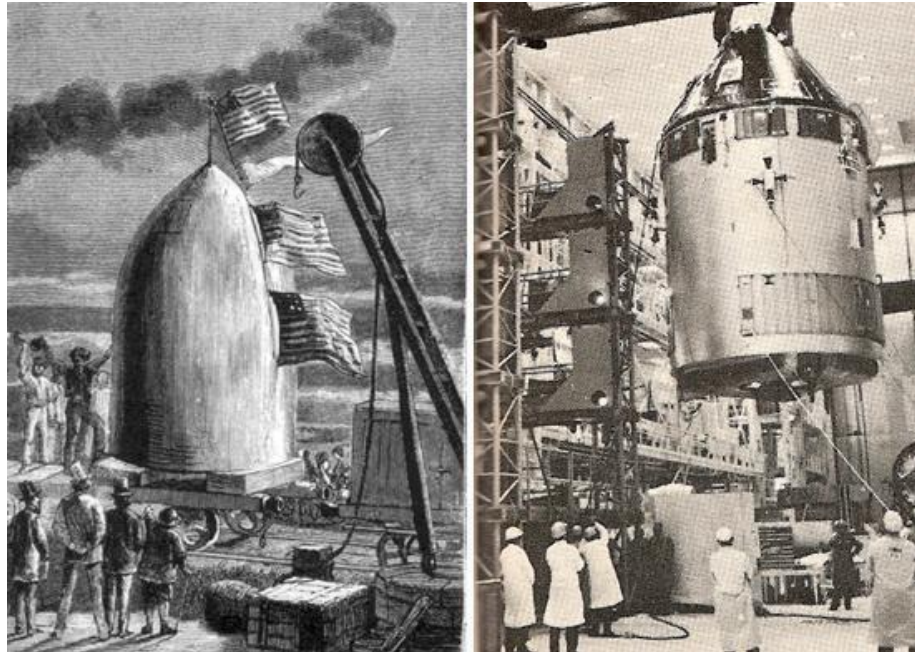
Figura 21: Goddard e o seu prim eiro foguete de com bustível líquido



Fonte: <http://www.cdcc.usp.br/cda/sessao-astronomia/seculoxx/textos/foguetes-e-satelites.html>

Outro aspecto importante e que já pode ser citado é a respeito de algumas semelhanças entre a história do livro e as missões Apollo, como por exemplo a semelhança entre o projétil de Júlio Verne e o módulo lunar do projeto Apollo. (Conforme a figura 22)

Figura 22: Com paração entre o projé til de Júlio Verne e o m ódulo lunar da NASA.



Fonte: <https://goo.gl/PcRmAJ>.

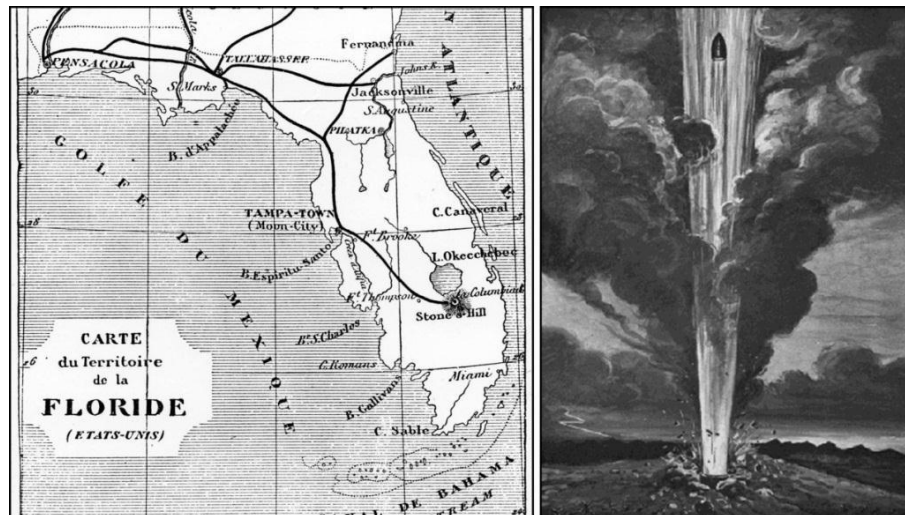
6.2.2 Aula 1: Interdisciplinaridade – História e Geografia

Os primeiros assuntos interdisciplinares a serem abordado pelo livro se referem à História e à Geografia. Tudo começa com o fim da Guerra de Secessão, uma guerra civil travada entre 1861 e 1865 nos Estados Unidos. O livro começa justamente citando esse evento: “Durante a Guerra de Secessão dos Estados Unidos, um novo clube muito influente fundou-se na Cidade de Baltimore”. O clube a que o livro se refere é o *Gun Club* (Clube do Canhão), que é um importante elemento para o desenrolar da história. Portanto, o professor deverá tomar conhecimento deste importante evento histórico, seja lendo, pesquisando e até mesmo conversando com o professor de História da escola.

A questão geográfica é abordada em no contexto do local de lançamento escolhido na história do livro (figura 7), conforme aparece no capítulo 6: “Nas circunstancias atuais, somos obrigados a escolher um local muito próximo do equador, para que a experiência se faça em boas condições...”. Embora o livro não entre em detalhes do ponto de vista da rotação da Terra, ele menciona apenas o fator posição da Lua no zênite:

Segundo as recomendações do observatório de Cambridge, devia o tiro ser dirigido perpendicularmente ao plano do horizonte, isto é, para o zênite; e visto como a Lua não chega ao zênite senão dos lugares terrestres situados entre 0° e 28° de latitude, ou, por outras palavras, como a declinação lunar máxima é apenas de 28° , estava o problema reduzido a determinar exatamente o ponto do globo onde deveria ser fundida o imenso Columbiad. (*Da Terra à Lua*, p. 91)

Figura 23: Local de lançamento (Flórida) e detonação.

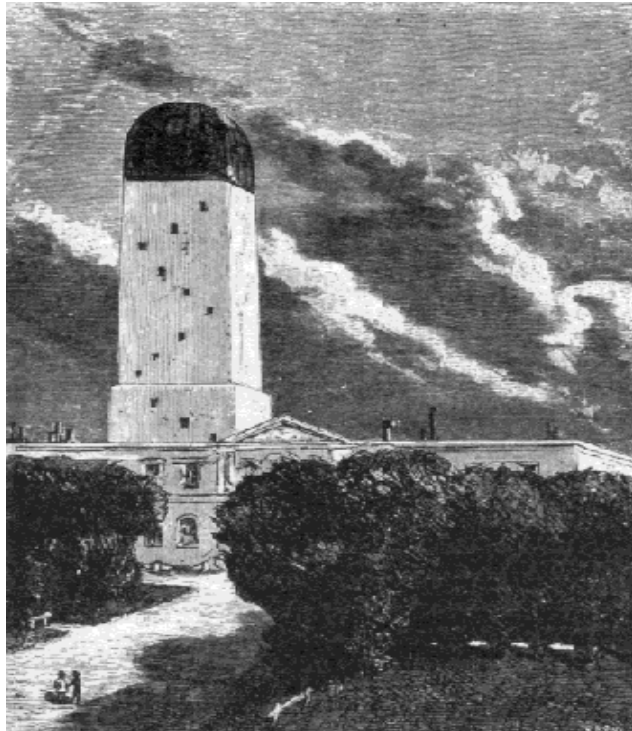


Fonte: *Da Terra à Lua*, pp. 94 e 220.

6.2.3 Aula 2: Interdisciplinaridade – Astronomia

Nesta aula serão abordados temas básicos relacionados à astronomia: órbita, velocidade de escape, e telescópios. É importante que o professor prepare o material ilustrativo ou até vídeos e animações de modo a favorecer a compreensão dos estudantes. No capítulo 24, é relatada a construção de um telescópio especialmente para observação da Lua, de modo que fosse possível a visualização de um objeto de 2,75 metros de largura. Neste capítulo se dá uma rápida explicação sobre o funcionamento e a diferença entre telescópios refratores e refletores. Além disso, dá detalhes técnicos de como irão construir um telescópio capaz de possibilitar enxergar o objeto que seria lançado à Lua. Levando em consideração os questionamentos apresentados no capítulo 4 do livro, pode-se tomá-los como base para iniciar as discussões que envolvem Astronomia: “Redigiu-se por consequência uma nota extremamente precisa, contendo perguntas especiais, que foi dirigida ao observatório de Cambridge, em Massachussetts” (*Da Terra à Lua*, p. 30).

Figura 24: Observatório de Cambridge.



Fonte: *Da Terra à Lua*, p. 38.

Figura 25: Telescópio instalado nas Montanhas Rochosas.



Fonte: *Da Terra à Lua*, p.205.

No capítulo 4 do livro são levantadas questões astronômicas pertinentes à realização do projeto de mandar um objeto à Lua, e que são respondidas no mesmo capítulo. Elas irão nortear as discussões nesta aula. São elas:

- 1) É possível enviar um projétil para a Lua?
- 2) Qual a distância exata que separa a Terra de seu satélite?
- 3) Qual seria a duração do trajeto do projétil, ao qual seria imprimida uma velocidade inicial suficiente e, conseqüentemente, em que momento deveríamos lança-lo para que encontrasse a Lua nesse ponto determinado?
- 4) Em que momento preciso a Lua estaria na posição mais favorável para ser alcançada pelo projétil?
- 5) Que ponto do céu deveria ser visado com o canhão destinado a lançar o projétil?
- 6) Em que lugar a Lua estaria no céu no momento do lançamento do projétil?

Como o próprio livro já traz as respostas para essas perguntas, o professor poderá usá-las em sala para discussões com a turma. Poderá até dividir a turma em grupos e distribuir as questões para discussões e cálculos acerca do que o autor propõe como solução para o desafio de enviar um projétil à Lua.

6.2.4 Aula 3: Interdisciplinaridade – Química

Um dos momentos cruciais na jornada dos três personagens principais dessa história rumo à Lua é solucionar o problema do ar a bordo do projétil, afinal o oxigênio será consumido e o ambiente ficará saturado de gás carbônico. Esse problema é solucionado através de dois processos químicos: aquecimento de clorato de potássio para produzir O_2 e exposição de potassa cáustica para absorver CO_2 . Sabe-se que Júlio Verne tinha grandes conhecimentos de Física e Química na época em que escreveu seus livros e este processo é apresentado por ele como solução para criar um ambiente seguro e respirável aos tripulantes da viagem à Lua. Outro aspecto químico importante é a utilização do “algodão pólvora” como mecanismo para lançar o projétil em direção à Lua. Juntamente com o professor de Química da escola, pode-se construir uma parceria de modo a abordar os detalhes

envolvidos nessas reações químicas. Porém, o professor de Física, tendo conhecimentos de Química poderá também tratá-los em nessa aula.

6.2.6 Aula 5: Conceitos de Física – parte 1

A abordagem dos conceitos de Física no livro *Da Terra à Lua* começa com o estudo das unidades de medida. Júlio Verne se utiliza de várias unidades, algumas delas desconhecidas dos estudantes, como por exemplo a toesa. As principais unidades usadas por Verne são: jarda (que aparece 20 vezes no livro); toesa (17 citações); polegada (7 citações) e a milha (5 citações).

No capítulo 4 a distância Terra-Lua é informada em milhas e léguas. Estando a Lua no seu Apogeu, estaria a cerca de 247.552 milhas, ou 99.640 léguas de 4 quilômetros, segundo o autor. No Perigeu estaria a 218.157 milhas, ou 88.010 léguas. O que daria 398.311 km no Apogeu e 351.014 km no Perigeu. Porém, somente com as devidas transformações é que se percebe uma divergência entre os dados do livro e os que se conhece hoje: 406.720 km (Apogeu) e 356.372 km (Perigeu)⁹.

No planejamento do lançamento do projétil, eles mostram que a velocidade necessária para se deixar a Terra e poder alcançar a Lua deveria ser no mínimo de 12 mil jardas por segundo, o que equivaleria a cerca de 11 km/s (aproximadamente 39.000 km/h). Neste caso, Júlio Verne está tratando a viagem à Lua apenas como um lançamento vertical para cima, de modo a atingir um ponto em que a gravidade da Terra não traria o projétil de volta.

Essa primeira abordagem acerca de unidades de medida ajudará ao estudante a conhecer os mais variados meios de medição, o Sistema Internacional de Medidas (SI) e, se possível um pouco da história de cada unidade. O professor poderá reunir as informações nas mais variadas unidades e trabalhar com os estudantes a história e o significado de cada uma delas, como também os processos de transformação para o SI.

⁹ Fonte: <http://www.zenite.nu/a-superlua/>

Quadro 9: Principais unidades usadas no livro e seus equivalentes no SI.

jarda	91 cm
milha	1.609 m
toesa	1,98 m
polegada	2,52 cm
pé	30,48 cm
libra (EUA)	453 g

6.2.7 Aula 6: Conceitos de Física – parte 2

O grande desafio proposto pelo *Gun Club* é lançar um projétil à Lua, primeiramente oco e sem tripulantes. Porém, no decorrer da história o desafio recebe o incremento de três tripulantes a bordo do projétil, que agora teria um formato cilindro-cônico. Na aula 2 desta sequência didática foram exploradas seis perguntas fundamentais para a execução do projeto, dentre as quais pode-se retomar duas delas para tratar sobre lançamento vertical, órbita e forças gravitacional: Qual a distância exata que separa a Terra de seu satélite? Qual seria a duração do trajeto do projétil, ao qual seria imprimida uma velocidade inicial suficiente e, conseqüentemente, em que momento deveríamos lança-lo para que encontrasse a Lua nesse ponto determinado?

Embora na aula 2 já se tenha discutido a respeito dessas duas questões, elas poderão ser retomadas para que se faça os devidos cálculos a respeito das informações descritas pelo autor.

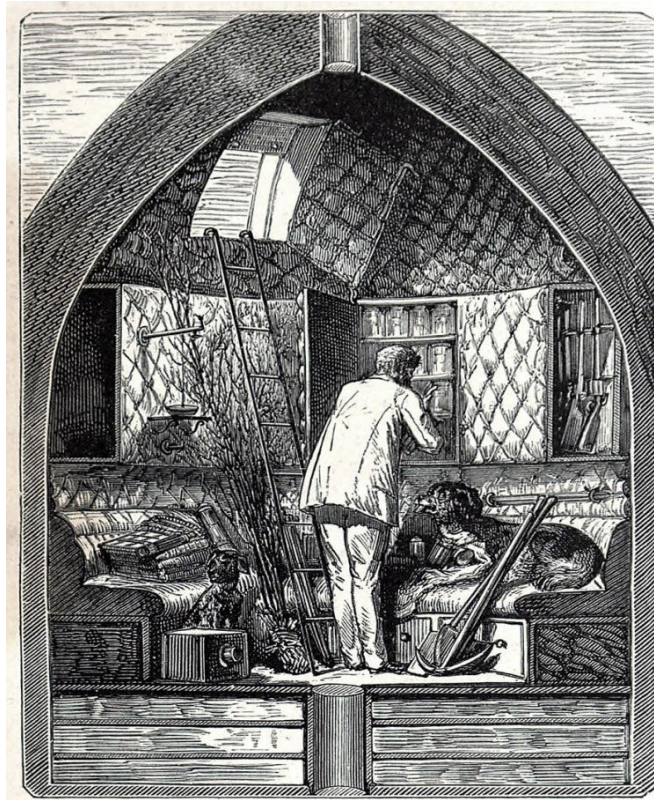
6.2.8 Aula 7: Conceitos de Física – parte 3

Nessa última aula dois temas são abordados: os efeitos da aceleração sobre o organismo e “gravidade zero”. Eles têm grande impacto no desenvolvimento das pesquisas espaciais, portanto, grande relação com os avanços das últimas décadas. No processo de planejamento da viagem à Lua, além de todos os detalhes de lançamento do projétil faltava um detalhe extremamente importante: dispor algum mecanismo que absorvesse o impacto da explosão da pólvora. Em outras palavras, que a aceleração a que os tripulantes fossem submetidos não os matasse. A solução proposta foi:

Barbicane achara, e com razão, que nenhuma mola seria poderosa o suficiente para amortecer o choque e, durante seu famoso passeio pelo bosque de Skersnaw, acabara por resolver a enorme dificuldade de maneira engenhosa. Pensou em recorrer à água da seguinte maneira: três pés do projétil deveriam ser preenchidos por uma camada de água destinada a sustentar um disco de madeira completamente impermeável, que escorregaria roçando as paredes internas do projétil. Os viajantes estariam sobre essa verdadeira jangada. Quanto à massa líquida, seria dividida em compartimentos horizontais, que seriam sucessivamente quebrados pelo choque da partida. Então, cada lençol de água, do mais baixo ao mais alto, correndo pelos tubos de escapamento para a parte superior do projétil, chegaria assim a agir como molas, e o disco, munido de tampões extremamente fortes, só bateria no fundo depois da ruptura sucessiva dos diversos compartimentos. Com certeza os viajantes ainda sentiriam a violência do choque após a massa líquida ter escapado completamente, mas o primeiro choque seria completamente eliminado por esse amortecedor tão potente. (*Da Terra à Lua*, p.193)

O relato acima fica mais compreensível com a ajuda da ilustração (figura 26), que o próprio Júlio Verne disponibiliza em seu livro.

Figura 26: Interior do projétil

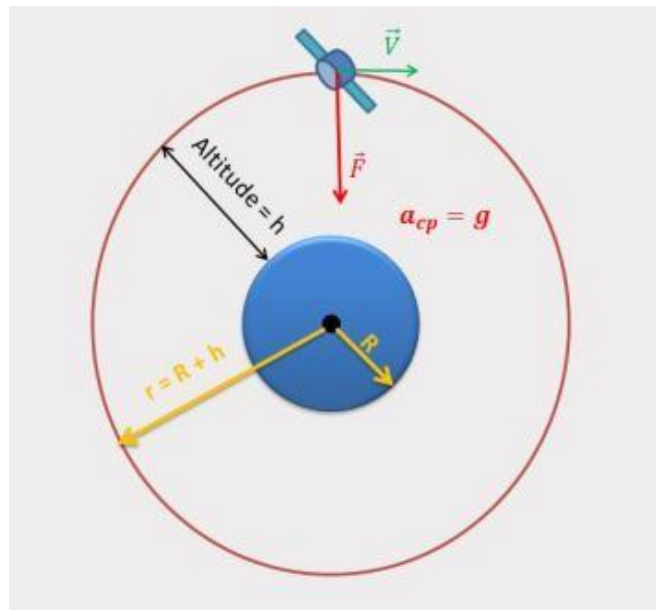


Fonte: *Da Terra à Lua*, p. 210.

Mesmo com toda essa engenhosidade, o que Verne ainda não tinha conhecimento era a respeito dos efeitos de fortes acelerações no organismo humano. Os primeiros testes do tipo só começaram a ser realizados em 1947 com o coronel da Força Aérea dos Estados Unidos, John Paul Stapp, que também era médico e acreditava que um ser humano poderia suportar uma aceleração de 18G¹⁰. Porém, em um de seus testes chegou a experimentar cerca de 46,2 vezes a aceleração da gravidade. Na era espacial, os astronautas eram expostos a 3G durante lançamentos dos Ônibus Espaciais, enquanto que nos lançamentos de foguetes do Projeto Mercury eram submetidos a 8G e no Saturno V eram 5G.

Outro aspecto importante é a microgravidade, que muitas vezes é confundida com ausência de gravidade. Essa discussão pode ser feita através de vídeos da Estação Espacial Internacional (ISS) e detalhar as forças envolvidas numa situação de corpos em órbita (figura 27).

Figura 27: Forças atuantes em um movimento orbital



Fonte: <https://rizzofisico.files.wordpress.com/2012/07/orbita-acpg.jpg?w=358&h=331>

¹⁰ Cada “G” equivale a aceleração de 9,8 m/s²

7 Considerações finais e perspectivas

Trabalhar conceitos da Física através de um livro paradidático não é uma prática comum, mas mostrou ser uma ferramenta simples, acessível e capaz de gerar grandes resultados no aspecto da leitura e abordagem de elementos científicos em sala de aula. Além de trabalhar os conteúdos programados utilizando livros didáticos, pode-se fazer uma boa complementação através de livros paradidáticos.

Aqui se usou o livro *Da Terra à Lua*, de Júlio Verne. Mas, obviamente pode-se usar vários outros livros do mesmo autor ou de outros. O gênero ficção científica ajudará a abordar diversos conceitos científicos com estudantes do Ensino Fundamental e Médio, podendo até expandir essa abordagem para temas interdisciplinares. Além de Júlio Verne, destacam-se também as obras de Arthur Charles Clarke, Herbert George Wells, Isaac Asimov, Philip Kindred Dick.

De modo geral, pode-se avaliar como muito satisfatórios os resultados alcançados com este trabalho. Os estudantes envolvidos tiveram contato com uma obra de ficção científica escrita no século XIX e com conceitos científicos da época. Puderam perceber como o autor conseguiu envolver diversos assuntos em uma só história. Adquiriram conhecimentos acerca da exploração espacial a partir da perspectiva de uma obra literária e ainda expandiram aquilo que já traziam como conhecimentos prévios.

Contudo, o trabalho não termina aqui. Pode-se envolver a turma em outras obras e outros autores, inclusive os já citados anteriormente. O uso de livros paradidáticos deve ser considerado uma ferramenta a mais para explorar conteúdos de Física, além daqueles já tratados em livros didáticos ou outros materiais escolares. Outros aspectos também podem ser abordados em uma possível continuação ou expansão do uso do livro *Da Terra à Lua*, como por exemplo, trabalhar oficinas sobre foguetes utilizando materiais disponibilizados pela Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA)¹¹; explorar a criatividade e imaginação dos alunos, desafiando-os a criar histórias baseadas no livro; promover um conhecimento maior acerca da Corrida Espacial, inclusive com uso de documentários adequados¹².

¹¹ <http://www.oba.org.br/site/>

¹² Documentário em 4 episódios sobre a Corrida Espacial: "Space Race" da BBC.

REFERÊNCIAS

A História dos Foguetes. In A História. Web, 2017. Disponível em: <<http://www.ahistoria.com.br/foguetes/>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2017.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 2000.

AUSUBEL David P. **The psychology of meaningful verbal learning.** In: **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo.** Burgos, España. pp. 19-44.

BARROS, Caroline Ramos. BONATTO, Andreia. FRISON, Marli Dallagnol. GEMELI, Rafael Agnoletto. LOPES, Tatiana Bica. **Interdisciplinaridade no Ambiente Escolar.** 9ª ANPED SUL - Universidade de Caxias do Sul, 2012. Disponível em <<http://www.uces.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2414/501>>. Acesso em 4 de fevereiro de 2017.

BENETI, A.C. **TEXTOS PARADIDÁTICOS E O ENSINO DE FÍSICA: UMA ANÁLISE DAS AÇÕES DO PROFESSOR NO ÂMBITO DA SALA DE AULA,** 2008, 139f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** 2002.

Caucaia. In: Wikipedia. Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Caucaia>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2017.

CORDA, Stephen. **Introduction to Aerospace Engineering with a Flight Test Perspective.** John Wiley & Sons, 2017

FERREIRA, J. C. D. **Aproximações entre a obra de Júlio Verne e o ensino de física.** 2011. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente.

FERREIRA, Júlio Cesar David. RABONI, Paulo Cesar de Almeida. **A UTILIZAÇÃO DA OBRA DE JÚLIO VERNE COMO FONTE DE POSSIBILIDADES NO ENSINO DE FÍSICA.** (Disponível em: <http://cac-php.unioeste.br/eventos/iisimposioeducacao/anais/trabalhos/129.pdf>)

FERREIRA, Júlio Cesar David. RABONI, Paulo Cesar de Almeida. **FICÇÃO CIENTÍFICA DE JÚLIO VERNE E O ENSINO DE FÍSICA: UMA ANÁLISE DE VINTE MIL LÉGUAS SUBMARINAS.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, 84 n. 1: p. 84-103, abr. 2013.

FESTA, Flavio. MASSONI, Neusa Teresinha. NETO, Paulo Pureur. Proposta didática para desenvolver o tema supercondutividade no Ensino Médio. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2015.

GERALDI, J. W. **Prática de Leitura na Escola.** In: GERALDI, J. W. (Org.). O texto na sala de aula. Campinas, SP: Ática, 2006. p. 88-103.

Guerra de Secessão dos Estados Unidos. In Britannica Escola Online. *Enciclopédia Escolar Britannica*, 2017. Web, 2017. Disponível em: <<http://escola.britannica.com.br/article/480589/Guerra-de-Secessao-dos-Estados-Unidos>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2017.

HALLIDAY, David. **Fundamentos da Física**, Vol 1: Mecânica. Rio de Janeiro. LTC. 2008.

HILL, Philip G. PETERSON, Carl R. **Mechanics and Thermodynamics of Propulsion**. 2 ed. New York, Addinon-Wesley Publishing Company. 1992.

LAGUNA, Alzira Guiomar Jerez. **A contribuição do livro paradidático na formação do aluno-leitor**. Augusto Guzzo Revista Acadêmica, São Paulo, n. 2, p. 43-52, Ago. 2012. Disponível em: <http://www.fics.edu.br/index.php/augusto_guzzo/article/view/81>. Acesso em: 18 de maio de 2016.

MENEZES, Luis Carlos de. **De Corpo Inteiro e Viva, a Física**. Física na Escola. v.6. n.1, 2005.

MOREIRA, Marco Antônio. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, no. 1, Março, 2000.

MOREIRA, Marco Antonio. **O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?** Qurriculum: Revista de teoría, investigación y práctica educativa, n. 25, 2012. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3943478>>. Acesso em: 17 de maio de 2016.

MOREIRA, M. A. CABALLERO, M.C. e RODRÍGUEZ, M.L. 1997. **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España. pp. 19-44.

NOGUEIRA, Salvador. **Astronáutica: ensino fundamental e médio**. Brasília : MEC, SEB, MCT, AEB, 2009.

PELIZZARI, Adriana. Et al. **TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL**. Revista PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, julho de 2001 – julho de 2002.

Por quais motivos não se pode construir bases para lançamento de foguetes espaciais em quase qualquer local na Terra, como acontece com aeroportos? In: Hipernovas. Web, 2015. Disponível em: <<http://www.hipernovas.com.br/2015/07/por-quais-motivos-nao-se-pode-construir.html>>. Acesso em 1 de fevereiro de 2017.

TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências**. Revista Ciências & Cognição 2008; Vol. 13.

VERNE, Jules. **Da Terra à Lua e Ao Redor da Lua**. Edição Integral. São Paulo, Brasil, 1995. Círculo do Livro.

ZABALA, Antoni. **A prática Educativa**. Editora Artes Médicas Sul Ltda. Porto Alegre. 1998.