

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
INTERDISCIPLINAR EM EDUCAÇÃO DO CAMPO:
CIÊNCIAS DA NATUREZA - LICENCIATURA

Luciano Tomelero

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA:
UMA PROPOSTA DIDÁTICA SOBRE O TEMA EXPLORAÇÃO
ESPACIAL DA LUA

ERECHIM - RS
Dezembro - 2023

LUCIANO TOMELERO

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA:
UMA PROPOSTA DIDÁTICA SOBRE O TEMA EXPLORAÇÃO ESPACIAL DA LUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Interdisciplinar em Educação do Campo (Ciências da Natureza - Licenciatura) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de licenciado em Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências da Natureza.

Orientador: Prof. Dr. Moises Marques Prsybyciem

ERECHIM
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

LUCIANO TOMELERO

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA SOBRE O TEMA EXPLORAÇÃO ESPACIAL DA LUA

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciado no curso Interdisciplinar de Educação do Campo – Ciências da Natureza da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS.

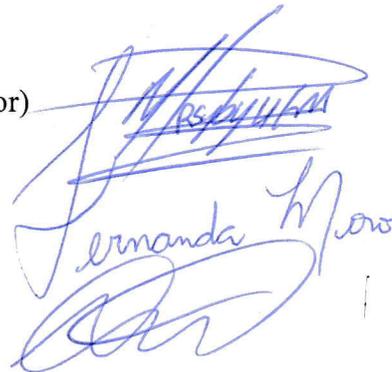
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca no dia 15/12/2023.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Moises Marques Przybyciem (Orientador)

Profa. Dra. Fernanda Teresa Moro (Avaliadora)

Prof. Dr. Almir Paulo dos Santos (Avaliador)



AGRADECIMENTOS

Gostaria primeiramente de agradecer aos meus pais, Valdir Tomelero e dona Tereza Sielski Tomelero, por terem me dado todo o suporte nesses anos de graduação. Sem eles, esse trabalho não poderia ser feito.

Também agradecer ao meu professor orientador Moises Marques Prsybyciem, responsável por toda a condução desse trabalho e também a todos os professores do curso de Interdisciplinar em Educação do Campo (Ciências da Natureza), eles também foram fundamentais para o sucesso desse percurso.

Ademais, fica a minha gratidão aos nobres colegas de curso, amigos e familiares que de uma forma ou de outra, sempre estavam dispostos a ajudar. A todos esses, o meu...
MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O presente trabalho tem o objetivo de Analisar as possíveis contribuições de uma proposta didática na abordagem CTS, sobre o tema exploração espacial da Lua, para a promoção de uma ACT no contexto de uma escola urbana no Ensino Médio. A abordagem metodologia é qualitativa e exploratória, bem como bibliográfica em relação ao objeto de estudo.

Os principais resultados indicam que a proposta didática baseada na abordagem CTS para a exploração espacial da Lua no Ensino Médio pode promover uma compreensão mais ampla e contextualizada do tema, incentivando a reflexão sobre as implicações sociais, éticas, ambientais, políticas e econômicas da exploração espacial. Além disso a metodologia ofereceu atividades práticas variadas, debates éticos e reflexões para fomentar o pensamento crítico e a análise de questões sociais ligadas à ciência e tecnologia. Isso possibilita uma aprendizagem contextualizada, aproximando os alunos de uma compreensão mais abrangente e das implicações desses campos na sociedade.

Essa pesquisa pode contribuir significativamente para o ensino de ciências ao evidenciar a importância de abordagens interdisciplinares e contextualizadas, mostrando como a integração entre CTS pode não só ampliar o entendimento de CT, mas também estimular o pensamento crítico e a tomada de decisões fundamentadas pelos estudantes, preparando-os para lidar com desafios contemporâneos de forma mais crítica e reflexiva.

Palavras-chaves: Educação CTS; Alfabetização Científica; Exploração Espacial Lunar.

ABSTRACT

This present study aims to analyze the potential contributions of a didactic proposal using the STS approach, regarding the lunar space exploration theme, for the promotion of STL in the context of an urban high school. The methodological approach is qualitative, exploratory, and bibliographical concerning the study subject.

The main findings indicate that the didactic proposal based on the STS approach for lunar space exploration in high school could foster a broader and more contextualized understanding of the subject. It encourages reflection on the social, ethical, environmental, political, and economic implications of space exploration. Additionally, the methodology provided diverse practical activities, ethical debates, and reflections to stimulate critical thinking and analysis of social issues related to science and technology. This enables contextualized learning, bringing students closer to a broader comprehension and the implications of these fields in society.

This research could significantly contribute to science education by highlighting the importance of interdisciplinary and contextualized approaches, demonstrating how the integration of STS can not only enhance the understanding of ST, but also stimulate critical thinking and informed decision-making among students, preparing them to deal with contemporary challenges in a more critical and reflective manner

Keywords: STS Education; Scientific Literacy; Lunar Space Exploration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1	Quadro 01: Diferenças entre Ensino Clássico de Ciências e Educação CTS	31
2	Figura 1: Capa do livro Missão Apollo escrito por David Baker	47
3	Figura 2: Triangulação a partir dos satélites é a base do sistema do GPS	75
4	Figura 3: GPS/Triangulação	76
5	Figura 4: Desenho da triangulação no Solid Works	76
6	Figura 5: Resultados do M3 sobre a distribuição do gelo na Lua. Imagem: NASA	79
7	Figura 6: Conceito de sistema para extração de gelo lunar. Imagem: George Sowers	80
8	Figura 7: Screen de resultados do LCROSS. Imagem: NASA	82
9	Figura 8: Instruções de montagem (01 de 04)	83
10	Figura 9: Instruções de montagem (02 de 04)	83
11	Figura 10: Instruções de montagem (03 de 04)	84
12	Figura 11: Instruções de montagem (04 de 04)	85
13	Figura 12: Peças (01 de 09)	86
14	Figura 13: Peças (02 de 09)	87
15	Figura 14: Peças (03 de 09)	88
16	Figura 15: Peças (04 de 09)	89
17	Figura 16: Peças (05 de 09)	90
18	Figura 17: Peças (06 de 09)	91
19	Figura 18: Peças (07 de 09)	92
20	Figura 19: Peças (08 de 09)	93
21	Figura 20: Peças (09 de 09)	94
22	Figura 21: Modelo de foguete Saturno V montado.	95

LISTA DE TABELAS

1	Valores das Grandezas Físicas	71
---	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AC** Alfabetização Científica
- ACCU** Alfabetização Científica Crítica Universal
- ACT** Alfabetização Científica e Tecnológica
- ASC** Ativismo Sociocientífico
- CT** Ciência e Tecnologia
- CTS** Ciência, Tecnologia e Sociedade
- EBI** Ensino Baseado em Investigação
- EC** Ensino de Ciências
- EM** Ensino Médio
- ESA** European Space Agency
- EUA** United States of America
- GPS** Global Positioning System
- ILRS** International Lunar Research Station
- NASA** National Aeronautics and Space Administration
- STS** Science, Technology, and Society
- STL** Science and Technology Literacy
- URSS** União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

LISTA DE SÍMBOLOS

M	Massa da Terra
G	Constante Universal da Gravitação
R	Raio Médio da Terra
Δ	Delta
®	Marca Registrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	ENSINO DE CIÊNCIAS PARA FORMAÇÃO CIDADÃ E A EXPLORAÇÃO ESPACIAL NA LUA	18
2.1	ENSINO DE CIÊNCIAS PARA UMA FORMAÇÃO CIDADÃ	18
2.2	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	20
2.2.1	O (T) de Alfabetização Científica e Tecnológica	26
2.3	EDUCAÇÃO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)	27
2.3.1	O surgimento do movimento CTS	28
2.3.2	O ensino de ciências e a Educação CTS	29
2.4	A EXPLORAÇÃO ESPACIAL LUNAR	35
3	METODOLOGIA	37
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA:	37
3.2	ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA:	38
4	RESULTADO E DISCUSSÕES	39
4.1	PROPOSTA DIDÁTICA SOBRE O TEMA EXPLORAÇÃO ESPACIAL LUNAR	39
4.2	REFLEXÕES SOBRE A PROPOSTA DIDÁTICA ELABORADA	49
4.2.1	Panorama geral da proposta didática:	50
4.2.2	Análise dos objetivos geral e específicos:	51
4.2.3	A proposta didática com relação à Educação CTS	53
4.2.3.1	Abordagem CTS delineada por Aikenhead (1994) e Prsybyciem (2022) em perspectiva com a proposta didática	53
4.2.3.2	Ensino clássico X Educação CTS	54
4.2.4	A proposta didática para a promoção da ACT	57
4.2.5	Concluindo esta análise	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
6	REFERÊNCIAS	61
7	ANEXOS	64
7.1	ANEXO 01	64
7.2	ANEXO 02	67
7.3	ANEXO 03	68
7.4	ANEXO 04	70
7.5	ANEXO 05	71
7.6	ANEXO 06	75
7.7	ANEXO 07	79
7.8	ANEXO 08	83

1 INTRODUÇÃO

Entre os séculos XIX e XX, a humanidade passou por um período de grandes transformações no seu contexto social, tecnológico, ambiental, cultural, econômico, político e científico. Nesse período, a princípio acreditava-se que as descobertas e avanços na Ciência e Tecnologia (CT), trariam somente benefícios para a sociedade e meio ambiente. No entanto, esse processo pode trazer riscos, impactos e incertezas.

Essa perspectiva de CT positivista reforçava a ideia de um modelo linear e tradicional de desenvolvimento, apresentando que a CT são sempre criadas para solucionar problemas da humanidade, neutras e de modo a tornar a vida mais fácil (AULER, DELIZOICOV, 2001). Esse modelo linear pode ser representado:

$$+ \mathbf{C} = + \mathbf{T} = + \mathbf{Riqueza} = + \mathbf{Bem\ Estar\ Social}$$

No entanto, a partir de situações desfavoráveis no âmbito social e ambiental, por exemplo, a Segunda Guerra Mundial, com o desenvolvimento da bomba atômica e seu uso devastador nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, no Japão, bem como o Holocausto, impulsionado por uma atmosfera antissemítica e fundamentado em ideias eugenistas, dentre outras atrocidades, surge um questionamento: O avanço da CT sempre conduz à solução dos problemas sociais e ao bem-estar geral da população?

Nesse contexto, em contraponto ao modelo de desenvolvimento tradicional/linear de CT e os mitos ligados à atividade científica-tecnológica (modelo de decisão tecnocrática, perspectiva salvacionista e o determinismo tecnológico), surge o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), buscando avaliar e criticar o desenvolvimento da CT no contexto social, refletindo suas implicações (KOEPSEL, 2003).

Muitas publicações contribuíram para o desenvolvimento desse movimento como, por exemplo, o trabalho do filósofo Thomas Kuhn (*The Structure of Scientific Revolutions*, 1962) em que os processos e produtos da ciência passaram a ser vistos como produções de cientistas com valores, interesses econômicos e políticos.

Na educação, o movimento CTS pode contribuir para promoção de uma Alfabetização Científica (AC) no Ensino de Ciências. Para Sasseron e Carvalho (2008), a abordagem CTS está inserida no terceiro eixo da AC, que se concentra no entendimento das interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Os outros dois eixos englobam: a compreensão dos termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; e, a compreensão da natureza da ciência e dos aspectos éticos e políticos que permeiam sua prática.

Assim, entende-se a importância de uma proposta de um Ensino de Ciências

nos moldes da AC defendida atualmente por diversos estudiosos da área e “que tem comprometimento com a transformação social em uma perspectiva formativa” (SILVA; SASSERON, 2021, p.125). Para Chassot (2011, p.57), “A nossa responsabilidade maior no ensinar Ciência é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos”.

Conforme Bocheco (2011), a capacidade crítica dos alunos é importante por que, em situações cotidianas, decisões individuais (e coletivas) desprovidas de conhecimentos científicos e tecnológicos podem gerar riscos à comunidade. A automedicação, a negligência diante de previsões meteorológicas, o movimento antivacinas e a adesão a tratamentos “quânticos” sem compreensão adequada exemplificam tais escolhas arriscadas. No entanto, é essencial que, ao enfrentar decisões pessoais, os indivíduos incorporem princípios éticos, elevando o impacto de suas escolhas ao nível coletivo.

Nesse contexto, a consciência ambiental também desempenha um papel crucial. Decidir responsabilmente sobre o uso e descarte de substâncias químicas, considerar variáveis para o consumo racional de energia, optar pelo desenvolvimento sustentável na exploração de recursos naturais e adotar práticas conscientes em relação à água são exemplos que indicam uma educação científica e tecnológica orientada não apenas para aquisição de conceitos científicos, mas também para criação de habilidades, valores sociais e atitudes. Daí então a criticidade do aluno é incorporada ao “pensar cientificamente”.

Para Auler e Delizoicov (2001) é fundamental ponderar sobre a maneira como os conhecimentos científicos e tecnológicos são transmitidos. Quando esses conhecimentos são apresentados sem a devida problematização dos mitos que cercam a atividade científica e tecnológica, pode-se negligenciar uma parte crucial da educação. Um desses mitos é a visão errônea de que a ciência e a tecnologia são neutras e desprovidas de influências sociais. Esse erro é importante porque, ao acreditar nele, as pessoas podem ver os progressos tecnológicos como objetivos e não como processos moldados por valores, interesses e contextos socioculturais.

No entanto, Bocheco (2011) faz referência que os conhecimentos científicos e tecnológicos ensinados sem a problematização dos mitos ligados à atividade científica e tecnológica muitas vezes não contribuem para uma tomada de decisão mais fundamentada e consciente. A visão de neutralidade da CT, desvinculada da dimensão social, pode negligenciar a coletividade.

Assim, para alcançar os objetivos propostos por Bocheco (2011) e para efetivamente promover uma educação científica e tecnológica consciente e responsável, é fundamental abordar e problematizar esses mitos e as implicações sociais envolvidas na atividade científica e tecnológica. Somente assim os estudantes estarão preparados para se tornarem cidadãos críticos, capazes de tomar decisões informadas e éticas em um mundo complexo e em constante mudança.

Para Bocheco (2011), a tomada de decisão fundamentada e responsável requer

uma compreensão completa dos contextos sociais, históricos, éticos, políticos e econômicos em que a ciência e a tecnologia trabalham. Portanto, é essencial que a educação sobre ciências vá além da simples transmissão de fatos e teorias. Ela deve abordar questões como a influência das relações de poder na pesquisa científica, as consequências sociais das inovações tecnológicas e a necessidade de considerar o bem-estar coletivo ao aplicar os conhecimentos adquiridos.

Nesse contexto, através dessa abordagem crítica, os estudantes são incentivados a questionar, analisar e compreender as complexas interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Somente ao reconhecer e explorar as nuances no Ensino de Ciências é que se pode desenvolver cidadãos que não apenas possuam conhecimentos técnicos, mas também uma visão contextualizada e consciente das implicações éticas e sociais de suas escolhas e ações no mundo moderno.

Além disso, a importância da problematização de como os conhecimentos científicos e tecnológicos são transmitidos assume ainda maior relevância na era da informação digital e das fake news. A disseminação rápida e ampla de informações falsas ou distorcidas tornou-se um desafio significativo para a sociedade contemporânea. Nesse cenário, a capacidade de discernir entre informações confiáveis ou não é crucial para a tomada de decisões. Através do enfoque CTS na educação, os alunos são incentivados a adotar uma postura questionadora e analítica, essencial para enfrentar os desafios da desinformação e das narrativas enganosas que permeiam principalmente a esfera digital.

Para a escrita desse trabalho e com o intuito de contribuir com o debate sobre desinformação e fake news, além de despertar a curiosidade e estimular a capacidade crítica dos alunos, foi necessário selecionar um tema que não apenas tivesse minha afinidade¹, mas também suscitasse controvérsias entre o público, segundo a perspectiva CTS.

Nesse contexto, tem-se observado recentemente um certo ceticismo em relação à veracidade da ida do Homem à Lua. Surgem inúmeros questionamentos sobre o assunto, incluindo a dúvida de que, mesmo com a tecnologia não tão avançada de 1969, tenha sido possível alcançar a Lua. Porém, com a ausência de novas missões lunares desde então, apesar dos avanços tecnológicos atuais (em 2023), emerge teorias conspiracionistas sobre o fato.

Há também uma questão de cunho socioeconômico, pois têm-se um investimento enorme de recursos financeiros nos projetos de exploração espacial, enquanto no mundo inteiro, uma quantidade significativa de pessoas sofrem com a fome² e outros problemas

¹Vale ressaltar que, quando jovem, tive desejo de ser astronauta, o que tornou essa escolha ainda mais empolgante e significativa.

²O relatório Estado da Segurança Alimentar e Nutrição no Mundo 2022, lançado pela ONU, aponta que o número de pessoas afetadas pela fome em todo o mundo subiu para 828 milhões em 2021, uma alta de cerca de 46 milhões desde 2020 e 150 milhões desde o início da pandemia de Covid-19. Os resultados do relatório também apontam que quase 924 milhões de pessoas, ou 11,7% da população global, enfrentam

sociais³, trazendo também questionamentos sobre como esses recursos devem ser melhor aplicados, levando-se em conta essas necessidades que demandam atenção imediata.

A ida do ser humano à Lua tem voltado a ser destaque, isso porque a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), que é a Agência Espacial Americana, responsável pela pesquisa, e desenvolvimento de tecnologias e programas de exploração espacial, tem objetivos de voltar a lua nesta década. No dia 03 de abril de 2023 a NASA divulgou os nomes dos 4 astronautas que com a Artemis II⁴ farão um voo que traçará um caminho semelhante ao da missão Apollo 8⁵, de 1968, o primeiro voo orbital lunar humano.

Ademais, nota-se uma pequena quantidade de trabalhos que discutem essas questões na educação básica. O tema exploração espacial na lua é controverso e pode ser problematizado em sala de aula no Ensino de Ciências. Dessa forma, optou-se em trabalhar esse tema a partir de uma abordagem CTS, buscando, assim, a promoção de uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos alunos do ensino médio.

Diante desses apontamentos, o problema de pesquisa é: Quais as possíveis contribuições de uma proposta didática na abordagem CTS, focada na exploração espacial lunar, para promoção de uma ACT no Ensino Médio?

Partindo da mesma premissa, o objetivo geral deste trabalho é: **Analisar as possíveis contribuições de uma proposta didática na abordagem CTS, sobre o tema exploração espacial da Lua, para a promoção de uma ACT no no contexto de uma escola urbana no Ensino Médio.**

Ao estabelecer uma proposta com base na abordagem CTS, busca-se ativamente evitar que os alunos se limitem a memorizar o conteúdo como meros receptores passivos, e sim desenvolver sua capacidade de compreensão crítica e aplicação prática do conhecimento. Os alunos passarão a ter papel ativo no processo de ensino e de aprendizagem, indo ao

insegurança alimentar em níveis graves, um aumento de 207 milhões em dois anos.

³A análise do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, PNUD, e da Iniciativa Oxford de Pobreza e Desenvolvimento Humano, da Universidade de Oxford, destaca a necessidade de enfrentar as camadas de carências que geralmente andam de mãos dadas, incluindo:

- Mais de 50% das pessoas pobres, ou 593 milhões, carecem de eletricidade e combustível limpo para cozinhar.
- Quase 40% dos pobres, ou 437 milhões, não têm acesso à água potável e ao saneamento.
- Mais de 30% das pessoas na pobreza, ou 374 milhões, são privadas de nutrição, combustível para cozinhar, saneamento e habitação ao mesmo tempo.

⁴A Artemis II será a primeira missão tripulada do programa a orbitar a lua, voando mais longe no espaço do que qualquer ser humano desde o programa Apollo. A missão abrirá o caminho para a tripulação do Artemis III caminhar na lua em 2025, tudo a bordo do foguete mais poderoso do mundo e a um preço que chegará a US\$ 100 bilhões.

⁵Apollo 8 foi um voo espacial tripulado norte-americano responsável pela primeira órbita ao redor da Lua. Esta foi a segunda missão tripulada do Programa Apollo e a primeira na história da humanidade a deixar a órbita terrestre baixa e retornar.

encontro das reflexões propostas pela perspectiva CTS. Trabalhar os conhecimentos científicos e tecnológicos dentro da problematização de seus conceitos e do significado social de sua construção, buscando “com isso a emancipação intelectual do indivíduo, que não pode estar à mercê de decisões oriundas de especialistas”(JUNIOR; NUNES, 2010, p.15).

Para essa construção, conta-se com o suporte dos objetivos específicos deste trabalho, sendo eles:

- (a) Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o tema exploração espacial na lua e as relações CTS, buscando superar a desinformação na sociedade sobre a temática;
- (b) Entender o contexto histórico-social e tecno-científico da corrida espacial na Guerra Fria;
- (c) Elaborar uma proposta didática na abordagem CTS sobre a exploração espacial na lua.

Assim, justifica-se a realização desse trabalho (discutir a exploração espacial na lua por meio da abordagem CTS para promoção de uma ACT), uma vez que permite transformar as aulas, deixando menos monótonas, mais atrativas e com uma maior participação dos estudantes no processo de ensino e de aprendizagem. Ainda, busca trazer elementos mais conectados com os problemas reais dos alunos, sejam na sua comunidade, ou na forma que a sociedade se comporta, perante tal assunto, envolvendo temas que são controversos e que estimulam um debate aprofundado para posicionamentos e tomadas de decisão.

Essa abordagem pode contribuir para formação de estudantes mais ativos e conscientes para compreender um mundo em constante transformação, onde a velocidade e disseminação de informações contraditórias têm aumentado consideravelmente. Essa realidade reforça a necessidade de uma sólida base educacional, que permita uma reflexão mínima sobre essas informações, facilitando a tomada de decisões mais acertadas em nossa vida, seja na comunidade, estado, país ou no mundo. Dessa forma, estaremos preparando os estudantes para se tornarem cidadãos e cidadãs mais conscientes e críticos.

O estudo adotou uma abordagem qualitativa para examinar os benefícios de uma proposta didática baseada na abordagem CTS, focalizando a exploração espacial na Lua para fomentar a ACT em um ambiente de Ensino Médio urbano, respaldado por Reid e Hodson (1993) e Sasseron e Carvalho (2008). O contexto dessa pesquisa está intimamente ligado ao Estágio IV realizado pelo pesquisador, em uma escola urbana. Apesar do enfoque do curso do pesquisador ser em Educação do Campo, a elaboração e análise da proposta didática têm potencial para enriquecer a compreensão de sua eficácia e pertinência no

contexto urbano do Ensino Médio, e há a possibilidade de adaptá-la para uma escola do campo. Porém esse estudo proporciona uma reflexão sobre a interligação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e a exploração espacial nesse contexto educacional específico.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica para embasar teoricamente a pesquisa. Através da leitura de livros, artigos científicos, teses e dissertações que abordem temas relacionados a ACT, abordagem CTS, exploração espacial na Lua e Ensino de Ciências. Esse levantamento possibilitou a construção de um referencial teórico abrangente, que orientou a construção de uma proposta didática, bem como as reflexões das possíveis contribuições.

As atividades desenvolvidas resultaram no presente trabalho de conclusão de curso, organizado em 5 capítulos.

No primeiro capítulo, a introdução oferece uma visão inicial abrangente sobre a *Alfabetização Científica e Tecnológica*, bem como sobre a interseção entre educação, *Ciência, Tecnologia e Sociedade*, temas intrinsecamente conectados à proposta didática desenvolvida neste estudo, que tem como foco central a exploração espacial lunar. Além disso, este capítulo aborda o problema de pesquisa, o objetivo geral, os objetivos específicos e, por fim, a justificativa e a relevância deste estudo.

Já no capítulo 2, discute-se o ensino de Ciências para a formação cidadã e a exploração espacial na Lua. No contexto do ensino de ciências, a ênfase recai sobre seu papel crucial na formação cidadã. É feita uma revisão bibliográfica com os principais autores que falam de ACT e/ou também CTS. O capítulo está subdividido em 4 seções que tratam do *Ensino de Ciências, Alfabetização Científica e Tecnológica*, a abordagem *Ciência, Tecnologia e Sociedade* e, por fim, a *Exploração Espacial Lunar*.

No Capítulo 3, apresenta-se a metodologia da pesquisa.

Já no capítulo 4, apresenta-se a proposta didática elaborada e reflete-se sobre as possíveis contribuições que ela pode oferecer aos alunos para a promoção de uma ACT e também, como ela se conecta com a abordagem CTS. O capítulo é subdividido em 2 seções, em que na primeira tem-se uma sugestão de proposta didática e na outra a análise e reflexões sobre a mesma.

Por fim, no capítulo 5, nas considerações finais são retomados os principais pontos abordados no trabalho. A ênfase recai na resposta à pergunta de pesquisa propostas inicialmente ou na verificação do alcance dos objetivos delineados no início do trabalho, além de contextualizar a relevância dos resultados obtidos para a área de estudo. Também se reconhece as limitações inerentes à pesquisa e recomendações para estudos futuros e se faz o fechamento com o autor compartilhando a sua opinião sobre os resultados obtidos e refletindo sobre a experiência de ter conduzido a pesquisa.

2 ENSINO DE CIÊNCIAS PARA FORMAÇÃO CIDADÃ E A EXPLORAÇÃO ESPACIAL NA LUA

Nesta seção, aborda-se temas essenciais para o desenvolvimento da formação cidadã, reconhecendo a Alfabetização Científica e Tecnológica como um pilar fundamental para que os alunos compreendam o cenário do mundo contemporâneo.

A seção foi dividida em subseções, abordando a Alfabetização Científica e Tecnológica e o enfoque da Educação CTS, enfatizando o papel crucial do componente Tecnologia tanto na promoção de uma ACT, quanto em aplicações em CTS. Além disso, analisa-se a concepção de tecnologia na perspectiva analítica de Mario Bunge, buscando proporcionar uma compreensão abrangente desse conceito em nossos estudos. Em seguida, explora-se a temática da exploração espacial lunar, situando-a em seu contexto histórico-social e tecno-científico. O objetivo é ampliar a compreensão desse assunto com intuito de enriquecer a capacidade crítica dos alunos em relação a essa temática e também acrescentar mais dados relevantes para essa pesquisa.

A exploração espacial na Lua, ao longo da história, tem sido marcada por conquistas extraordinárias, desde os primeiros passos humanos na superfície lunar até as missões mais recentes. Esses feitos representam marcos significativos na capacidade da humanidade de superar desafios científicos e tecnológicos.

Entretanto, esse avanço suscita questões fundamentais, incluindo dilemas éticos decorrentes dos consideráveis investimentos associados a tal realização, em contraponto a um planeta com muitas pessoas na pobreza, bem como, qual a abordagem mais adequada diante da desinformação e das notícias falsas relacionadas ao tema.

2.1 ENSINO DE CIÊNCIAS PARA UMA FORMAÇÃO CIDADÃ

O Ensino de Ciências desempenha um papel crucial na formação cidadã, proporcionando aos estudantes não apenas conhecimento técnico, mas também as ferramentas necessárias para compreenderem e participarem ativamente em questões científicas e tecnológicas presentes na sociedade. Ao promover a ACT, os educadores capacitam os alunos a avaliar informações, questionar de maneira crítica e tomar decisões mais informadas sobre assuntos científicos e tecnológicos, desde questões de saúde até desafios ambientais.

Para Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 72),

Apesar de os meios de comunicação estarem disseminando os pontos preocupantes do desenvolvimento científico-tecnológico - como a produção de alimentos transgênicos, as possibilidades de problemas na construção de usinas nucleares, o tratamento ainda precário do lixo e outros - muitos cidadãos ainda têm

dificuldades de perceber por quê se está comentando tais assuntos e em quê eles poderiam causar problemas a curto ou longo prazo. Mal sabem as pessoas que atrás de grandes promessas de avanços tecnológicos escondem-se lucros e interesses das classes dominantes. Essas que, muitas vezes, persuadindo as classes menos favorecidas, impõem seus interesses, fazendo com que as necessidades da grande maioria carente de benefícios não sejam amplamente satisfeitas.

A área de investigação e ação social do movimento (CTS) têm, há mais de trinta anos, focado intensamente na educação. Esse enfoque, denominado “CTS no contexto educativo”, destaca a necessidade de renovar a estrutura curricular para integrar ciência e tecnologia alinhadas à realidade da sociedade.

Os objetivos englobam a contestação das abordagens tradicionais em relação à natureza, a contestação da divisão entre conhecimento teórico e prático, a superação da fragmentação do conhecimento e a promoção crítica e integrada da democratização do conhecimento científico e tecnológico, considerando a atividade produtiva das comunidades. Essa abordagem se contrapõe ao impulso exclusivamente orientado pelo lucro nas decisões sobre determinado tema, que tende a afetar a sociedade de maneira mais ampla, ainda mais quando se trata dos interesses escusos das classes dominantes (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Ao abordar os avanços da ciência e tecnologia com os alunos, nosso enfoque visa tornar os temas contemporâneos mais relevantes para eles, buscando conceber a ciência como uma expressão humana profundamente conectada à evolução da sociedade e permeada pela reflexão sobre as crises associadas à esse “progresso”. Nesse sentido, o processo de ensino e de aprendizagem,

[...] passará a ser entendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade. Emerge daí a necessidade de buscar elementos para a resolução de problemas que fazem parte do cotidiano do aluno, ampliando-se esse conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77)

Ainda, conforme os autores, a introdução do debate sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental e Médio, conforme preconizado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), vai além do mero repasse de conteúdo no Ensino de Ciências. Buscamos contextualizar o conhecimento, realçando a dimensão social da ciência e tecnologia, suas raízes sociais e suas implicações éticas, ambientais e culturais para proporcionar aos estudantes uma compreensão mais profunda e contextualizada.

A partir dessa concepção, o Ensino de Ciências se reformula a partir da década

de 80 e reforça a formação cidadã, enquanto se empreende uma Alfabetização Científica e Tecnológica. Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 77) ressaltam que:

[..] o enfoque CTS que venha a ser inserido nos currículos é apenas um despertar inicial no aluno, com o intuito de que ele possa vir a assumir essa postura questionadora e crítica num futuro próximo. Isso implica dizer que a aplicação da postura CTS ocorre não somente dentro da escola, mas, também, extra-muros.

Isso quer dizer, , espera-se que o aluno continue com uma postura crítica fora da escola também, e na medida do possível, leve esse aprendizado para a sua vida na sociedade, enquanto cidadão(ã).

Ainda conforme Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) a integração da formação cidadã no Ensino de Ciências também implica uma abordagem ética. Os alunos aprendem não apenas os princípios científicos, mas também a responsabilidade e os valores relacionados ao uso da tecnologia e da inovação. Ao fomentar uma consciência ética, o ensino de ciências não apenas capacita os alunos a serem críticos e mais informados, mas também os orienta a agir de maneira ética em suas interações com a ciência e a tecnologia, contribuindo para a promoção de uma sociedade mais igualitária e sustentável.

2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Conforme Chassot (2011) , podemos considerar a AC como o conjunto de conhecimentos que facilitam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem. Num mundo em que a desinformação tem tido papel de destaque na sociedade, principalmente com o maior acesso às redes sociais e aplicativos de mensagens, faz-se necessário com que as pessoas possam ser mais críticas às informações que cheguem até elas. Para Silva e Sasseron (2021):

Pontos de vista e propostas de conhecimento são expostos e apresentados ao público de modo amplo e irrestrito, sem qualquer compromisso com os fatos, e são rapidamente acessados e retransmitidos. Se, por um lado, o acesso a informações por grande parte da população é algo a ser comemorado, considerando a possibilidade de justiça social pela divulgação ampla de conhecimento, por outro, a falta de clareza se há e quais são os critérios envolvidos para a avaliação das informações divulgadas é fator de preocupação, considerando a ação de movimentos negacionistas e conspiratórios que sustentam práticas sistemáticas de manipulação de dados e informações com finalidades econômicas, políticas e ideológicas, relativizando as noções de verdade e objetividade e promovendo uma desconfiança generalizada sobre os fatos e um descrédito em relação à

ciência (McIntyre, 2018; Levitin, 2019; Silva, Videira, 2020 apud Silva e Sasseron (2021)).

Trazendo para o contexto dessa pesquisa, é importante destacar que atualmente vem crescendo na Internet, fóruns onde se propaga a ideia do *terraplanismo*. “Uma pesquisa de meados de 2019 apontou que cerca de 7% dos brasileiros acreditam que a Terra seja plana⁶” (MARTINS, 2020). No final de 2019, em São Paulo, realizou-se a primeira Convenção Nacional da Terra Plana. Nessa convenção, Martins (2020, p. 1204) destaca que:

Em particular, a ida do homem à Lua é negada com frequência. Mostrou-se uma revista de 1969 em que apareciam desenhos e não fotografias. Afirmou-se que o Brasil, naquele período, era essencialmente rural e as pessoas eram facilmente enganadas, e que ninguém vivo hoje em dia poderia dar um testemunho sobre as expedições à Lua.

Ainda, nesse evento, se faz críticas a escola e ao ensino de Ciências, “que são vistos como fazendo parte do ‘*sistema*’ que aliena e mantém todos na mentira” (MARTINS, 2020, p.1206).

Não se trata de ridicularizar e desprezar esse movimento de *terraplanismo*, já que Martins (2020) aponta ser inadequado e pouco eficiente tais atitudes. Assim sendo, Martins (2020, p. 1211) destaca que:

A questão nos parece ganhar novos contornos quando percebemos que, na política brasileira atual, teorias conspiratórias, revisionismo histórico e outros aspectos da pós-verdade rondam as mais altas esferas de poder. O filósofo (sic) considerado “guru” intelectual do governo, por exemplo, não chega a afirmar que a Terra é plana, mas diz que não se pode provar que não seja. Além disso, devemos perguntar: será que todos os professores de ciências estão preparados para explicar aos seus estudantes por que a Terra não é plana e por que devemos dar crédito ao conhecimento cientificamente aceito hoje em dia a esse respeito?

Como ilustração, destaco uma vivência pessoal durante meus estudos em En-

⁶<<https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/07/7-dos-brasileiros-afirmam-que-terra-e-plana-mostra-pesquisa.%20shtml?aff_source=56d95533a8284936a374e3a6da3d7996>>

genharia Mecânica ⁷. Em determinada aula, o professor nos desafiou a encontrar uma maneira de comprovar que a Terra é esférica, sem recorrer a satélites, foguetes ou qualquer outra tecnologia que permitisse visualizar o planeta do espaço. Alunos de sétima fase da engenharia, não sabiam responder de forma assertiva esse simples questionamento. Nessa época (2012) ainda não estava tão em evidência o movimento de terraplanismo, porém eu gosto de usar esse fato, como exemplo de que estamos saindo da escola, ou até mesmo de um curso de graduação, sem que saibamos responder perguntas simples de cunho científico.

Nesse momento, em que a ciência está sendo colocada à prova, é mais do que necessário, promover uma Alfabetização Científica e Tecnológica dos conceitos básicos. Muitas vezes, queremos ridicularizar pessoas que tem o conceito de terraplanismo, mas nós mesmos desconhecemos o experimento de Eratóstenes⁸ em que ele, por meio de relações trigonométricas e a observação de sombras, pôde determinar, já em 240 a.C que a Terra possuía uma curvatura e conseguiu calcular com uma pequena margem de erro a circunferência do globo terrestre correspondente a 39.700 km, muito semelhante ao valor correto (40.008km).

Como vimos, há uma demanda por uma ACT para que se possa ser minimamente criterioso ao “ler” uma informação que possa chegar até nós e refletir sobre essa informação.

Estamos numa era marcada pela pós-verdade⁹, na qual os fatos objetivos têm menos impacto na formação da opinião pública do que apelos à emoção, valores e convicções pessoais.

A problemática da pós-verdade, conforme Martins (2020), vai além das disputas políticas e se envolve no tecido complexo da circulação de ideias na sociedade, especialmente impulsionada pelas redes sociais, resultando em fenômenos como o revisionismo histórico, negação do aquecimento global, movimentos anti-vacinas e terraplanismo, que muitas vezes demonstram uma oposição à ciência.

Diversas hipóteses explicativas surgiram para entender a formação desses grupos e a disseminação do ceticismo em relação à ciência. Conforme Silva & Sasseron (2021), o fenômeno é complexo e multifatorial, exigindo diferentes abordagens. No contexto da educação científica, destaca-se a importância de reconhecer o que é ciência, compreender as normas e valores de orientação, promover a compreensão de que a atividade científica é

⁷De 2009 até 2013 cursei Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, porém acabei trancando o curso e não o concluí por motivos pessoais.

⁸Eratóstenes de Cirene (em grego: Ἐρατοσθένης, transl.: Eratosthénis; Cirene, 276 a.C. — Alexandria, 194 a.C.) foi um matemático, gramático, poeta, geógrafo, bibliotecário e astrônomo da Grécia Antiga, conhecido por calcular a circunferência da Terra. Nasceu em Cirene, na África, e morreu em Alexandria.

⁹A palavra do ano de 2016, segundo o Dicionário Oxford. Segundo o próprio dicionário britânico, o verbete significa “relativo a ou que denota circunstâncias nas quais fatos objetivos são menos influenciadores na formação da opinião pública do que apelos à emoção ou à crença pessoal”. Leia mais em: <<https://g1.globo.com/educacao/noticia/pos-verdade-e-eleita-a-palavra-do-ano-pelo-dicionario-oxford.ghtml>>.

social, baseada em interações reconhecidos pela comunidade científica. Essa abordagem visa formar indivíduos capazes de avaliar de maneira crítica informações sobre a realidade social e transformá-la.

Essa perspectiva é alinhada à visão de Ensino de Ciências como uma prática social(coletiva), onde os estudantes se envolvem com conteúdos, práticas e processos de construção dos conhecimentos. Isso ajuda na compreensão de que CT são atividades sociais e que deveriam ser acessíveis e não restritas as pessoas.

Essa literatura destaca a importância de proporcionar aos estudantes situações didáticas que envolvam conteúdos, práticas e processos de construção do conhecimento, a fim de promover a compreensão de que as ciências não são atividades exclusivas de alguns indivíduos, mas sim, uma atividade social fundamentada em interações. Essa abordagem é apresentada na literatura como uma perspectiva de ensino que visa permitir a ACT dos estudantes.

Com essa demanda, faz-se necessário trazer para o contexto da sala de aula, problematizações que estimulem os estudantes a “pensar cientificamente”. Assim, se faz necessário que os conhecimentos científicos abordados,

[...] propiciem o desenvolvimento do indivíduo em seu cotidiano, promovam a tomada de consciência das complexas relações entre ciência e sociedade, auxiliem na resolução de problemas práticos e necessidades de saúde e sobrevivência básica, considere a ciência como parte da cultura atual, justificando alguns conceitos científicos pelo seu valor cultural e não apenas pelo caráter prático imediato, sem que isto forneça argumentos para justificar elementos nos programas escolares como classificações descontextualizadas e vocábulos obsoletos que acabam transformando-se em ornamentos culturais repetidos pelos educandos (MILARÉ; RICHETTI; PINHO ALVES, 2009; SANTOS, 2007).

No contexto desta pesquisa, é importante reconhecer que o estudo da exploração espacial da Lua pode parecer um tanto desconectado da realidade dos estudantes. No entanto, a justificativa para abordar esse evento histórico está no debate crítico subjacente e na consideração da ciência envolvida como parte integrante da cultura atual. Os conceitos científicos discutidos não precisam ter aplicabilidade imediata para os estudantes, conforme o enxerto logo acima, mas a intenção é trazer a discussão o mais próximo possível de suas vivências cotidianas.

Esse debate crítico sobre o tema exploração espacial lunar, tem intencionalidade de trazer as discussões para o âmbito da *Ciência, Tecnologia e Sociedade* e assim promover uma *ACT* para que os estudantes possam ser protagonistas do seu conhecimento, processo de ensino e de aprendizagem, bem como na sua formação cidadã.

Para Chassot, (2011, p.62),

Assim como exige-se que os alfabetizados em língua materna sejam cidadãos e cidadãos críticos, em oposição, por exemplo, àqueles que Bertolt Brecht¹⁰ classifica como analfabetos políticos, seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura de mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor.

Dessa forma é necessário que as pessoas com conhecimento científico tenham não apenas a capacidade de interpretar o mundo (natural e artificial), mas também de contribuir para sua transformação e melhorias. Eis aí a mudança de paradigma da educação no Brasil, que se faz necessária atualmente, uma vez que:

No século passado, nos anos de 1980, e talvez sem exagero se poderia dizer até o começo dos anos de 1990, víamos um ensino centrado quase exclusivamente na necessidade de fazer com que os estudantes adquirissem conhecimentos científicos. Não se escondia o quanto a transmissão (massiva) de conteúdos era o que importava. Um dos índices de eficiência de um professor, ou de um transmissor de conteúdos, era a quantidade de páginas repassadas aos estudantes, os receptores. Era preciso que os alunos se tornassem familiarizados (aqui, familiarizar poderia até significar simplesmente saber de cor) com as teorias, com os conceitos e com os processos científicos. Um estudante competente era aquele que sabia, isto é, que era depositário de conhecimentos (CHASSOT, 2003, p.90)

No contexto da citação, Chassot explicita o que Paulo Freire falava sobre a educação bancária, que era aquela em que os professores “depositavam” os conhecimentos em seus alunos e, que “a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem depósitos, guardá-los e arquivá-los. Margem para serem colecionadores ou fichadores das coisas que arquivam”(FREIRE, 2011, p.80). Para Chassot (2003):

Hoje não se pode mais conceber propostas para um ensino de ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes (CHASSOT, 2003, p.90)

A inclusão de componentes sociais e pessoais nos currículos de ciências é importante para tornar a educação mais contextualizada, engajadora e relevante. Isso prepara

¹⁰Eugen Berthold Friedrich Brecht (10/2/1898, Augsburg, Alemanha - 15/8/1956, Berlim, Alemanha) foi um poeta, romancista, dramaturgo e teórico renovador do teatro moderno de nacionalidade alemã.

os alunos não apenas como cientistas, mas também como cidadãos ativos e responsáveis, capazes de enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Assim o Ensino de Ciências se torna mais relevante para a vida das pessoas individual e socialmente. Com isso pode-se conectar o conteúdo científico e tecnológicos com situações e problemas do mundo real, fornecendo um contexto significativo para a aprendizagem. Os alunos podem entender como a ciência afeta suas vidas diárias, comunidade e sociedade em geral.

Reid e Hodson (1993 apud SALVADOR; VASCONCELOS, 2007) propõem alguns aspectos que uma educação dirigida para a cultura científica básica deve abordar. De forma resumida são eles:

- (a) conhecimento científico;
- (b) aplicações do conhecimento científico;
- (c) resolução de problemas;
- (d) interação com a tecnologia;
- (e) questões sociais, econômicas, políticas e ético-morais na Ciência e na Tecnologia;
- (f) história e desenvolvimento da Ciência e Tecnologia;
- (g) estudo da natureza da ciência e a prática científica.

Os fundamentos propostos por Reid e Hodson (1993, citados por Salvador e Vasconcelos, 2007) para uma educação voltada à cultura científica básica revela a amplitude e a essência dessa abordagem. Esses pilares abrangem desde o conhecimento científico até a aplicação prática desse conhecimento, enfatizando a importância da resolução de problemas envolvendo a CT, considerações ético-morais, sociais e econômicas relacionadas à CT, além do estudo histórico e crítico da evolução científica e da prática científica em si. Esses aspectos, resumidos, oferecem uma visão ampla e integrada da educação voltada para a compreensão e participação na cultura científica.

Assim, para Bochecho (2011, p. 82):

Fica evidente que o desenvolvimento desses elementos visa proporcionar aos estudantes conhecimentos necessários às questões relativas à ciência e à tecnologia e o impacto de ambas no meio social, econômico e político, permitindo a capacidade de refletirem, discutirem, formarem opiniões e atuarem no meio social em que estão imersos.

Nesse sentido, a Alfabetização Científica e Tecnológica propõem desenvolverem a capacidade dos indivíduos de entender, utilizar e avaliar conhecimentos científicos. Isso envolve o desenvolvimento de habilidades, valores, atitudes e competências relacionadas à

ciência e a tecnologia, como a capacidade de fazer perguntas, formular hipóteses, coletar e analisar dados, realizar experimentos, interpretar resultados e tomar decisões baseadas em evidências.

Isso se torna especialmente relevante na conexão com o tema exploração espacial lunar. Essa temática pode oportunizar os participantes a desenvolverem habilidades e competências científicas específicas, como a capacidade de formular perguntas sobre os projetos de exploração espacial da Lua, coletar e analisar dados relevantes, interpretar resultados e discutir de forma crítica o assunto. Essa abordagem visa capacitar os indivíduos a compreender o impacto desses eventos em suas vidas e na sociedade como um todo, permitindo-lhes participar de debates científicos e tomar decisões informadas relacionadas a esse tema. Além disso, a ACT também busca promover uma compreensão crítica da ciência e da tecnologia, incluindo a natureza da ciência e da tecnologia, seus métodos, limitações e sua interação com a sociedade.

Entende-se que a ACT pode contribuir significativamente para o desenvolvimento dos mesmos, capacitando-os a compreender a importância da ciência e da tecnologia em suas vidas diárias, bem como para refletir criticamente sobre os impactos sociais e éticos relacionados à exploração espacial da Lua.

2.2.1 O (T) de Alfabetização Científica e Tecnológica

Para Prsybyciem, Silveira e Mequelin (2021) e Bocheco (2011) é preciso dar mais ênfase ao (T) de Tecnologia, que acaba sendo reduzido a um conceito empobrecido de que esse termo se refere a apenas status de ciência aplicada. Para ele:

A organização didático-pedagógica concentra-se sobre o puro desenvolvimento de conceitos científicos ou debates de controvérsias sócio-científicas, que por consequência acaba omitindo ou “emudecendo” o T de Tecnologia. Esta omissão pode proporcionar três problemas educacionais: 1) comprometer a alfabetização tecnológica, um dos objetivos educacionais do enfoque CTS; 2) causar a impressão de que a ciência e a tecnologia possuem os mesmos questionamentos; e 3) reduzir a tecnologia ao status de ciência aplicada (BOCHECO, 2011, p.23).

Ainda conforme Bocheco (2011):

Os autores observam que cada prática social possui uma coerência específica, amparada em saberes práticos, teóricos, técnicos e metodológicos. E a partir desta observação e com preocupações em relação à linha de chegada, a sala de aula, levantam o seguinte questionamento: o que, em particular da tecnologia, poderia ou deveria ser transposto para a sala de aula como um saber a ensinar? Mediante esta questão é relevante discutir a respeito do que vem a ser afinal a

tecnologia. Quais as suas relações com a ciência e que status assume diante dela? Seria a tecnologia uma possível referência de saberes escolares ou um exemplo prático da aplicação das ciências básicas? Qual a concepção dos professores acerca da tecnologia? Entende-se que será a partir da compreensão de seus objetos e da origem de seus conhecimentos que se pode vislumbrar a possibilidade de toma-la como um saber de referência e transformá-la em objeto de ensino. Somente desta forma é possível discutir a respeito do processo de alfabetização tecnológica a fim de encontrar parâmetros que satisfaçam tal processo. Não basta abordar a tecnologia de forma ampla, é necessário conhecer o seu real sentido e, para isso, exige-se uma concepção de tecnologia (BOCHECO,2011, p.98).

Os autores citados trazem reflexões pertinentes sobre a interconexão entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ambiente educacional. Destaca-se a necessidade de não reduzir o “T” de Tecnologia a um mero aplicativo da ciência, mas sim compreendê-lo como um saber próprio, integrado à prática social. Alerta-se para a omissão do aspecto tecnológico no ensino, o que compromete a alfabetização tecnológica dos alunos e pode gerar uma visão equivocada de que ciência e tecnologia enfrentam os mesmos questionamentos.

A discussão proposta também incita a pensar sobre a tecnologia como um saber de referência no ensino, destacando a importância de compreender sua natureza, suas relações com a ciência e seu papel na sociedade. Os autores instigam a considerar a verdadeira essência da tecnologia e a importância de uma concepção clara sobre ela para um efetivo processo de alfabetização tecnológica, ultrapassando uma abordagem superficial e buscando incorporar seu real significado como objeto de ensino.

2.3 EDUCAÇÃO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

Para Linsingen, Pereira e Bazzo (2003), explicam que o surgimento do movimento ciência, tecnologia e sociedade (CTS) reflete as incertezas presentes na condição humana neste novo milênio. O desenvolvimento do conhecimento tem sido tão rápido que, hoje em dia, o papel da ciência é mais marcante no presente e gera mais incertezas para o futuro do que sua longa história ao longo de séculos. Paralelamente, a tecnologia sempre definiu a humanidade, talvez até mais do que o próprio conhecimento científico, remontando ao surgimento do técnico como parte essencial da origem humana. No entanto, neste século, a tecnologia parece ter alcançado um domínio ilimitado sobre as condições de vida humana, como previsto por Ortega y Gasset em sua famosa obra *Meditação da Técnica*¹¹.

Ainda conforme os autores, os estudos sobre CTS não são apenas relevantes em ambientes acadêmicos onde tradicionalmente a ciência e a tecnologia são investigadas historicamente ou filosoficamente. Ao contextualizar o processo tecnocientífico na sociedade

¹¹Ortega y Gasset, J. (1939). *Meditação da Técnica*. Revista de Occidente.

e defender a participação democrática em sua direção, os estudos de CTS se tornam de grande relevância pública. Hoje, questões sobre ciência e tecnologia e seu impacto na vida humana não se limitam ao ambiente acadêmico, tornando-se foco de atenção e interesse em toda a sociedade.

Entretanto, Linsingen, Pereira e Bazzo (2003) apontam que a tríade de CTS é mais complexa do que uma simples sequência. A separação entre conhecimento científico e tecnologia (conceito, produtos, sistemas, processos) não é adequada, uma vez que ambos estão intrinsecamente ligados. O conhecimento científico e a tecnologia (sua aplicação tecnológica) não são processos independentes e sucessivos, mas estão entrelaçados. Além disso, CT não existem separadas do contexto social no qual conhecimento e artefatos ganham relevância e valor. A CT se desenvolvem dentro do contexto social, em que a CT desempenham um papel central em sua própria formação.

2.3.1 O surgimento do movimento CTS

O movimento CTS, teve origem no final dos anos 1960 e início dos anos 1970, proveniente de discussões em Sociologia e Filosofia da Ciência. Ele emergiu como resposta à comunidade acadêmica que buscava contrapor o modelo tradicional e linear de desenvolvimento da CT (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2003).

Conforme Chrispino (2017), durante esse período, vários grupos ativistas surgiram para destacar os perigos enfrentados pelos cidadãos devido ao avanço da ciência e tecnologia. Os movimentos mais significativos concentravam-se em questões como energia nuclear e seus riscos, mísseis balísticos, transporte supersônico e substâncias como clorofluorcarbonos (CFCs) usados em aerossóis, além dos impactos das pesquisas genéticas, entre outros tópicos.

Esse movimento surgiu em resposta aos impactos negativos do desenvolvimento científico, como degradação ambiental e conflitos bélicos. Conforme Prsybyciem (2022, p. 72),

[...]o movimento CTS se iniciou pelas situações desfavoráveis ocorridas no âmbito social e ambiental, causadas pelo desenvolvimento da CT, como a degradação ambiental e os aspectos relacionados a guerras (pesquisa e criação de armas nucleares, armas biológicas e químicas) e as revoluções industriais. Assim, o avanço científico e tecnológico não proporcionou apenas benefícios para a sociedade, mas, também, incertezas, desafios, riscos e aspectos negativos.

Segundo Auler e Delizoicov (2006) o modelo tradicional de progresso, reforça a concepção da suposta neutralidade da CT e das decisões tecnocráticas (sem a participação das pessoas). Nesse processo, não há espaços para decisões mais democráticas sobre CT.

Sendo assim, o movimento CTS, surge para se contrapor a esse modelo linear e tradicional de desenvolvimento que é pouco democrático.

Para Koepsel (2003, p. 52), o movimento CTS surgiu como “uma forma de criticar e avaliar a ciência e a tecnologia dentro do contexto social”. A expressão CTS foi utilizada para evidenciar as relações entre CTS, abordando os aspectos sociais (valores e redes de interesses) que influenciam na mudança científico e tecnológica, bem como as consequências e influências para a sociedade e o meio ambiente do desenvolvimento da CT (VON LINSINGEN, 2007; MANSOUR, 2009; Apud PRSYBYCIEM, 2022).

O movimento CTS examina a interação entre ciência, tecnologia e seu impacto na sociedade, explorando como esses elementos se influenciam mutuamente. Ele investiga questões éticas, ambientais, políticas, sociais, culturais e econômicas relacionadas ao desenvolvimento e uso da ciência e da tecnologia. Essa interdisciplinaridade busca compreender como as inovações tecnológicas moldam e são moldadas pelas dinâmicas sociais, contribuindo para um diálogo crítico sobre seus efeitos e implicações na vida contemporânea.

2.3.2 O ensino de ciências e a Educação CTS

Conforme Bazzo, Pinheiro e Silveira (2007) há mais de trinta anos, o movimento CTS concentra esforços na esfera educacional. Esse foco, conhecido como “enfoque CTS no contexto educativo”, busca uma revisão na maneira como a ciência e a tecnologia são abordadas no currículo, ligando-as mais intimamente ao contexto social. Segundo Medina e Sanmartín (1990) Apud Bazzo, Pinheiro e Silveira (2007, p. 74) , ao integrar esse enfoque na educação, é fundamental seguir alguns objetivos:

- Questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza, as quais devem ser constantemente refletidas. Sua legitimação deve ser feita por meio do sistema educativo, pois só assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade.
- Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático, assim como sua distribuição social entre ‘os que pensam’ e ‘os que executam’, que reflete, por sua vez, um sistema educativo dúbio, que diferencia a educação geral da vocacional.
- Combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação.
- Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica.

Assim, os pontos-chave para repensar a educação no sentido da educação CTS,

envolvem desafiar abordagens antigas na interação com a natureza, questionar divisões entre conhecimento teórico e prático, superar segmentações educacionais e promover a integração crítica do conhecimento científico e tecnológico na vida das comunidades.

Para Koepsel (2003), isso se alinha à necessidade incontestável de ações educativas que capacitem o público para participar ativamente na avaliação das ciências e das tecnologias, garantindo decisões democráticas e um controle efetivo do desenvolvimento da CT. Koepsel (2003, p. 72) diz que,

[...]a participação pública na avaliação de tecnologias seja efetiva e as decisões sobre seu desenvolvimento sejam realmente democráticas, é indubitável que devem ser tomadas ações educativas que permitam a formação de um público preparado para a participação nestes assuntos. Só a existência de uma população culta, em relação nestes temas, pode garantir um controle efetivo do desenvolvimento tecnocientífico. A finalidade do enfoque CTS na educação é a formação de cidadãos críticos e ativos, capazes de participar de modo consciente nas complexas controvérsias sobre as implicações e as repercussões sociais da tecnociência.

Assim, considerando que a escola, integrante da sociedade, nem sempre evolui paralelamente às suas mudanças e, frequentemente, compartilha conteúdos desatualizados para a preparação dos estudantes em uma sociedade contemporânea, torna-se evidente o papel crucial dos educadores nessa formação, sinaliza Kalinke, Lorenzetti e Rocha (2019). É indiscutível que a escola precisa preparar cidadãos críticos e atuantes na sociedade. Essa missão se alinha diretamente à necessidade de ações educativas que habilitem a população a participar ativamente na avaliação da CT, assegurando decisões democráticas e um controle efetivo desse desenvolvimento.

Kalinke, Lorenzetti e Rocha (2019, p. 110) apontam que:

A escola, participe da sociedade, nem sempre acompanha suas mudanças e muitas vezes ainda socializa conteúdos que não preparam os estudantes para atuarem numa sociedade contemporânea. Schirlo e Silva (2012) acreditam que é papel dos educadores essa formação, destacando que a escola deve preparar um cidadão crítico e com capacidade de tomada de decisões científicas e tecnológicas.

No Ensino de Ciências, a educação CTS está ligada à formação mais crítica em ciência e tecnologia para os cidadãos (SANTOS; SCHNETZLER, 2010). Segundo Waks (1987), um dos principais propósitos da educação CTS é ajudar os alunos a compreender o ambiente em que a ciência e a tecnologia operam, capacitando-os intelectualmente para

uma participação cidadã consciente.

Dessa forma, há uma diferença entre o Ensino Clássico de Ciências e a forma com que o ensino na educação CTS ocorre. No Quadro 01, podemos ver melhor essas distinções.

Quadro 01: Diferenças entre Ensino Clássico de Ciências e Educação CTS

Ensino clássico de ciências	Ensino de CTS
1. Organização conceitual da matéria a ser estudada (conceito de física, química e biologia).	1. Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
2. Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	2. Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum.
3. Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	3. Exploração, uso e decisões são submetidas a julgamento de valor.
4. Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade.	4. Prevenção de consequências a longo prazo.
5. Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.	5. Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas.
6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática.	6. Ênfase à prática para chegar à teoria.
7. Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exato e imparcial.	7. Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar).
8. Busca, principalmente, novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural, um espírito caracterizado pela ânsia de conhecer e compreender.	8. Busca principalmente implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social.

Fonte: Zoller e Watson (1974, p. 110, traduzido por Prsybyciem, 2022, p.80)

O quadro comparativo entre o ensino clássico de ciências e o ensino de CTS destaca diferenças fundamentais nas abordagens educacionais.

Enquanto o ensino clássico foca na organização conceitual disciplinar e na busca pela verdade científica, o ensino de CTS propõe uma visão mais ampla e contextualizada, explorando temas tecnológicos e sociais, promovendo uma abordagem interdisciplinar e estimulando a reflexão sobre os impactos sociais e éticos das decisões tecnológicas.

Essa comparação ressalta a importância de uma educação que vá além do conhecimento científico e tecnológico, preparando os alunos para compreenderem criticamente a abordagem CTS, capacitando-os para lidar com questões complexas e atuar de forma consciente e responsável na sociedade contemporânea.

Kalinke, Lorenzetti e Rocha (2019) explicitam que a perspectiva apresentada por Santos e Mortimer (2000), representam atitudes relacionadas ao exercício da cidadania, uma vez que, mais do que direitos, o agir em sociedade exige deveres por parte do cidadão. Assim, implementar o enfoque CTS no contexto educacional possibilita que os estudantes sejam melhor preparados para a prática da cidadania.

Kalinke, Lorenzetti e Rocha (2019, p. 111) afirmam que,

[...]uma abordagem de ensino com enfoque CTS possibilita que o aluno desenvolva novos olhares para a ciência e para a tecnologia. Na abordagem CTS a formação do cidadão é a meta. Esse cidadão pode ser um replicador do que já temos na sociedade ou um indivíduo que pode intervir no mundo a partir de seu conhecimento científico e tecnológico.

De acordo com Santos e Mortimer (2000), o propósito dessa perspectiva é promover a capacidade de compreender ciência e tecnologia para tomar decisões e se envolver ativamente na sociedade.

Ainda, conforme esses autores, os valores permeiam as decisões cotidianas, inclusive na escolha de produtos químicos. Essas escolhas não se baseiam apenas na eficácia, mas também consideram impactos na saúde, meio ambiente, valores éticos e condições de produção. Essa reflexão sobre a procedência e efeitos dos produtos contribui para formar cidadãos críticos e engajados na sociedade.

Kalinke, Lorenzetti e Rocha (2019) explicitam que a perspectiva apresentada por Santos e Mortimer (2000),

[...]representam atitudes relacionadas ao exercício da cidadania, uma vez que, mais do que direitos, o agir em sociedade exige deveres por parte do cidadão. Assim, implementar o enfoque CTS no contexto educacional possibilita que os estudantes sejam melhor preparados para a prática da cidadania.

Aikenhead (1994) propõe um roteiro de estratégias a serem implementadas para alcançar os objetivos da abordagem CTS.

- a) Introdução de um problema social;
- b) Análise da tecnologia relacionada ao tema social;
- c) Estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida;
- d) Estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado;
- e) Discussão da questão social original.

Ao abordar questões sociais no contexto de CTS é fundamental para promover uma compreensão mais ampla dos desafios contemporâneos. Ao iniciar a reflexão a partir de um problema social, os estudantes são incentivados a investigar as relações de CT envolvidas.

Estudar a tecnologia em relação ao tema social e os conteúdos científicos pertinentes oferece uma perspectiva mais ampla sobre os desafios enfrentados. Essa abordagem permite uma compreensão aprofundada das interações complexas entre CTS e seus impactos.

Ao discutir a questão social original, os estudantes são capacitados a considerar não apenas a eficácia das soluções propostas, mas também os impactos na saúde, no meio ambiente, nos valores éticos e nas condições de produção. Isso os capacita a tomar decisões fundamentadas e conscientes, alinhando conhecimento científico e valores éticos na busca por soluções mais sustentáveis e socialmente responsáveis.

Portanto, partir de um problema social e estudar a tecnologia e os conteúdos científicos associados é essencial para uma compreensão mais profunda dos desafios contemporâneos. Esse processo educacional contribui para formar indivíduos críticos, conscientes e engajados socialmente, preparando-os para agir de maneira responsável na sociedade.

Prsybyciem (2022) menciona as reflexões de Hodson (1998) em relação ao analfabetismo científico, especialmente entre os menos favorecidos, propondo a Alfabetização Científica Crítica Universal. Essa perspectiva busca capacitar os alunos a agir de forma responsável diante de questões sociocientíficas, desafiando abordagens tradicionais de ensino que não conectam o conteúdo com a vida social. Embora a abordagem CTS seja reconhecida por promover uma educação científico-tecnológica crítica, é essencial que o currículo e as práticas educativas CTS incorporem ação social (ativismo fundamentado) e preparação para uma educação transformadora, para um processo completo.

Para Prsybyciem (2022, p. 21), na expressão,

[...] ativismo sociocientífico fundamentado. A palavra “fundamentado”

consiste nos conhecimentos da CT e nas abordagens CTS, EBI¹² e ASC¹³ articuladas em um Modelo de Atividades Baseadas em Investigação teórico-prático. Com isso, defende-se um ativismo fundamentado na educação científica e tecnológica, com dialogicidade entre teoria-prática e ação-reflexão. Não se busca um ativismo cego e ligado à doutrinação, mas sim, uma ação social que estimule o empoderamento e a emancipação dos sujeitos.

O ativismo fundamentado, portanto é uma abordagem que envolve a ação social baseada em conhecimento, informações embasadas em evidências e reflexões críticas sobre questões específicas da sociedade. Ele se concentra em aplicar o conhecimento adquirido de forma ativa e engajada na promoção de mudanças sociais, políticas ou ambientais. Esse tipo de ativismo não é apenas sobre expressar opiniões ou tomar ações por impulso, mas sim sobre agir de maneira informada, embasada em dados, pesquisas e princípios éticos, visando contribuir para a transformação e o avanço positivo em determinadas áreas ou problemas.

Já para os autores Machado, Silveira e Orth (2021, p. 348),

Reis é a principal referência educacional sobre ativismo sociocientífico e defende que o exercício da cidadania pelos estudantes é possível se proporcionarmos a eles ferramentas para a compreensão do fazer científico e de suas relações com a tecnologia e a sociedade. Assim, o ativismo sociocientífico se projeta para além de discussões e contextualizações e propõe a ação como resultado da aprendizagem e da alfabetização científica. Os pilares do ativismo sociocientífico são a investigação, a discussão e a ação sociopolítica. A investigação está relacionada à provocação dos estudantes para a importância do estudo das Ciências e do desenvolvimento de competências para compreender o problema abordado, pretendendo que distingam o conhecimento de senso comum do conhecimento científico.

Portanto, o ativismo fundamentado precisa estar presente também, além das estratégias elencadas por Aikenhead (1994). Embora esses pontos sejam essenciais como ponto de partida, a inclusão do ativismo, conforme aponta Prsybyciem (2022), deve ir além da fase inicial de análise e estudo, incorporando ações práticas que não apenas compreendam o problema, mas também implementem soluções, intervenções impactantes e engajamento ativo com a comunidade afetada. Isso implica não apenas discutir teoricamente, mas

¹²Ensino Baseado em Investigação

¹³Ativismo Sóciocientífico

influenciar diretamente políticas, promover mudanças reais nas esferas sociais, econômicas e políticas, com o objetivo de gerar um impacto positivo na vida das pessoas afetadas direta ou indiretamente pelo problema.

A educação CTS difere da maneira clássica de Ensino de Ciências, pois requer construir a autonomia e consciência crítica dos alunos, frente a questões que afetam direta ou indiretamente suas comunidades, fazendo com que eles sejam agentes ativos nos processos de discussão em questões tecnológicas e sócio-científicas, formando assim, a sua cidadania.

2.4 A EXPLORAÇÃO ESPACIAL LUNAR

A corrida espacial surgiu como um embate direto entre Estados Unidos da América e antiga União Soviética durante a Guerra Fria, um período tenso de rivalidade geopolítica e ideológica entre as superpotências mundiais pós-Segunda Guerra Mundial. Esse contexto foi crucial para impulsionar a exploração espacial, transformando-a em uma busca por supremacia e prestígio.

A era espacial foi inaugurada pela União Soviética pelo lançamento do satélite artificial Sputnik, em 1957. Este feito icônico marcou não apenas um avanço tecnológico significativo, mas também um ponto de inflexão na corrida entre EUA e URSS, desencadeando uma série de conquistas espaciais.

O pioneirismo soviético continuou com Yuri Gagarin, em 1961, o primeiro humano a orbitar a Terra. Sua missão histórica simbolizou um marco na exploração espacial, consolidando a liderança da União Soviética na conquista do espaço.

Paralelamente, nos Estados Unidos, o engenheiro de foguetes Wernher von Braun desempenhou um papel crucial. Ele foi fundamental para o desenvolvimento do programa espacial americano, contribuindo significativamente para o projeto Apollo, que visava a chegada do Homem à Lua.

Braun desenvolveu o foguete Saturno V, que é uma das maravilhas da engenharia espacial, reconhecido como o veículo que possibilitou o pouso na Lua durante o programa Apollo. Desenvolvido pela NASA, foi o foguete mais poderoso já construído e continua sendo até hoje.

Com uma altura de aproximadamente 110 metros e uma capacidade de carga impressionante, o Saturno V era composto por três estágios principais. Seu primeiro estágio, alimentado por cinco enormes motores F-1, proporcionava a força necessária para tirar a espaçonave da órbita terrestre.

O segundo estágio, com cinco motores J-2, impulsionava a espaçonave a maiores altitudes e velocidades. O terceiro estágio, com um único motor J-2, era responsável por colocar a cápsula Apollo em rota em direção à Lua.

Além de sua potência impressionante, o Saturno V foi uma maravilha de engenharia devido à sua confiabilidade. Durante as missões Apollo, o foguete demonstrou

um notável índice de sucesso, realizando lançamentos sem falhas graves.

O foguete Saturno V foi utilizado em um total de seis missões que foram destinadas à Lua durante o programa Apollo da NASA. Dessas missões, cinco delas (Apollo 11, 12, 14, 15 e 16) pousaram astronautas na superfície lunar, enquanto a Apollo 13, embora tenha enfrentado sérios problemas durante a viagem, retornou com segurança à Terra sem realizar a alunissagem¹⁴ planejada devido a uma falha no caminho.

Essas missões representaram momentos históricos e avanços significativos na exploração espacial, com a Apollo 11 sendo a primeira a levar seres humanos à Lua em julho de 1969.

A capacidade do Saturno V de transportar enormes cargas foi crucial para as missões Apollo, permitindo o transporte das espaçonaves e equipamentos necessários para as viagens à Lua.

A Apollo 11 entrou para a história em 1969, quando Neil Armstrong e Buzz Aldrin tornaram-se os primeiros humanos a caminhar na superfície lunar. Esse momento icônico não só marcou um triunfo tecnológico para os EUA, mas também representou um momento simbólico de realização da humanidade.

Atualmente, a exploração espacial lunar continua sendo um objetivo ambicioso. Diversos países e organizações, além da NASA, estão trabalhando em projetos para retornar à Lua. Esta nova era da exploração lunar é caracterizada por uma abordagem colaborativa e diversificada, com missões planejadas para pesquisa científica, exploração de recursos e até mesmo a possibilidade de estabelecimento de bases permanentes.

A exploração espacial lunar, que teve início em meio à rivalidade da Guerra Fria, evoluiu para uma busca por descobertas científicas e tecnológicas, bem como novas fronteiras, representando não apenas uma competição entre nações, mas também uma exploração em busca de conhecimento e avanços.

Porém, apesar dos avanços e conquistas, a ida do homem à Lua foi alvo de teorias da conspiração, fakenews e desinformação ao longo dos anos. Algumas correntes de pensamento questionaram a veracidade dos eventos, sugerindo que as missões Apollo foram encenadas em estúdios cinematográficos, o que alimentou dúvidas e debates controversos sobre a autenticidade histórica dessas conquistas espaciais.

Essas teorias, embora amplamente refutadas por evidências científicas e testemunhos, persistem e são propagadas, destacando o desafio contínuo de lidar com a disseminação de desinformação em uma era digital.

¹⁴A alunissagem é o termo utilizado para descrever o processo de pouso de uma espaçonave na superfície da Lua.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA:

A presente pesquisa foi categorizada como qualitativa e bibliográfica. Segundo Lakatos e Marconi (2017), uma abordagem qualitativa se destaca por sua descrição e reflexão sobre os fenômenos naturais. Ela busca compreender a complexidade e as sutilezas de um tema, ultrapassando dados e números quantitativos para explorar interpretações, contextos e características intrínsecas.

Assim, pode-se denominar a mudança,

[...] quantitativa o simples aumento ou diminuição de quantidade. Por sua vez, a mudança qualitativa seria a passagem de uma qualidade ou de um estado para outro. O importante é lembrar que a mudança qualitativa não é obra do acaso, pois decorre necessariamente da mudança quantitativa; voltando ao exemplo da água, do aumento progressivo do calor ocorre a transformação em vapor, a 100^o, supondo-se normal a pressão atmosférica. Se ela mudar, então, como tudo se relaciona (primeira lei da dialética), mudará também o ponto de ebulição. Mas, para dado corpo e certa pressão atmosférica, o ponto de ebulição será sempre o mesmo, demonstrando que a mudança de qualidade não é uma ilusão: é um fato objetivo, material, cuja ocorrência obedece a uma lei natural. Em consequência, é previsível: a ciência pesquisa (e estabelece) quais são as mudanças de quantidade necessárias para que se produza dada mudança de qualidade (LAKATOS, MARCONI, 2017, p.111).

Nesse sentido, aplicando isso a uma proposta didática sobre a exploração espacial lunar na abordagem CTS, para promover uma *ACT*, essa abordagem qualitativa poderia significar não apenas focar nos dados ou fatos científicos quantitativos sobre a exploração espacial, mas também considerar aspectos mais amplos, como as implicações sociais, éticas e culturais desse processo em sala de aula e na sociedade. Isso envolveria explorar as mudanças graduais ou abruptas na compreensão dos alunos sobre ciência e tecnologia no contexto da exploração lunar, indo além dos números para compreender a qualidade das percepções e entendimentos dos estudantes.

Já a pesquisa bibliográfica é um tipo de estudo que se concentra na coleta e análise de informações já publicadas, disponíveis em livros, artigos, teses, documentos, sites e outras fontes bibliográficas. Segundo Lakatos e Marconi (2017), é uma abordagem que se baseia na identificação, coleta e análise de informações já publicadas sobre um tema específico. Essa metodologia tem como objetivo central obter um panorama abrangente e atualizado do tema em questão, fornecendo uma base sólida de informações para embasar novas pesquisas, propostas e estudos.

Para esse processo da pesquisa bibliográfica seguimos os seguintes passos de investigação:

- (i) determinar os objetivos;
- (ii) elaborar um plano de trabalho;
- (iii) identificar as fontes;
- (iv) localização e obtenção do material;
- (v) leitura do material;
- (vi) realização de apontamentos e síntese;
- (vii) escrita do trabalho.

3.2 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA:

O desenvolvimento da pesquisa envolveu as etapas a seguir:

1^a etapa - **Pesquisa Bibliográfica:** Realizou-se uma busca em periódicos científicos, a seleção e a análise de fontes bibliográficas relevantes sobre a abordagem CTS para a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica na literatura em Ensino de Ciências. . Esse material foi formado principalmente por artigos científicos e livros. Aqui, concentrou-se na coleta de informações para atender os objetivos da pesquisa, bem como a fundamentação da proposta didática.

2^a etapa - **Elaboração da Proposta Didática:** Nesta etapa, utilizou-se os conhecimentos adquiridos na pesquisa bibliográfica para criar a estrutura e o conteúdo da proposta didática com base em Aikenhead (1994) e Prsybyciem (2022). Isso envolveu planejar as atividades, definir objetivos educacionais, estabelecer métodos de ensino e avaliação, tudo focado na exploração espacial lunar e na promoção da ACT, com a abordagem CTS.

3^a etapa - **Reflexão da Proposta Didática elaborada:** Nesta fase, buscou-se realizar uma avaliação crítica da proposta didática desenvolvida. Revisou-se e examinou-se detalhadamente todos os elementos da proposta, como objetivos, metodologia, conteúdo, estratégias de ensino e avaliação. O objetivo foi confrontar cada aspecto da proposta com os conceitos teóricos, diretrizes e abordagens dos autores estudados na pesquisa bibliográfica. A avaliação se baseou em uma comparação minuciosa entre o que foi apresentado na proposta didática e as orientações teóricas dos autores estudados. Isso ajudou a compreender, teoricamente, como a proposta se alinha ou diverge dos fundamentos teóricos existentes e como ela poderia contribuir para a promoção da ACT, pela abordagem CTS conforme discutido pelos autores na literatura científica.

Cada etapa foi interligada e dependente da anterior. A pesquisa bibliográfica foi a base teórica, seguida pela elaboração de uma da proposta e, por fim, a avaliação da proposta, considerando os parâmetros definidos na pesquisa bibliográfica.

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

A presente seção, apresenta uma proposta didática fundamentada na educação CTS, com o objetivo de promover uma ACT em torno do tema da exploração espacial lunar. Esta proposta, foi construída com base em uma pesquisa bibliográfica, visando estimular o pensamento crítico e a compreensão dos alunos sobre a interseção entre ciência, tecnologia e sociedade, tendo como foco a exploração espacial do nosso satélite natural em seu contexto histórico-social, e tecno-científico da corrida espacial na Guerra Fria e também nos dias atuais com o desenvolvimento e aprimoramento de programas espaciais de diversos países.

Além disso realizou-se reflexões sobre a proposta didática. Essa etapa crítica da pesquisa se destina a avaliar a proposta, considerando os referenciais teóricos da área, bem como os objetivos delineados para a promoção da ACT.

No cenário educacional atual, a busca por metodologias que estimulem a aprendizagem significativa tem sido uma prioridade constante. Em meio a esse contexto, o ensino das ciências tem desafiado os métodos convencionais, buscando integrar conceitos científicos com questões tecnológicas e sociais para promover uma compreensão mais ampla e contextualizada do conhecimento.

Neste contexto, emerge a proposta didática em foco, um projeto educacional que visa explorar a interseção entre CTS, redefinindo os paradigmas tradicionais do ensino de ciências. Para análise dos dados emergiu dois tópicos de análise: i) 4.1 Proposta didática sobre o tema exploração espacial lunar; e, ii) 4.2 reflexões sobre a proposta didática elaborada.

4.1 PROPOSTA DIDÁTICA SOBRE O TEMA EXPLORAÇÃO ESPACIAL LUNAR

A proposta didática tem como base os cinco passos da estratégia de ensino esboçada por Aikenhead (1994) e a adição do ativismo fundamentado, como sexto passo proposto por Prsybyciem (2022).

Propõem-se a aplicação da referida proposta no contexto do ensino médio (1º, 2º ou 3º ano do Ensino Médio). A proposta é interdisciplinar e pode ser adaptada e aplicada em vários contextos e para atender diferentes objetivos educacionais nas disciplinas de Química, Física, Ciências Biológicas, bem como em outras áreas do conhecimento (Geografia, Filosofia, História, Sociologia, Arte). Tal proposta didática pode ser desenvolvida em dezesseis aulas de 50 minutos cada (16 horas/aula).

Tema controverso: Exploração espacial lunar

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Geral: Compreender o tema exploração espacial lunar e suas relações CTS, buscando refletir os impactos sociais, tecnológicos e suas contradições;

Específicos:

- (a) Identificar as concepções iniciais dos alunos sobre o tema exploração espacial;
- (b) Refletir sobre o tema exploração espacial na lua e as relações CTS, buscando superar a desinformação na sociedade;
- (c) Debater a veracidade da ida do homem à Lua e a alocação de recursos financeiros para a exploração espacial
- (d) Estudar o contexto histórico-social e tecno-científico da corrida espacial na Guerra Fria;
- (e) Explorar os impactos sociais e econômicos e as tecnologias desenvolvidas no contexto da exploração espacial lunar;
- (f) Compreender conceitos físicos, biológicos e químicos no desenvolvimento de foguetes e no contexto de exploração espacial;
- (g) Estudar o combustível de propulsão de hidrogênio-oxigênio e maneiras de obtê-lo;
- (h) Construir um modelo do foguete Saturno V;
- (i) Elaborar e divulgar um folder informativo sobre a exploração espacial lunar;

1) Introdução de um problema social: (2 horas/aula):

-Problematização

A exploração espacial lunar, embora seja uma conquista científica e tecnológica notável, bem como uma fonte de inspiração para a humanidade, é um tema que suscita controvérsias e desafios éticos e sociais. Cabe destacar que há muitas pessoas (independente da classe social, gênero e etnia) que duvidam que o homem tenha chegado à Lua no século passado surgindo, assim, nas redes sociais e Internet, de forma geral, diversas notícias falsas sobre a temática.

Além disso, a exploração espacial (em específico nesse trabalho, a lunar) também levanta preocupações sobre a priorização de investimentos em detrimento de desafios terrestres urgentes, como as mudanças climáticas, a fome e a pobreza. As pessoas (todos os atores sociais) devem participar desse processo de tomada de decisão, avaliando os impactos negativos e positivos para sociedade e meio ambiente desse processo.

Este é um dilema complexo que exige um equilíbrio delicado entre os avanços científico-tecnológicos e as implicações sociais que a exploração lunar traz consigo. Tais controvérsias, contradições e narrativas (e outras que surgirem) de empresas, cientistas, engenheiros e

governos devem ser problematizadas na escola e no meio social.

1º momento

Os alunos serão divididos em grupos (4 alunos em cada grupo). Em seguida, o professor(a) apresentará, respectivamente, uma fake news e uma notícia de jornal (ANEXO 01) relacionadas ao tema exploração espacial na lua.

Sobre a fake News, será passado o vídeo “Teorias da Conspiração: a ida do homem à Lua foi uma farsa?”

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=nW69dAhKe7Y&t=108s>>

Ao usar esse vídeo como recurso educativo, é fundamental incentivar os alunos a analisar criticamente as informações apresentadas, observar os argumentos usados para contestar a veracidade do evento histórico e entender como a teoria da conspiração se baseia em interpretações alternativas de evidências.

O objetivo incentivar uma análise comparativa entre as informações do vídeo e os dados científicos e históricos que comprovam a missão lunar, estimulando o pensamento crítico e a habilidade de discernimento diante de conteúdos controversos. Ao final, espera-se que os alunos possam perceber como a análise crítica é essencial diante de informações que desafiam eventos historicamente estabelecidos.

Já a notícia (ANEXO 01) de (21/08/2023), trata da nova corrida espacial, e por que muitos países querem chegar no polo Sul da Lua.

Disponível em:

< <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2023/08/21/nova-corrída-espacial-por-que-todo-mundo-que-chegar-no-polo-sul-da-lua.htm>>.

Após esse momento, o professor (a) entregará para cada grupo uma folha com os seguintes questionamentos:

Questionamentos:

(a) Você acredita que o homem possa ter ido à Lua há mais de 50 anos atrás?

Explique sua resposta;

(b) Quais os interesses dos países na exploração espacial na Lua?

(c) Quem financia a exploração espacial na lua?

(d) Como você vê a alocação de enormes quantias em dinheiro para a exploração espacial, enquanto no nosso planeta milhões de pessoas passam fome e são atingidas por inúmeros problemas sociais e ambientais?

(e) Você conhece alguma tecnologia que foi desenvolvida no contexto de exploração espacial e que hoje muitas pessoas a utilizam? Quais os impactos dessas tecnologias?

(f) Como funciona um foguete?

(g) Quais são as intenções de retomar o programa espacial lunar?

(h) Quais as matérias primas estão envolvidas na fabricação de foguetes e roupas espaciais?

(i) Qual a composição da Lua e sua influência no planeta Terra?

A resolução das questões deverá ocorrer em sala de aula. Os alunos podem utilizar celulares para investigação. Na sequência, cada grupo deverá apresentar suas respostas para todos da sala. O professor irá registrar as ideias dos alunos sobre as questões no quadro (sistematização inicial). É importante o professor(a) estimular o trabalho em pequenos grupos, bem como a comunicação de ideias, a escrita e a reflexão individual e coletiva.

2º momento

Em um segundo momento, ainda na problematização, o professor (a) apresentará o site de previsão meteorológica.

Disponível em: <<https://www.msn.com/pt-br/clima/mapas/precipitation/in-Erechim,Rio-Grande-do-Sul>>

Isso ajudará os alunos a compreenderem a relação da atual tecnologia que usa satélites para previsão e monitoramento do tempo e sua relação com a temática exploração lunar. Esse site específico, é sobre a previsão meteorológica do município de Erechim, mas pode ser de qualquer cidade, podendo usar esse recurso no contexto de onde será aplicado a aula. A intenção é mostrar a importância do desenvolvimento de CT, para obtenção de dados precisos sobre a condição e previsão do tempo, para as pessoas em seu cotidiano. Graças ao desenvolvimento de foguetes, para lançar esses objetos em órbita, hoje temos condições de saber como será a previsão meteorológica dos próximos dias e assim se programar para eventos adversos, como enchentes e deslizamentos, por exemplo.

O professor irá expor as questões no quadro e cada aluno responderá em seu caderno de maneira individual.

Questões:

(a) Como você acha que os dados da previsão meteorológica podem ser obtidos?

(b) Você considera importante obter esses dados? Por que?

(c) Como você define o que é um satélite?

(d) Qual foi o primeiro satélite artificial lançado pelo homem na órbita terrestre? A que país pertencia o satélite?

O segundo momento, ao introduzir dados meteorológicos e a discussão sobre satélites, busca conectar a importância da coleta de informações espaciais para a compreensão do clima e para serviços essenciais, como previsão meteorológica. Isso também ajuda os alunos a entenderem a utilidade prática da tecnologia espacial no cotidiano, como a coleta de dados climáticos por satélites. Na sequência, cada aluno apresentara sua resposta para reflexão coletiva.

2) Análise da tecnologia relacionada ao tema social: (2 horas/aula)

Essa parte indica a avaliação ou exame da tecnologia associada ao tema social introduzido. Isso envolve investigar como a tecnologia está conectada ou é aplicada no contexto de um problema ou questão social, analisando seus impactos, benefícios e desafios dentro desse cenário específico. Essa análise busca compreender como a tecnologia influencia ou pode ser utilizada para lidar com questões sociais relevantes.

No passo 2, o professor discutirá três textos curtos. O primeiro, mostra uma definição para satélite (ANEXO 02) disponível em: < <https://www.significados.com.br/satelite/>>.

A ideia é estabelecer uma conexão entre o uso atual de satélites para previsão do tempo e monitoramento e como essa tecnologia, desenvolvida para a exploração espacial, tem impacto na vida cotidiana das pessoas.

Essa abordagem visa mostrar aos alunos a relevância do desenvolvimento de Ciência e Tecnologia (CT) para obter dados precisos sobre o clima, permitindo que as pessoas se preparem para condições climáticas adversas. A relação a ser estabelecida com os alunos é evidenciar como a tecnologia espacial influencia diretamente a qualidade de vida e a segurança da população, ao oferecer informações vitais para prevenir desastres naturais e auxiliar na organização do cotidiano em relação ao clima.

Além disso, essa atividade proporciona uma compreensão mais ampla sobre como a exploração lunar influenciou e continua a influenciar a melhoria das tecnologias utilizadas no dia a dia.

Já o segundo, (ANEXO 03) disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/sputnik-laika-e-gagarin/>>, apresenta o contexto histórico da corrida espacial entre os Estados Unidos e a União Soviética iniciada com o lançamento do Sputnik, o primeiro satélite artificial, pela URSS em 1957. Descreve como esse evento provocou um choque nos EUA,

levando-os a acelerar seu programa espacial para alcançar a superioridade tecnológica e militar. Relata os primeiros esforços americanos para responder aos avanços soviéticos, incluindo falhas iniciais e, eventualmente, o sucesso com o lançamento do Explorer 1. Destaca a fundação da NASA em 1958 e o envolvimento político da corrida espacial na eleição presidencial. Finalmente, menciona o voo histórico do cosmonauta russo Yuri Gagarin em 1961 e como isso motivou os EUA a estabelecerem o objetivo de chegar à Lua, iniciando a corrida lunar entre as duas superpotências.

Por fim, o terceiro, (ANEXO 04) apresenta uma discussão sobre GPS, disponível em: <<https://www.abreviar.com.br/gps/>>.

falar qual relação vai estabelecer com os alunos?

Após as discussões, o professor irá expor as questões no quadro e cada aluno responderá em seu caderno.

Questionamentos:

- (a) Qual foi o primeiro satélite construído pelo homem, a orbitar a Terra?
- (b) Quem foi o primeiro animal a viajar no espaço?
- (c) Quem foi o primeiro ser humano a viajar para o espaço?
- (d) De que país eram o 1º satélite, 1º animal e 1º ser humano a ir pro espaço?
- (e) Qual foi a reação dos Estados Unidos ao saber que seu maior rival estava na frente da corrida espacial? Qual meta que eles se colocaram a atingir?
- (f) Por que você acha que a corrida espacial era tão importante para os países que a vinham disputando? Quais os interesses econômicos e políticos?
- (g) Os cientistas (especialistas, tecnólogos e engenheiros) eram neutros nos processos de tomada de decisão?
- (h) Você conhece alguma tecnologia que utiliza satélites para funcionar?
- (i) Como funciona um GPS?

A resolução das questões deverá ocorrer em sala de aula. Os alunos podem utilizar celulares para investigação em grupos. Na sequência, cada grupo deverá apresentar suas respostas para todos da sala. O professor irá registrar as ideias dos alunos sobre as questões no quadro (sistematização).

3) Estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida: (5 horas/aula)

Esse tópico se destina estudar e compreender os aspectos dos conteúdos científicos relevantes para o determinado tema social, bem como da tecnologia relacionada a esse assunto. Visa conectar o conhecimento científico com questões do mundo real e avanços tecnológicos, promovendo uma compreensão mais ampla e aplicada da ciência e do problema ou situação social.

Para compreensão mais ampliada do tema social e promoção de transformações por meio de ações práticas fundamentadas na sociedade, os conteúdos científicos que podem ser abordados (dentre outros) consistem em:

- Contexto histórico-social e tecno-científico da exploração espacial e da Guerra Fria (Disciplinas de História, Sociologia, Geografia);
- Tecnologias do cotidiano associadas à exploração espacial lunar e seus impactos (disciplinas de Física e Química);
- Lei de Gravitação Universal (disciplina de Física);
- Energia potencial gravitacional entre dois corpos de massas M e m separados por uma distância R no vácuo (disciplina de Física e Matemática);
- Estados Físicos da água e Eletrólise da água (disciplinas de Física e Química);
- Propulsão de foguetes (combustíveis) (disciplinas de Física, Matemática e Química);
- Formação, componentes e tecnologias de um foguete (disciplinas de Física, Matemática e Química);
- Desinformação e Fake News sobre exploração espacial (Sociologia, Língua Portuguesa, Arte);
- Influência da Lua na terra (disciplinas Ciências Biológicas, Física e Química);
- Composição da Lua (disciplinas de Física e Química);
- Roupas espaciais (disciplinas Ciências Biológicas, Física e Química);
- Saúde dos Astronautas e Densidade óssea (disciplinas Ciências Biológicas, Física e Química).

O conteúdo (ANEXO 05), por exemplo, trata da física por trás da colocação de objetos em órbita ao redor da Terra e da quantidade de energia necessária para realizar essa façanha. Ele começa explicando a energia potencial em diferentes altitudes em relação à Terra e como a energia cinética e potencial são relacionadas no contexto de lançamento de satélites.

A equação utilizada (Equação de Tsiolkovsky) descreve a relação entre a variação de velocidade de um foguete (ΔV), a velocidade específica do propelente (V_e), e a razão entre as massas inicial e final do foguete ($\frac{m_o}{m}$), permitindo calcular a quantidade de combustível necessária para levar uma carga útil ao espaço.

O exemplo numérico apresentado calcula a quantidade de combustível necessária para elevar uma carga de 10 toneladas ao espaço usando a equação de foguete. Isso é utilizado para mostrar aos alunos como a física e os cálculos são aplicados no lançamento de foguetes.

A intenção do professor ao apresentar esse conteúdo é mostrar aos alunos os princípios físicos envolvidos na colocação de objetos em órbita e como os cálculos são feitos para determinar a quantidade de combustível necessária para alcançar determinadas velocidades e altitudes no espaço. Essa abordagem prática e teórica visa ampliar o entendimento dos alunos sobre a física por trás das missões espaciais.

Depois, o professor explicará brevemente o funcionamento do GPS (ANEXO 06). Este sistema, abreviação para Sistema de Posicionamento Global, opera por meio de uma rede de satélites em órbita terrestre. Esses satélites transmitem sinais de rádio contendo informações temporais e de localização.

O dispositivo GPS recebe sinais de, pelo menos, quatro desses satélites e calcula a diferença de tempo entre a transmissão e recepção dos sinais para determinar a distância entre o dispositivo e cada satélite. Com base nesses cálculos de distância, o GPS utiliza um processo chamado triangulação para calcular a posição precisa do dispositivo, incluindo latitude, longitude, altitude e velocidade.

Esta tecnologia é fundamental para navegação em veículos, smartphones e muitos outros dispositivos modernos, fornecendo orientação e localização precisa em todo o planeta. Ela se relaciona com o tema Exploração Espacial, pois sua criação envolve a utilização de satélites, lançados a partir de foguetes.

Em seguida o professor(a) trabalhará o texto sobre o plano de mineração para obter combustível de foguetes na Lua (ANEXO 07) .

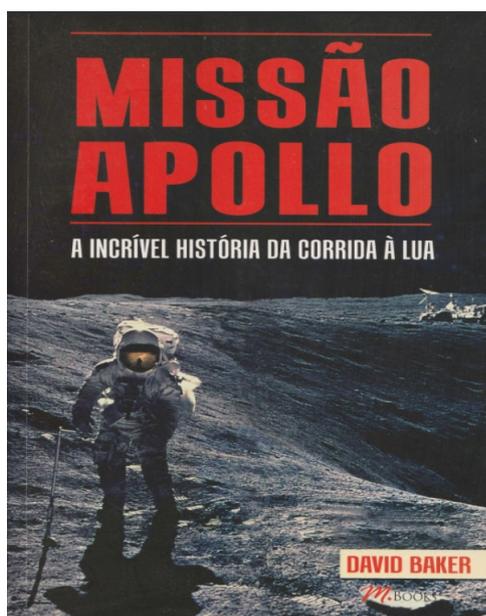
Com esse texto poderemos trabalhar os estados físicos e também a eletrólise da água.

4) Estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado: (4 horas/aula)

No passo 4, o professor orientará os alunos, em grupos, na construção de um modelo do foguete Saturno V (foguete que foi à Lua), feito de papel (ANEXO 08). O material impresso necessário para construção será entregue pelo professor. A construção do foguete vai ocorrer no pátio da escola e os alunos podem utilizar o celular para investigação.

O professor vai expor algumas curiosidades sobre foguetes, retirada do livro Missão Apollo, conforme a Figura 1.

Figura 1: Capa do livro Missão Apollo escrito por David Baker



Fonte: Acervo próprio.

Na sequência, cada grupo vai montar um espaço para apresentação dos foguetes e de um folder para os demais alunos da escola. Cada grupo deve construir um foler informativo, no passo 5, sobre a temática.

5) Discussão da questão social original:(2 horas/aula)

O professor(a) ajudará os alunos a produzir um folder contendo as principais informações sobre o tema exploração espacial lunar, que foram abordados na sala de aula.

O debate de tópicos controversos apresentados e os dados, conteúdos, tecnologias, estudados devem se fazer presente no folder.

Com base nas informações apresentadas em aula os alunos defenderão sua concepção formada, bem como podem tomar decisões sobre ações práticas fundamentadas (passo 6) frente ao tema exploração espacial lunar.

Para construção do folder, os alunos podem utilizar a ferramenta Canva® para fazer, mas primeiro eles (alunos) farão um rascunho no papel.

Na sequência, será realizado a divisão em grupos para a elaboração do folder.

***Pode ser como tarefa de casa, caso não haja tempo hábil durante a aula.**

A elaboração do folder terá a seguinte ordem de execução:

- 1º- Produzir o folder;
- 2º - Enviar para o professor para uma revisão;
- 3º - Fazer as correções (caso haja);
- 4º - Confeccionar no software Canva (Pode ser feito em casa);
- 5º - Imprimir e distribuir para os alunos da escola;

Esse passo tem objetivo de discutir coletivamente, de maneira ampliada, a questão social inicial.

6) Ativismo fundamentado (1 hora/aula)

O ativismo fundamentado envolve a defesa de uma causa ou a promoção de mudanças sociais com base em informações, pesquisas e fundamentos sólidos em vez de apelar principalmente a emoções ou crenças pessoais.

Por isso, com a confecção do folder baseando-se em conteúdos discutidos na sala de aula e a sua promoção, através da impressão e distribuição para alunos da escola e comunidade, consistirá nessa defesa de causa (tanto a favor, quanto contra)¹⁵ da exploração espacial lunar. Para esse processo será desenvolvido uma mostra espacial.

AVALIAÇÃO

- O professor avaliará a participação e interesse dos alunos durante a construção do folder;
- Os materiais construídos pelos alunos (folder, modelo do foguete...);
- Avalia-se também a capacidade crítica dos alunos, frente ao tema exploração espacial lunar;
- A participação nas aulas, respondendo aos questionamentos propostos também será um critério de avaliação;

¹⁵Se levará em conta qual a concepção que o grupo formado pelos alunos estabelecerão frente a esse tema e a capacidade argumentativa e crítica para a defesa do seu ponto de vista.

4.2 REFLEXÕES SOBRE A PROPOSTA DIDÁTICA ELABORADA

A concepção e o desenvolvimento desta proposta didática não foram apenas o resultado de um processo metodológico, mas também uma reflexão sobre a relevância do ensino de ciências na formação integral dos estudantes. A integração de elementos práticos, debates éticos e a exploração de problemáticas reais, como a exploração espacial e suas implicações tecnológicas e sociais, representam um esforço em direção a uma educação mais engajadora e contextualizada.

Este trabalho explora a estrutura e os componentes dessa proposta didática. Além disso, considera-se essencial refletir sobre o processo de construção dessa proposta, as dificuldades encontradas e as adaptações necessárias.

Esta pesquisa busca, portanto, não somente descrever uma abordagem inovadora no ensino de ciências, mas também propor uma reflexão crítica sobre os métodos educacionais utilizados, suas limitações e potencialidades. A análise minuciosa dessa proposta didática visa contribuir para o avanço de práticas pedagógicas mais alinhadas com as demandas de uma sociedade em constante evolução, onde o ensino das ciências desempenha um papel fundamental na formação de cidadãos conscientes, críticos e ativos no mundo contemporâneo.

A construção da proposta didática representou um desafio inicial marcado por uma série de obstáculos e complexidades, especialmente na tentativa de integrar os princípios fundamentais da Educação CTS. No entanto, ao longo do processo, essa jornada de elaboração se transformou em uma experiência gratificante. A identificação e a compreensão dos elementos que compõem a interseção entre Ciência, Tecnologia e Sociedade demandaram um esforço considerável. O direcionamento do professor orientador foi crucial, fornecendo “insights” valiosos e aconselhamentos para melhorar a proposta, facilitando uma estruturação coerente da mesma.

A proposta, concebida para seguir as diretrizes da Educação CTS, foi organizada em torno de seis passos/momentos distintos de aula. Cada um desses momentos representava uma etapa crucial no percurso educacional, abrangendo desde a introdução de um problema social até o estímulo ao ativismo fundamentado. Esses momentos visavam abordar não apenas a transmissão do conhecimento científico e tecnológico, mas também a análise crítica dos impactos tecnológicos, discussões éticas, experimentação prática, reflexão sobre as implicações sociais e, por fim, a promoção de ações informadas e fundamentadas.

A intenção inicial era de implementar a proposta durante o estágio IV do pesquisador, até mesmo para melhor verificar a eficácia da proposta na prática, mas esse processo esbarrou em desafios práticos, incluindo restrições de tempo que impossibilitaram a submissão da proposta ao comitê de ética dentro do prazo estabelecido. Como alternativa, o foco foi direcionado para uma revisão bibliográfica, buscando pontos de conexão entre a proposta e os fundamentos teóricos apontados por especialistas em CTS e ACT. Essa

análise crítica permitiu uma triangulação entre a proposta construída e o conhecimento acadêmico, enriquecendo não apenas a base teórica do projeto, mas também delineando caminhos mais claros para futuras etapas de implementação e pesquisa.

4.2.1 Panorama geral da proposta didática:

A proposta didática analisada apresenta uma abordagem abrangente sobre o tema da exploração espacial lunar e suas relações com ciência, tecnologia e sociedade.

A proposta pode ser considerada dentro de uma educação CTS devido à sua integração entre esses três elementos. Ela busca explorar não apenas os aspectos científicos e tecnológicos da exploração espacial lunar, mas também os impactos sociais, éticos, políticos e ambientais que essa atividade pode acarretar na sociedade.

Ela também abrange dimensões da CT, como conteúdos da física, biologia e química relacionados à exploração espacial lunar. Além disso, aborda a natureza da CT, quando reflete a não neutralidade do desenvolvimento científico-tecnológico, pois os cientistas, engenheiros e tecnólogos possuem redes de interesses econômicos e políticos.

Além disso, a proposta vai além desses aspectos tradicionais e considera as implicações sociais da exploração espacial. Ela promove discussões sobre desinformação na sociedade, estimula debates sobre a autenticidade da ida do homem à Lua e explora o contexto histórico e social da corrida espacial.

Seu objetivo geral é compreender os impactos sociais, tecnológicos e contradições associadas a essa exploração. A proposta parcialmente atinge este objetivo geral, explorando questões sociais, tecnológicas e científicas relacionadas à exploração lunar, mas talvez poderia se aprofundar mais em aspectos éticos, ambientais e políticos.

Quanto aos objetivos específicos, a proposta se desdobra em várias atividades, como a identificação das concepções iniciais dos alunos sobre o tema, a reflexão sobre desinformação na sociedade, o debate sobre a veracidade da ida do homem à Lua, o estudo do contexto histórico-social e tecno-científico da corrida espacial, entre outros. Ela atinge esses objetivos, abordando diferentes tópicos, como os impactos sociais, econômicos e tecnológicos da exploração espacial lunar, além de conceitos de diferentes áreas como: Física, Biologia, Geografia, Arte, Sociologia e Química.

A proposta didática é bastante abrangente ao incluir atividades práticas, como a construção de um modelo do foguete Saturno V e a elaboração de um folder informativo. Essas atividades não apenas engajam os alunos de forma mais prática e interativa, mas também proporcionam uma compreensão mais concreta e visual dos conceitos abordados sobre a exploração lunar.

Além disso, o uso de recursos variados é um ponto forte da proposta, pois permite uma abordagem multifacetada do tema. A integração de vídeos, notícias de jornal, textos curtos, sites de previsão meteorológica e outros recursos diversificados enriquece a experiência de aprendizado, atendendo a diferentes estilos de aprendizagem e promovendo

uma compreensão mais ampla e aprofundada do assunto.

A proposta didática oferece uma ampla gama de conteúdos e atividades para os alunos, incentivando a reflexão e a pesquisa sobre a exploração espacial lunar. Porém, para alcançar plenamente seus objetivos, seria necessário expandir algumas áreas.

É importante destacar a necessidade de formação epistemológica e didático-pedagógica do professor(a) para trabalhar dentro dessa abordagem com os alunos. É necessário uma mudança de postura.

4.2.2 Análise dos objetivos geral e específicos:

Nesta seção, vamos analisar os objetivos propostos para esta atividade educativa sobre a exploração espacial lunar, considerando sua relação com a CTS. Os objetivos delineados são fundamentais para a compreensão deste tema, abordando aspectos sociais, éticos, científicos e tecnológicos.

O objetivo geral desta proposta é compreender a exploração espacial lunar e suas inter-relações com CTS, explorando seus impactos sociais, tecnológicos e contradições. Além disso, objetivos específicos foram definidos como: identificar concepções iniciais dos alunos; debater a veracidade histórica sobre a temática; refletir sobre os impactos sociais e econômicos, bem como compreender conceitos científicos e tecnológicos relacionados à exploração espacial.

Estes objetivos, cuidadosamente estruturados, visam aprofundar o conhecimento sobre a exploração espacial, incentivando a reflexão crítica sobre suas implicações sociais e éticas, além de promover a compreensão da relação intrínseca entre ciência, tecnologia e sociedade nesse contexto específico.

Prosseguiremos com uma análise dos objetivos colocados na proposta didática, buscando verificar se foram ou não integralmente alcançados pelo plano de aula acerca da exploração espacial lunar.

Objetivo Geral:

Compreender o tema exploração espacial lunar e suas relações CTS, buscando refletir os impactos sociais, tecnológicos e suas contradições.

A proposta parece atingir parcialmente este objetivo geral. Ela aborda questões sociais, tecnológicas e científicas relacionadas à exploração lunar, incentivando a reflexão sobre os impactos dessa exploração. Embora ela tente abordar questões éticas e as contradições da exploração espacial, ao questionar os alunos sobre suas concepções em relação aos enormes gastos de dinheiro despendido nesses projetos, enquanto no mundo, muitas pessoas passam necessidades, seria importante uma abordagem mais ampla sobre as implicações sociais, talvez incluindo mais discussões sobre as contradições éticas, ambientais e políticas envolvidas na exploração espacial.

Objetivos Específicos:

1. *Identificar as concepções iniciais dos alunos sobre o tema exploração espacial:*
 - Cumprido através da divisão dos alunos em grupos e debate das questões propostas em cada passo.
2. *Refletir sobre o tema exploração espacial na lua e as relações CTS, buscando superar a desinformação na sociedade:*
 - Alcançado ao abordar fontes de informação contrastantes e incentivar a reflexão sobre a veracidade das informações.
3. *Debater a veracidade da ida do homem à Lua e a alocação de recursos financeiros para a exploração espacial:*
 - Abordado ao apresentar notícias contrastantes e questionamentos sobre os interesses e financiamento da exploração lunar.
4. *Estudar o contexto histórico-social e tecno-científico da corrida espacial na Guerra Fria:*
 - Cumprido ao abordar textos relacionados à corrida espacial entre EUA e URSS.
5. *Explorar os impactos sociais e econômicos e as tecnologias desenvolvidas no contexto da exploração espacial lunar:*
 - Atendido ao discutir os impactos sociais, econômicos e tecnológicos, embora pudesse aprofundar mais nesses aspectos.
6. *Compreender conceitos físicos, biológicos e químicos no desenvolvimento de foguetes e no contexto de exploração espacial:*
 - Atendido com a abordagem de conteúdos sobre a física dos foguetes, estados físicos da água, eletrólise, saúde dos astronautas e densidade óssea.
7. *Estudar o combustível de propulsão de hidrogênio-oxigênio e maneiras de obtê-lo:*
 - Cumprido ao explicar a eletrólise da água e sua aplicação na obtenção de combustível para foguetes.
8. *Construir um modelo do foguete Saturno V:*
 - Atendido ao propor a construção do modelo, promovendo uma atividade prática.
9. *Elaborar e divulgar um folder informativo sobre a exploração espacial lunar:*
 - Atendido ao propor a criação do folder.

4.2.3 A proposta didática com relação à Educação CTS

A proposta didática sobre exploração espacial lunar apresenta uma intersecção significativa com a abordagem CTS, a qual busca integrar conceitos científicos, tecnológicos e sociais no contexto educacional. Aikenhead (1994) delinea estratégias essenciais para aplicar a abordagem CTS, enfocando desde a introdução de um problema social até a discussão reflexiva desse problema, com análises que permeiam a tecnologia e o conhecimento científico relacionados.

Prsybyciem (2022) contribui com a perspectiva do “ativismo sociocientífico fundamentado”, um conceito intrinsecamente ligado à abordagem CTS. Essa noção ressalta a importância de ações sociais embasadas em evidências científicas, reflexões críticas e engajamento ativo na sociedade para promover transformações sociais, políticas e ambientais.

Nesta seção, exploraremos em detalhes como a proposta didática sobre a exploração espacial lunar aborda e atende cada uma dessas estratégias da educação CTS. A análise dessas estratégias permitirá uma compreensão de como a proposta incorpora os princípios da abordagem CTS na exploração desse tema.

4.2.3.1 Abordagem CTS delineada por Aikenhead (1994) e Prsybyciem (2022) em perspectiva com a proposta didática

Introdução de um problema social

A proposta contempla esse item com a introdução do tema e debate sobre desafios éticos e sociais da exploração espacial lunar. Ao iniciar com uma introdução ao tema da exploração lunar e discutindo os desafios éticos e sociais que podem surgir. Envolve também os alunos em um debate sobre as implicações sociais, éticas e econômicas da exploração espacial, incluindo a disseminação de notícias falsas (fake news) e questionamentos éticos para reflexão em grupos.

Análise da tecnologia relacionada ao tema social

A proposta contempla ao explorar o papel dos satélites na coleta de dados meteorológicos e o funcionamento do GPS. Entender a importância desses dados para a vida cotidiana e para a exploração espacial. Ela inclui textos e atividades para compreender como os satélites orbitam a Terra e como o GPS funciona.

Estudo do conteúdo científico

O conteúdo científico é moldado em torno da exploração espacial, cobrindo princípios físicos, químicos e biológicos relevantes para compreender o nosso mundo e a

viabilidade da exploração espacial. A proposta contempla com o estudo dos conteúdos científicos por trás da exploração espacial, como a física do lançamento de objetos em órbita, funcionamento do GPS e efeitos no corpo humano da microgravidade.

Estudo da tecnologia correlata

A proposta contempla esse item com a construção de um modelo do foguete Saturno V, e estudo de curiosidades sobre a exploração espacial lunar com o livro “Missão Apollo - a incrível história da corrida à Lua”.

Discussão da questão social original

A proposta contempla esse item com a produção de um folder informativo sobre a exploração espacial lunar usando ferramentas digitais e discussão coletiva.

Ativismo fundamentado

Na proposta didática há a indicação desse item, encerrando as discussões, com a produção do folder e distribuição na escola e comunidade, promovendo a defesa de perspectivas embasadas sobre a exploração espacial incentivando à ação informada, constituindo a conscientização sobre os impactos sociais da exploração espacial e propondo ações para promover mudanças positivas.

4.2.3.2 Ensino clássico X Educação CTS

A comparação entre o ensino clássico das ciências e a educação CTS é essencial para compreendermos a evolução do paradigma educacional no contexto científico. Zoller e Watson (1974) ofereceram uma visão fundamental ao apresentarem um quadro que destaca as diferenças centrais entre essas duas abordagens de ensino. Enquanto o ensino tradicional tende a concentrar-se na organização conceitual das disciplinas científicas, a abordagem CTS propõe uma integração mais ampla, abrangendo temas tecnológicos e sociais. Este contraste não apenas delinea diferenças metodológicas, mas também reflete uma mudança na visão educacional, incorporando discussões éticas, análises de impacto e a interseção entre ciência, tecnologia e sociedade.

A seguir, veremos como se diferencia a abordagem CTS do ensino clássico de ciências, conforme Zoller e Watson (1974). Além disso, também faremos uma análise da proposta didática em comparação a esses pressupostos definidos por esses autores, para melhor visualizar a eficácia dela na questão de se aproximar da educação CTS.

1.

Ensino clássico de ciências: Conceitualização em disciplinas de física, química e biologia.

Ensino de CTS: Organização em torno de temas tecnológicos e sociais.

Proposta didática: Alinhada com o enfoque CTS ao abordar temas tecnológicos, como a exploração espacial, e considerar suas implicações sociais e tecnológicas. Ao iniciar com uma introdução ao tema da exploração lunar, a proposta aborda os desafios éticos e sociais que podem surgir nesse contexto. Ele engaja os alunos em debates sobre as implicações sociais, éticas e econômicas da exploração espacial. Isso inclui a discussão sobre a disseminação de notícias falsas (fake news) e questões éticas, destinadas à reflexão em grupos.

2.

Ensino clássico de ciências: Enfatiza métodos científicos clássicos.

Ensino de CTS: Considera potencialidades e limitações da tecnologia para o bem comum, submetendo decisões a julgamentos de valor.

Proposta didática: Explora potencialidades e limitações da tecnologia na exploração espacial, envolvendo os alunos em discussões éticas e de valor associadas à tecnologia e ciência.

3.

Ensino clássico de ciências: Ciência como um conjunto de princípios.

Ensino de CTS: Exploração, uso e decisões submetidas a julgamento de valor.

Proposta didática: Explora a interseção entre ciência e tecnologia ao discutir a exploração espacial e seus impactos tecnológicos. A proposta entra em questões éticas, como o uso de recursos financeiros altos *vs.* problemas sociais em todo o mundo.

4.

Ensino clássico de ciências: Busca da verdade científica com aplicabilidade prática.

Ensino de CTS: Prevenção de consequências a longo prazo.

Proposta didática: Enfatiza a compreensão prática da ciência, mas também considera as implicações futuras da exploração espacial. Para isso a proposta aborda os planos dos países em seguir uma nova corrida espacial, com a colonização da Lua e construções de bases lunares com intenção de ir explorar pessoalmente Marte.

5.

Ensino clássico de ciências: Ciência como um processo universal.

Ensino de CTS: Desenvolvimento tecnológico depende mais das decisões

humanas deliberadas.

Proposta didática: Explora a interseção entre ciência e tecnologia ao discutir a exploração espacial e seus impactos tecnológicos. Além disso a proposta aponta que a corrida espacial e os avanços dos programas espaciais durante a Guerra Fria definiu-se principalmente em decorrência de um processo político. E continua assim nos dias atuais.

6.

Ensino clássico de ciências: Ênfase na teoria.

Ensino de CTS: Ênfase na prática para desenvolver a teoria.

Proposta didática: Adota uma abordagem prática ao incorporar a construção de um modelo do foguete Saturno V e a criação de um folder informativo, buscando conectar essa prática com a teoria.

7.

Ensino clássico de ciências: Análise de fenômenos isolados, frequentemente de um ponto de vista disciplinar.

Ensino de CTS: Abordagem interdisciplinar para lidar com problemas reais em contextos do mundo real.

Proposta didática: A proposta se aproxima do ensino de CTS ao explorar os problemas reais e interdisciplinares associados à exploração espacial (em específico a Lua). A proposta aborda especificamente a exploração espacial, incorporando princípios fundamentais da física, química e biologia que são relevantes para compreender tanto o nosso mundo quanto a viabilidade das missões espaciais. A proposta oferece um estudo aprofundado dos conceitos científicos subjacentes à exploração espacial, como os princípios físicos envolvidos no lançamento de objetos em órbita, o funcionamento do GPS, os efeitos da microgravidade no corpo humano e a eletrólise da água para obtenção de combustível de foguetes.

8.

Ensino clássico de ciências: Busca principalmente novos conhecimentos do mundo natural.

Ensino de CTS: Considera principalmente as implicações sociais dos problemas tecnológicos.

Proposta didática: A proposta adota uma visão mais ampla ao explorar os aspectos sociais e tecnológicos da exploração espacial, além de discutir suas implicações sociais. A proposta aborda o desenvolvimento de satélites destinados à comunicação, previsão do tempo e sistemas de GPS, destacando a importância prática dessas inovações para a estruturação da sociedade contemporânea. Ao incentivar os alunos a refletir sobre um mundo desprovido dessas tecnologias, a proposta busca promover uma compreensão

mais profunda do impacto dessas ferramentas essenciais em nossas vidas cotidianas.

Ao avaliar a proposta didática à luz das diferenças apontadas entre o ensino clássico de ciências e a educação CTS, observamos uma clara inclinação para a perspectiva CTS. Embora a proposta ainda mantenha elementos tradicionais do ensino científico, como a exploração de conceitos e métodos clássicos, ela se destaca pela incorporação de elementos mais alinhados com a educação CTS. A ênfase na integração de temas tecnológicos, sociais e éticos, como evidenciado na exploração das implicações da exploração espacial, reflete uma abordagem mais ampla e interdisciplinar, alinhada à perspectiva CTS.

Ao considerar a integralidade da proposta didática, observamos que ainda há áreas onde se mantém mais próxima do ensino clássico de ciências. A manutenção de certos métodos tradicionais, o foco em conhecimentos científicos estabelecidos e a abordagem teórica em determinados aspectos mostram que a proposta, embora modernizada, ainda carrega resquícios de métodos e princípios do ensino tradicional de ciências. Isso se reflete como consequência talvez, de uma dificuldade em se abandonar completamente o Ensino Clássico.

Essa persistência em manter certos elementos do ensino clássico de ciências pode ser atribuída à natureza arraigada e historicamente consolidada desses métodos, revelando uma transição gradual e desafiadora para adotar uma abordagem completamente alinhada ao modelo CTS. Essa dualidade entre tradição e inovação educacional ressalta a complexidade de implementar mudanças substanciais no paradigma educacional, exigindo um equilíbrio entre os fundamentos estabelecidos e as novas abordagens, buscando assim uma síntese mais eficaz entre os dois modelos.

4.2.4 A proposta didática para a promoção da ACT

A promoção de uma *Alfabetização Científica e Tecnológica* é fundamental no contexto educacional contemporâneo. Essa abordagem visa não apenas fornecer conhecimento científico e tecnológico, mas também capacitar os alunos a compreenderem o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, estimulando o pensamento crítico, a resolução de problemas e a tomada de decisões fundamentadas. A ACT não se limita apenas à transmissão de informações da CT, mas busca instigar uma compreensão profunda dos processos científicos e tecnológicos, incluindo suas implicações éticas, sociais e ambientais.

Nesse contexto, a proposta didática aqui apresentada se destina a abordar não apenas os conceitos científicos fundamentais relacionados à exploração espacial, mas também a incorporar os princípios da ACT. Por meio de atividades práticas, discussões éticas e análises interdisciplinares, essa proposta busca não apenas ensinar conteúdo científico, mas também desenvolver habilidades de pensamento crítico, promover a análise de questões sociais e éticas associadas à ciência e tecnologia, e explorar a interseção entre

ciência, sociedade e inovação tecnológica.

A proposta didática visa, portanto, ir além do tradicional ensino de ciências, integrando os conceitos científicos e tecnológicos ao contexto da vida cotidiana dos alunos e incentivando a reflexão sobre o impacto da ciência e da tecnologia no mundo atual. Ao alinhar-se com os princípios da ACT, essa proposta busca capacitar os alunos não apenas como receptores de conhecimento científico, mas como cidadãos informados e críticos, capazes de entender e participar ativamente do mundo tecnológico e científico que os cerca.

Para avaliar a proposta didática em relação aos fundamentos propostos por Reid e Hodson (1993) para uma educação voltada para a cultura científica básica, é importante examinar cada um desses pontos em paralelo com o conteúdo da proposta didática:

(a) Conhecimento científico: A proposta didática aborda os princípios científicos subjacentes à exploração espacial, incluindo física, química e biologia relacionadas ao funcionamento de foguetes, efeitos da microgravidade no corpo humano, dentre outros.

(b) Aplicações do conhecimento científico: Ao explorar temas como a exploração espacial e sua relevância tecnológica, a proposta oferece aos alunos a oportunidade de entender como o conhecimento científico é aplicado na prática.

(c) Resolução de problemas: A construção de um modelo do foguete Saturno V e a análise de questões éticas e sociais ligadas à exploração espacial incentivam os alunos a abordar problemas reais e complexos.

(d) Interação com a tecnologia: Ao discutir as implicações tecnológicas da exploração espacial, como o uso de satélites para comunicação e previsão do tempo, a proposta permite aos alunos entenderem a relação entre ciência e tecnologia.

(e) Questões sociais, econômicas, políticas e ético-morais na Ciência e na Tecnologia: A reflexão sobre notícias falsas, o impacto econômico da exploração espacial e discussões éticas associadas destacam a importância de considerar essas questões na prática científica e tecnológica.

(f) História e desenvolvimento da Ciência e Tecnologia: A proposta inclui a discussão sobre a corrida espacial durante a Guerra Fria e os avanços tecnológicos associados, proporcionando aos alunos uma compreensão histórica do desenvolvimento científico.

(g) Estudo da natureza da ciência e a prática científica: Ao analisar os estudos científicos envolvendo o tema, limitações e implicações da exploração espacial, a proposta ajuda os alunos a compreenderem a natureza e prática da ciência.

A proposta didática parece abordar muitos dos aspectos propostos por Reid e Hodson (1993) para uma educação voltada à cultura científica e tecnológica básica, oferecendo aos alunos uma visão ampla e integrada dos princípios científicos e suas implicações na sociedade e na tecnologia.

4.2.5 Concluindo esta análise

A análise detalhada da proposta didática sobre a exploração espacial lunar revela uma tentativa de integrar os princípios da Educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e promover a ACT entre os alunos do ensino médio. A proposta busca ultrapassar os limites do ensino tradicional de ciências, abordando não apenas os conceitos científicos fundamentais, mas também as implicações sociais, éticas e tecnológicas da exploração espacial lunar.

A interseção entre Ciência, Tecnologia e Sociedade é explorada, proporcionando aos alunos uma compreensão mais ampla e interdisciplinar do tema. A proposta oferece uma variedade de atividades práticas, discussões éticas e reflexões críticas para estimular o pensamento crítico e a análise de questões sociais relacionadas à ciência e tecnologia. Isso permite uma aprendizagem mais contextualizada, aproximando os alunos do mundo real e de suas implicações na sociedade.

No entanto, há áreas em que a proposta poderia ser aprimorada. Ainda que aborde aspectos éticos, sociais e tecnológicos, ela poderia explorar mais profundamente as implicações éticas, ambientais e políticas da exploração espacial. Além disso, a manutenção de certos métodos e elementos do ensino clássico de ciências pode representar um desafio para uma transição completa para uma abordagem totalmente alinhada à Educação CTS.

Sendo assim, a proposta didática representa um passo significativo em direção a uma educação mais engajadora, contextualizada e alinhada com as demandas de uma sociedade em constante evolução. Ela destaca a importância de integrar ciência, tecnologia e sociedade no processo educacional, capacitando os alunos não apenas com conhecimento científico, mas também com habilidades críticas e uma compreensão mais profunda do papel da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo. Entretanto, para alcançar uma abordagem mais completa e eficaz, é necessário continuar aprimorando e refinando as estratégias pedagógicas, buscando uma síntese mais eficaz entre os princípios tradicionais e as novas abordagens educacionais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, foi possível evidenciar a importância crucial da abordagem CTS na elaboração e execução de uma proposta didática, com o tema exploração espacial lunar, voltada para a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica no contexto do Ensino Médio. A busca por uma integração mais profunda entre Ciência, Tecnologia e Sociedade revelou-se não apenas desafiadora, mas fundamental para uma compreensão mais holística e contextualizada do conhecimento científico.

Os objetivos iniciais delineados foram não apenas alcançados, mas também ampliados. A proposta não só abordou os conceitos científicos relativos à exploração espacial lunar, mas também mergulhou nas implicações sociais, éticas e tecnológicas desse empreendimento. Isso permitiu uma aprendizagem mais significativa, com a possibilidade de conectar os alunos com questões do mundo real e instigando um pensamento crítico e reflexivo.

Contudo, reconhecemos algumas limitações inerentes à pesquisa. A abrangência total das implicações éticas, ambientais e políticas da exploração espacial lunar poderia ser ainda mais explorada. Além disso, a transição completa para uma abordagem puramente alinhada à Educação CTS ainda enfrenta desafios práticos no contexto do ensino tradicional.

Além disso, a implementação prática da proposta didática se revela crucial para uma avaliação mais aprofundada de sua eficácia na aplicação da abordagem CTS e na promoção efetiva da ACT. A análise dos resultados obtidos com os alunos, é de extrema importância para melhor verificar o desempenho na realização desta proposta.

Para estudos futuros, recomenda-se uma investigação mais aprofundada sobre as implicações éticas e políticas, bem como a avaliação contínua das estratégias pedagógicas utilizadas. Isso permitirá uma evolução constante da proposta, tornando-a mais adaptável e alinhada às demandas em constante mudança da sociedade.

Também se indica a aplicação no contexto da sala de aula a proposta didática, para avaliar melhor e obter resultados mais concisos sobre a eficiência do plano de aula na promoção de uma ACT, com a abordagem CTS.

Nesta jornada de pesquisa, a experiência de conduzir este estudo foi enriquecedora. Os resultados obtidos não apenas confirmaram a relevância da abordagem CTS para a promoção da ACT, mas também ressaltaram a necessidade contínua de aprimoramento e evolução no campo educacional. Este trabalho reforça a importância de uma educação científica contextualizada, capaz de preparar os alunos não apenas com conhecimento, mas com habilidades críticas para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Encerro esta pesquisa com a convicção de que a abordagem CTS é um caminho promissor para a promoção de uma educação mais completa e significativa, capaz de formar cidadãos engajados e conscientes do impacto da ciência e tecnologia em nossa sociedade.

6 REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. Consequences to learning science through STS: a research perspective. In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Ed). Science—Technology—Society Education: International Perspectives on Refonn. New York: Teachers College Press, 1994.

ATTICO, Chassot. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação. 10.1590/S1413-24782003000100009.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA PARA QUÊ? Ensaio, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, jun. 2001. Semestral.

BAKER, David. **Missão Apollo**: a incrível história da corrida à lua. São Paulo: M.Books, 2019.

BOCHECO, Otávio. **PARÂMETROS PARA A ABORDAGEM DE EVENTO NO ENFOQUE CTS**. 2011. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

BRASIL, Yahoo. **Teorias da Conspiração**: a ida do homem à Lua foi uma farsa?: como fazer e qual a diferença?. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nW69dAhK&t=108s>. Acesso em: 16 nov. 2023.

CYCLE, E (ed.). **Densidade óssea**:: o que é e fatores determinantes. o que é e fatores determinantes. 2023. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/densidade-ossea/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **”Eletrólise da água”**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/eletrolise-agua.htm>. Acesso em 17 de novembro de 2023.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, (2011). 252 p.

G1, Globo.Com (ed.). **Estudo com astronautas revela efeitos das viagens espaciais no corpo humano**. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/saude/noticia/2022/07/03/estudo-com-astronautas-revela-efeitos-das-viagens-espaciais-no-corpo-humano.ghtml>. Acesso em: 25 nov. 2023.

GERMANO, Leandro Batista. **O MOVIMENTO DOS SATÉLITES**. In: VIANNA, Deise Miranda. Temas para o ensino de física com abordagem CTS: (ciência, tecnologia e sociedade). R: Bookmakers, 2012. p. 53-69.

GLOBO.COM. **GPS: o que é? para que serve? quem inventou?**. 2023. Disponível em: <https://www.abreviar.com.br/gps/>. Acesso em: 16 nov. 2023.

INTERESSANTE, Super. **Sputnik, Laika e Gagarin**. 2019. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/sputnik-laika-e-gagarin/>. Acesso em: 16 nov. 2023.

KOEPSEL, Raica. **CTS no Ensino Médio: aproximando a escola da sociedade**. 2003. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MAGALHÃES, Lana. **Estados Físicos da Água**. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/estados-fisicos-da-agua/>. Acesso em: 17 nov. 2023

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 333 p.

MARTINS, André Ferrer Pinto. Terraplanismo Ludwik Fleck e o mito de Prometeu. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Natal, v. 37, n. 3, p. 1193-1216, dez. 2020.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: A RELEVÂNCIA DO ENFOQUE CTS PARA O CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO. **Ciência e Educação**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRSYBYCIEM, Moises Marques; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; MIQUELIN, Awdry Feisser. Ativismo sociocientífico e questões sociocientíficas no ensino de ciências: e a dimensão tecnológica?. **Ciência & Educação** (Bauru), [S.L.], v. 27, n. 1, p. 1-21, ago. 2021.

PRSYBYCIEM, Moisés Marques. **Alfabetização científico-tecnológica e ativismo fundamentado na formação inicial de professores em ciências biológicas**. 2022. 350 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2022.

ROCHA, Flavia Sucheck Mateus da; LORENZETTI, Leonir; KALINKE, Marco Aurélio. Aproximações entre resolução de problemas e modelagem matemática com o enfoque CTS. **Actio: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 109-126, maio 2019.

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

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 13(3), n. 3, p. 333-352, dez. 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni e. ALFABETIZAÇÃO CI-ENTÍFICO-TECNOLÓGICA PARA QUÊ?: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-20, 10 nov. 2021. Semestral. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172021230129>.

SIGNIFICADOS. **O que é um Satélite:** (natural e artificial). 2023. Disponível em: <https://www.significados.com.br/satelite/>. Acesso em: 16 nov. 2023.

START, Microsoft. **Erechim:** rio grande do sul. Rio Grande do Sul. 2023. Disponível em: <https://www.msn.com/pt-br/clima/mapas/precipitation/in-Erechim,Rio-Grande-do-Sul>. Acesso em: 16 nov. 2023.

UOL. **Nova corrida espacial:** por que o mundo quer chegar no polo sul da lua?. 2023. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2023/08/21/nova-corrída-espacial-por-que-todo-mundo-que-chegar-no-polo-sul-da-lua.htm>. Acesso em: 16 nov. 2023.

7 ANEXOS

7.1 ANEXO 01

Nova corrida espacial: por que o mundo quer chegar no polo Sul da Lua?

Depois de mais de 50 anos, a Lua voltou a ser o centro das atenções da exploração espacial. Quatro países estão em uma verdadeira corrida para pousar nela, Estados Unidos, China, Rússia e Índia. O objetivo do momento é chegar ao polo Sul do satélite terrestre. Nenhum ser humano ou sequer uma missão robótica já esteve lá, mas isso pode mudar em breve. Esta região da lua tem um visual bem diferente daquele que conhecemos nas fotos das missões Apollo, que aconteceram em regiões mais equatoriais. Nas extremidades, como o Sol aparece bem próximo ao horizonte, a paisagem é escura, com sombras longas. E o terreno é mais acidentado, com muitas crateras e depressões.

O que faz dele tão especial?

As potências mundiais têm interesses econômicos, científicos e ou estratégicos na Lua. Nos polos, principalmente o Sul, pode haver importantes recursos escondidos. Além de minerais raros de se encontrar na Terra, acreditasse que as regiões permanentemente frias e escuras guardem água congelada. E água é mais valiosa do que ouro no espaço.

Com um suprimento local de H₂O, seria possível viabilizar uma presença humana sustentável fora da Terra: Dá para beber, extrair oxigênio para respirar e até fazer combustível para foguetes que aí poderão chegar mais longe, especialmente a Marte, que é nossa próxima parada.

A Lua seria uma escola e uma escala para aprendermos a viver em outros pontos do Sistema Solar.

Quem vai chegar primeiro?

Pousar na lua continua sendo um desafio, ainda mais em um novo local. Israel e Japão, por exemplo, falharam recentemente. Índia e a Rússia tinham as melhores chances. Ambos os países possuíam Naves não tripuladas na órbita lunar que tentariam um pouso no polo Sul nos próximos dias. A missão russa, porém, se espatifou contra a superfície da lua no sábado, (19). Agora as expectativas estão com a Índia, mas mesmo se ela for bem sucedida, não significa que será a “vencedora”.

A ideia agora não é apenas chegar primeiro como na corrida espacial entre EUA e União Soviética durante a Guerra Fria. Novas missões tem um objetivo mais ambicioso: estabelecer uma presença humana constante na órbita e na superfície da Lua durante as

próximas décadas.

O ser humano pisou pela última vez na lua em 1972, na missão Apollo 17, a última do icônico programa. A Nasa quer que isso se repita em 2025.

Rússia - Luna- 25.

A missão russa Luna-25, lançada no último dia 10, tentaria pousar na cratera Boguslawski nesta semana. Mas teve uma falha catastrófica durante as manobras de preparação para a descida.

Era um lander, ou seja, uma estrutura fixa para coletar dados científicos da superfície da Lua que carregava 8 instrumentos, incluindo um escavador de regolito (rochas, poeira) lunar e um detector de gelo. Assim, a Rússia tentava se reinserir na corrida espacial Moderna após um programa com muitos sucessos na era soviética e em um novo momento de isolamento internacional devido à guerra na Ucrânia.

A última vez que o país esteve na lua foi em 1976, quando a Luno - 24 recolheu amostras de solo lunar e as trouxe à Terra.

Índia - Chandrayaan-3

A Índia lançou a Chandrayaan - 3 no dia 14 de julho e está se preparando para uma tentativa de pouso nesta quarta-feira (23). Ela é composta pelo lander Vikram e o rover Pragyan, um robô sobre rodas para explorar a superfície lunar. A missão tem apoio da Nasa e da ESA, a agência espacial européia.

Esta será a segunda empreitada do país para pousar na lua. Em 2019, a missão Chandrayaan - 2 foi perdida, mais ou menos como acaba de acontecer com os russos caindo descontroladamente na superfície do satélite terrestre. Caso tenha sucesso desta vez, a Índia se juntará ao seu a Rússia e China no rol de nações que já pousaram na Lua.

Estados Unidos - programa Artemis.

No ano passado, a Nasa começou a preparar seu retorno com a missão Artemis I. A cápsula Orion deu uma volta na Lua e retornou para testar seus sistemas.

Foi super bem sucedido e no ano que vem a viagem será repetida com 4 pessoas a bordo, mas ainda sem um pouso, na Artemis II. Em 2025 ou 2026, a missão Artemis III pretende, enfim, pousar com astronautas no polo Sul da lua, usando a nave Starship, da SpaceX. Ela deve incluir a primeira mulher e/ou o primeiro negro a pisar na lua. Até hoje, 12 pessoas estiveram em nosso satélite, todos homens brancos da Nasa.

Depois disso, o objetivo é construir uma estação espacial na órbita da lua e uma base em sua superfície.

China - Chang'e.

Além dos EUA, apenas a China já planeja uma missão lunar com tripulantes para a década de 2030.

E o país tem experiência neste século, foi o único que pousou no satélite terrestre com sucesso 3 vezes nas missões robóticas. Chang'e 3, 4, (foi ao lado oculto da Lua) e 5 (trouxe amostras de rochas para a Terra) .A Chang 6 deve acontecer em 2024.

O programa espacial chinês, apesar de recente, tem recebido grandes investimentos. O objetivo é construir uma base próximo ao polo Sul, chamada International Lunar Research Station (ILRS), possivelmente em parceria com a Rússia.

Referência:

UOL. **Nova corrida espacial:** por que o mundo quer chegar no polo sul da lua?. 2023. Disponível em: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2023/08/21/nova-corrída-espacial-por-que-todo-mundo-que-chegar-no-polo-sul-da-lua.htm>. Acesso em: 16 nov. 2023.

7.2 ANEXO 02

O que é um Satélite (natural e artificial)

Satélite é um corpo que acompanha ou gira em torno de outro, observado principalmente no campo da astronomia, seja ele artificial ou natural.

Do ponto de vista da astronomia, um satélite seria tudo aquilo que orbita algo de maior tamanho, desde um planeta anão até galáxias inteiras (que orbitam outras de maior dimensão e força).

Já no campo da astronáutica – ciência que desenvolve máquinas que ocupam a atmosfera terrestre e o espaço -, os satélites são objetos construídos pelo homem e que servem para mapear a superfície da Terra (fazendo fotografias da geografia do planeta, por exemplo), além de transmitir informações para todos os cantos do mundo e do Universo.

Satélite artificial

A palavra satélite ainda pode ser usada como uma analogia ao indivíduo que acompanha e admira intensamente outra pessoa, estando assim constantemente ao seu redor. Assim, partindo desta mesma interpretação, um satélite também pode se referir a qualquer coisa que dependa de outra, como estruturas, cidades, países, etc.

Satélite natural e satélite artificial

Nos estudos astronômicos, os satélites naturais são corpos celestes que gravitam ao redor de outro de maior tamanho e força gravitacional, formando o conjunto de um planeta principal e um secundário.

A Lua, por exemplo, é o satélite natural da Terra. É comum a presença de vários satélites naturais gravitando ao redor de um planeta, como pode ser observado no Sistema Solar. Já os satélites artificiais, como dito, são estruturas construídas pelos seres humanos e que costumam estar em órbita dos planetas.

Entre as diversas funções dos satélites artificiais está a transmissão e recolha de informações. Atualmente, sinais de rádio, televisão, internet e telefone, por exemplo, são transmitidos através de satélites que orbitam a Terra.

O GPS (Global Positioning System) é um exemplo de tecnologia que necessita das informações transmitidas pelos satélites para que possa funcionar corretamente.

Referência:

SIGNIFICADOS. **O que é um Satélite:** (natural e artificial). 2023. Disponível em: <https://www.significados.com.br/satelite/>. Acesso em: 16 nov. 2023.

7.3 ANEXO 03

Sputnik, Laika e Gagarin

Em apenas quatro anos, a União Soviética lançara o primeiro satélite, primeiro animal e primeiro humano ao espaço. Perdendo feio, os americanos se viram obrigados a mirar mais alto: a Lua.

Quatro de outubro de 1957 foi o dia em que a humanidade acordou para o espaço. Pela primeira vez, a Terra tinha um astro companheiro em órbita de si que não era produto direto da natureza - um satélite artificial. O lançamento do Sputnik, conduzido pela antiga União Soviética, deu início à chamada corrida espacial. Ninguém sabia direito o que estava por vir, é verdade. Tanto que, na edição do dia seguinte do Pravda, o jornal oficial soviético, nem foi a manchete principal: só saiu no pé da primeira página.

Nem mesmo o premiê soviético, Nikita Krushev, se tocou da importância do negócio. Mais tarde, ele lembraria o episódio assim: “Quando o satélite foi lançado, eles me telefonaram dizendo que o foguete tinha tomado o curso correto e que o satélite já estava girando em torno da Terra. Eu parabeneizei o grupo de engenheiros e técnicos nesse feito impressionante e calmamente fui para a cama.”

Nos EUA, contudo, a reação foi muito diferente. O jornal The New York Times da mesma data estampou o lançamento com uma manchete de três linhas em letras garrafais:

“Soviéticos disparam satélite terrestre para o espaço; está circulando o globo a 18 mil milhas por hora e esfera é rastreada em quatro passagens sobre os EUA.”

A reação foi de choque, no que ficou conhecido como “efeito Sputnik”. Pela primeira vez, desde o início da Guerra Fria, os americanos se sentiam em inferioridade tecnológica (e militar) comparados aos soviéticos.

Diante de tamanha comoção, o grupo de engenheiros e cientistas liderado por Sergei Korolev, o pai do programa espacial russo, não perdeu o timing. Menos de um mês depois, em 3 de novembro daquele ano, voaria o Sputnik 2, transportando a bordo a cachorrinha Laika - era a sinalização de que a União Soviética pretendia levar humanos ao espaço. E, de lá, poderia sobrevoar os Estados Unidos quanto quisesse. Sem falar que foguetes capazes de colocar espaçonaves em órbita também poderiam transportar com facilidade bombas nucleares até o outro lado do mundo, sem grande demora ou impedimento.

O governo americano precisava responder. Por ordem do presidente Dwight Eisenhower, o programa de satélites foi acelerado, e a primeira tentativa de responder ao Sputnik veio em 6 de dezembro de 1957. Diante das câmeras, o foguete Vanguard subiu por apenas dois segundos antes de despencar e explodir sobre a plataforma. Papelão.

E o que você faz quando seu foguete falha? Chama o Meirelles? Não, chama o Von Braun. Werhner von Braun, criador dos foguetes V-2 que bombardearam Londres para a Alemanha nazista durante a Segunda Guerra, havia sido trazido aos Estados Unidos e “desnazificado” pela Operação Clipe de Papel, junto com muitos outros cientistas importantes, e estava trabalhando na Agência de Mísseis

Balísticos do Exército em Huntsville, Alabama. Ele preparou às pressas uma nova tentativa de lançamento, com seu novo foguete Jupiter-C, e em 31 de janeiro de 1958, partindo de Cabo Canaveral, o satélite americano Explorer 1 atingia sua órbita. Sob o governo Eisenhower, em 29 de julho de 1958, era fundada a Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço - hoje todo mundo só chama de Nasa. Sua principal missão: responder à União Soviética e preparar astronautas americanos para seus primeiros voos espaciais.

Apesar da dianteira soviética, o satélite americano Explorer 1 foi o primeiro a detectar os cinturões de radiação que existem ao redor da Terra.

O preço político de sair atrás na corrida espacial foi alto. Em 1960, os republicanos perderam a eleição para um jovem senador democrata de Massachusetts, John F. Kennedy, sob o argumento de que havia um atraso inaceitável na tecnologia americana de mísseis.

A União Soviética, contudo, manteria a dianteira. Em 12 de abril de 1961, antes que qualquer americano atingisse o espaço, o piloto russo Yuri Gagarin, nascido numa fazenda comunal nos arredores de Moscou, completaria uma órbita ao redor da Terra a bordo da nave Vostok 1, tomando-se o primeiro humano a deixar seu planeta de origem - ainda que por pouco mais de uma hora e meia.

Kennedy então chamou ao pé do ouvido o administrador da Nasa, James Webb, e perguntou: qual meta seria tão difícil que teríamos chance de chegarmos primeiro que os russos? A resposta você pode imaginar qual foi. Estava aberta a corrida para a Lua.

Referência:

INTERESSANTE, Super. **Sputnik, Laika e Gagarin.** 2019. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/sputnik-laika-e-gagarin/>. Acesso em: 16 nov. 2023.

7.4 ANEXO 04

GPS – O que é? Para que serve? Quem Inventou?

GPS é a sigla em inglês para Global Positioning System que, traduzido para o português, significa Sistema de Posicionamento Global. O GPS é um guia de posicionamento e localização de endereços e pontos específicos.

O GPS funciona através da captação de sinais de 24 satélites espalhados pela órbita terrestre que possuem informações sobre todas as coordenadas geográficas da Terra. Os aparelhos de GPS podem ser instalados em carros e também são utilizados para fornecer informações de localização em viagens aéreas ou marítimas.

GPS para Celular

Há diversos aplicativos gratuitos de GPS para smartphones que podem funcionar até sem internet, como é o caso do Oi Mapas, aplicativo desenvolvido pela Oi para sistema Android. Os melhores aplicativos gratuitos de GPS para Android são:

- Waze – GPS, Mapas e Trânsito em Tempo Real;
- GPS Navigation;
- GPS Brasil – Navegador Grátis;
- Here WeGo.

Quem criou o GPS?

O GPS – Sistema de Posicionamento Global, foi criado por Hedy Lamarr (1913 – 2000), uma atriz de Hollywood, por incrível que pareça!

Hedy Lamarr era austríaca e de origem judaica. Ela criou a tecnologia que serviu de base para o sistema do GPS durante a Segunda Guerra Mundial para ajudar os Estados Unidos e aliados contra o crescimento da onda nazista na época.

Foi com o seu ex-marido, Fritz Mandl, na Áustria, e com os seus colegas engenheiros que Hedy adquiriu conhecimento sobre radiocomunicação e graças a isso pode contribuir cientificamente quando se divorciou e fugiu para os Estados Unidos.

Referência:

ABREVIAR. **GPS:** o que é? para que serve? quem inventou?. 2023. Disponível em: <https://www.abreviar.com.br/gps/>. Acesso em: 16 nov. 2023.

7.5 ANEXO 05

É comum vermos nos noticiários que a Agência Espacial Americana (NASA) lançou uma sonda para estudar os planetas do sistema solar, ou que colocou satélites em órbitas na Terra e que lançou ônibus espaciais para funções diversas.

Embora só no século XX tenha sido possível colocar um objeto em órbita ao redor da Terra, no século XVII, Newton já tinha uma ideia clara de como isso poderia ser feito. Entretanto, não dispunha de uma tecnologia possível para realizar tal façanha.

Para se colocar satélites em órbita, eles devem ser levados verticalmente por foguetes, até que atinjam uma determinada velocidade e, nessas condições, o corpo não retornaria mais para a Terra.

A fim de entender esse valor de velocidade que necessita ter uma carga útil para ser erguida contra a gravidade, devemos tratar o problema do ponto de vista da energia.

Um corpo a uma distância muito grande da Terra tem o valor do seu peso diferente daquele medido perto da superfície terrestre, pois o valor da aceleração da gravidade varia com a altitude.

A expressão geral que nos permite calcular a energia potencial em um ponto qualquer em relação ao nosso planeta é:

$$E_p = \frac{-(G \cdot M \cdot m)}{R}$$

As constantes dessa expressão estão indicadas na Tabela 1 abaixo:

Grandezas Físicas	Símbolo	Valor
Constante Universal da Gravitação	G	$6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}$
Massa da Terra	M	$6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$
Raio Médio da Terra	R	$6,37 \times 10^6 \text{ m}$

Tabela 1: Valores das Grandezas Físicas

Considere um satélite de massa m próximo à superfície da Terra, e desprezando-se o efeito do ar, encontraremos a expressão da velocidade de lançamento do satélite para que ele possa escapar (não totalmente) do campo gravitacional da Terra. Observe que, “no infinito” (quando “ R ” tende ao infinito), a energia potencial E_P é nula e, como a energia cinética E_{Cin} não pode ser negativa, concluímos que, para que um corpo consiga chegar “ao infinito”, sua energia mecânica total E_M não deve ser negativa, e sua velocidade, ao chegar a esse ponto, deve ser igual a zero. Desse modo temos:

O princípio da conservação da energia é expresso pela equação:

$$E_{c_0} + E_{p_0} = E_{c_f} + E_{p_f} \quad (1)$$

E_{c_0} = Energia cinética inicial

E_{p_0} = Energia potencial inicial

E_{c_f} = Energia cinética final

E_{p_f} = Energia potencial final

A energia cinética (E_c) é dada por:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

onde:

m = Massa do corpo

v = Velocidade do corpo

Para um corpo no infinito:

$$E_{c_f} = 0 \text{ e } E_{p_f} = 0$$

Nessas condições, então, teremos, sendo R o raio da Terra:

$$\left(\frac{mv^2}{2}\right) - \frac{(G.M.m)}{R} = 0$$

De onde obtemos:

$$\left(\frac{mv^2}{2}\right) = \frac{(G.M.m)}{R}$$

Isolando a velocidade ao quadrado e simplificando as massas (m), temos:

$$v^2 = \frac{2GM}{R}$$

Extraindo a raiz quadrada:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad (2)$$

Substituindo os valores das constantes G, M e R indicados na Tabela 1, na expressão (2) obtemos que velocidade (v) é igual a **11,2 km/s**.

Logo, se lançarmos uma carga útil da superfície terrestre com essa velocidade, ele não retornará mais, pois atingirá uma posição muito afastada do nosso planeta, onde a atração gravitacional é praticamente desprezível.

O professor(a) apresentará a equação (3) de foguete (Equação de Tsiolkovsky) demonstrando um exemplo de cálculo para saber a quantidade de combustível no foguete ao tentar se levar para o espaço 10 toneladas de material (módulo de comando, módulo lunar, os próprios astronautas, ou até mesmo um satélite, por exemplo).

$$\Delta V = V_e \ln \left(\frac{m_o}{m} \right) \quad (3)$$

$$Empuxo = Taxa \cdot V_e$$

$$Empuxo = 33.360kN$$

$$Taxa = 13.000 \frac{kg}{s}$$

$$V_e = \frac{m}{s}$$

$$V_e = \frac{Empuxo}{Taxa} = \left(\frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{\frac{kg}{s}} \right) = \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$V_e = \frac{33.360 \cdot 10^3}{13.000} = 2.566,15 \left(\frac{m}{s} \right)$$

$$\Delta V = V_e \ln \left(\frac{m_o}{m} \right)$$

$$11,2 \left(\frac{km}{s} \right) = 2.566,15 \ln \left(\frac{m_o}{10.000} \right)$$

$$4,36 = \ln \left(\frac{m_1 + 10.000}{10.000} \right)$$

$$4,36 = \ln(m_1 + 10.000) - \ln(10.000)$$

$$9,21 + 4,36 = \ln(m_1 + 10.000)$$

$$13,57 = \ln(m_1 + 10.000)$$

$$\ln(x) = y \leftrightarrow e^y = x$$

$$e^{13,57} = (m_1 + 10.000)$$

$$782.300 = m_1 + 10.000$$

$$m_1 = 772.300kg$$

Referência:

GERMANO, Leandro Batista. **O MOVIMENTO DOS SATÉLITES**. In: VI-ANNA, Deise Miranda. Temas para o ensino de física com abordagem CTS: (ciência, tecnologia e sociedade). R: Bookmakers, 2012. p. 53-69.

7.6 ANEXO 06

GPS

O funcionamento da tecnologia

Atualmente existem dois sistemas que permitem a navegação por satélite: O GPS americano e o GLONASS russo. Outros dois sistemas que estão em fases de implementação: o Galileo, da União Europeia, e o Compass, da China.

O GPS americano consiste em um sistema de posicionamento geográfico que conta com um total de 24 satélites e mais 4 sobressalentes, em seis planos próximos a órbita do planeta Terra, a uma altitude de 19.000 km.

Ele nos fornece as coordenadas de determinado lugar na Terra, desde que tenhamos um receptor de sinais de GPS. Assim, aquele aparelho receptor, que carregamos aqui na Terra, sabe exatamente onde estão os tais satélites.

Esses satélites estão distribuídos de maneira que um receptor, posicionado em qualquer ponto da superfície terrestre, estará sempre ao alcance de pelo menos três deles (quatro ou mais para precisão maior). Daí, a localização é baseada em cálculos que ocorrem através de um processo chamado triangulação, ilustrado a seguir.

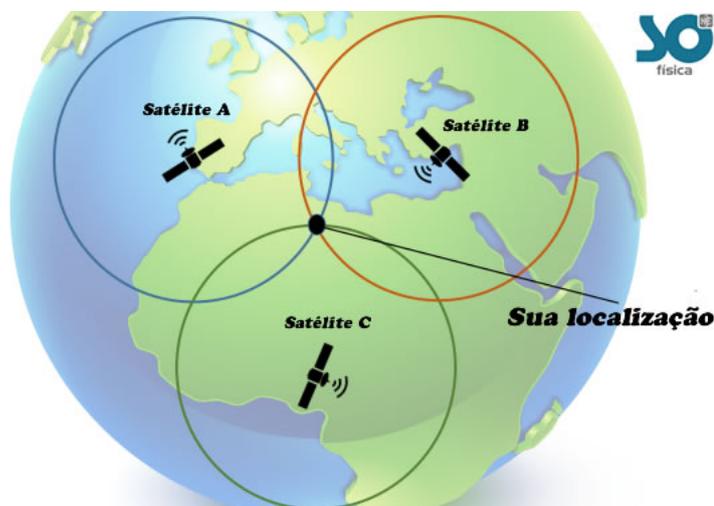


Figura 1: Triangulação a partir dos satélites é a base do sistema do GPS

A triangulação

No processo de triangulação, três satélites enviam o sinal para o receptor, que calcula quanto tempo cada sinal demorou a chegar até ele. Além da sua localização terrestre, o receptor GPS também consegue saber a altura do receptor em relação ao nível do mar, porém para isso é necessário um quarto satélite.

Tanto os satélites como os receptores GPS possuem um relógio interno que marca as horas com uma enorme precisão, em nanossegundos. Quando o satélite emite o sinal para o receptor, o horário em que ele saiu do satélite também é enviado.

Ao captar os sinais dos satélites, o receptor calcula a distância entre eles pelo intervalo de tempo entre o instante local e o instante em que os sinais foram enviados. Levando em conta a velocidade de propagação do sinal, o receptor pode situar-se na intersecção desses dados, permitindo identificar exatamente onde o aparelho se encontra na Terra.

Para que a posição do receptor seja sempre atualizada, os envios desses sinais ocorrem constantemente em uma velocidade de 300 mil quilômetros por segundo (velocidade da luz) no vácuo.

A partir daí, como o receptor de GPS já sabe onde você está, ele compara sua localização com um mapa (desenvolvido pela empresa que fabricou o aparelho), que vai lhe mostrar exatamente por onde você tem que ir para chegar ao seu destino.

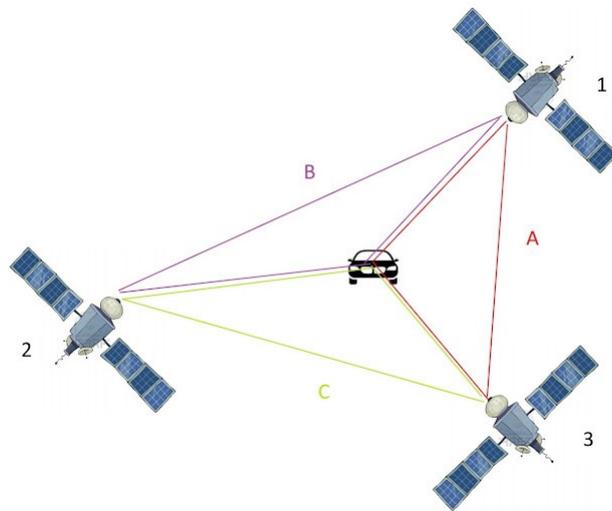


Figura 2: GPS/Triangulação

O professor empregará um software CAD, tal como o SolidWorks®, para criar uma representação gráfica da figura acima, ilustrando como o ponto de intersecção de três círculos centrados nos vértices do triângulo (satélites), determina a localização precisa no sistema de GPS.

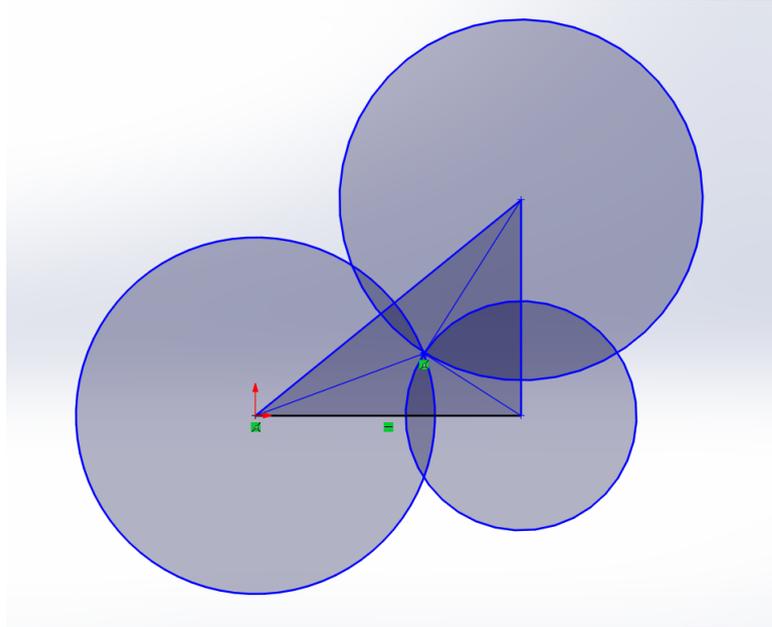


Figura 3: Desenho da triangulação no Solid Works

Vendo a imagem fica mais fácil de entender como funciona a triangulação não é mesmo?

Além da sua localização terrestre, o receptor GPS também consegue saber a altura do receptor em relação ao nível do mar, porém para isso é necessário um quarto satélite.

Curiosidades

- No Brasil, o primeiro receptor GPS foi utilizado em 1992. Inicialmente ele era usado para rastrear caminhões com cargas valiosas;
- Que Apenas em 2000 o sinal dos satélites de GPS foi liberado ao uso civil. Antes, os EUA impunham uma “disponibilidade seletiva” que impossibilitava o uso civil do sinal com uma precisão menor que 90 metros;
- No interior dos satélites, há relógios atômicos de uma precisão enorme. Eles atrasam 1 segundo a cada 100 mil anos;
- Apesar do sinal dos satélites funcionarem em todo o globo terrestre, há dois países que não permitem a utilização do seu sinal em seus territórios: Coreia do Norte e a Síria;
- Até em 2009, no território do Egito também era proibido o uso do sinal GPS.

Referência:

GPS -“O que é, como funciona”em Só Física. Virtuous Tecnologia da Informação, 2008-2023. Consultado em 17/11/2023 às 08:17. Disponível na Internet em <http://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/gps.php>

7.7 ANEXO 07

Entenda o plano de mineração para obter combustível de foguetes na Lua

Nota: Na atualização deste texto, em 30 de agosto de 2023, a Sonda lunar indiana Chandrayaan-3 encontrou oxigênio, enxofre e outros elementos no solo da Lua após histórico pouso no polo sul lunar. A saber, essa missão visa também estudar a água congelada, crucial para futuras bases astronautas. A Índia foi o primeiro país a pousar com sucesso no polo sul da Lua; a área é desafiadora e até então inexplorada, marcando um feito significativo. A região é traiçoeira com crateras e temperaturas extremamente baixas. Agora, a exploração lunar visa aproveitar descobertas de água feitas em missão anterior, em 2008. A sonda continuará operando por mais uma semana.

A busca por recursos tem feito as pessoas olharem para o espaço. Pensando nisso, a Lua pode ser uma alternativa, sendo que um dos itens de interesse para mineração lunar é animador especialmente para profissionais do setor espacial. Acredite ou não: é a água. O problema? Há desafios de extração e purificação. Existe água na Lua?

Em 2018, a NASA havia confirmado que existe sim, a partir de evidências da missão Moon Mineralogy Mapper (M3), que havia sido lançada dez anos antes, em 2008, com o intuito de confirmar a existência de gelo na Lua. O instrumento carrega consigo um espectrômetro capaz de captar as propriedades refletivas da água congelada e medir diretamente a maneira como suas moléculas absorvem a luz infravermelha, permitindo a diferenciação entre água líquida, vapor de água e gelo sólido.

Com a missão M3, ficou claro que há evidências definitivas de gelo na superfície lunar, concentrado nas partes mais escuras e frias de seus polos. Esses depósitos de gelo são distribuídos de maneira irregular e podem ser bem antigos. No polo sul, a maior parte do gelo está concentrada nas crateras lunares, enquanto o gelo do polo norte é mais amplo, mas distribuído de forma esparsa.

Qual o intuito de usar água da Lua?

Pense nos constituintes da molécula de água: você pode dividi-la em hidrogênio e oxigênio. Em seguida, é possível liquefazer esses dois elementos, gerando combustível de foguete. Se você fosse capaz de reabastecer na lua, não precisaria mais levar todo o seu propulsor na decolagem, tornando sua espaçonave significativamente mais leve e barata de lançar. Considerando isso, a Lua poderia se tornar uma espécie de posto de gasolina interplanetário para viagens a Marte, por exemplo, facilitando planos ambiciosos como os de Elon Musk.

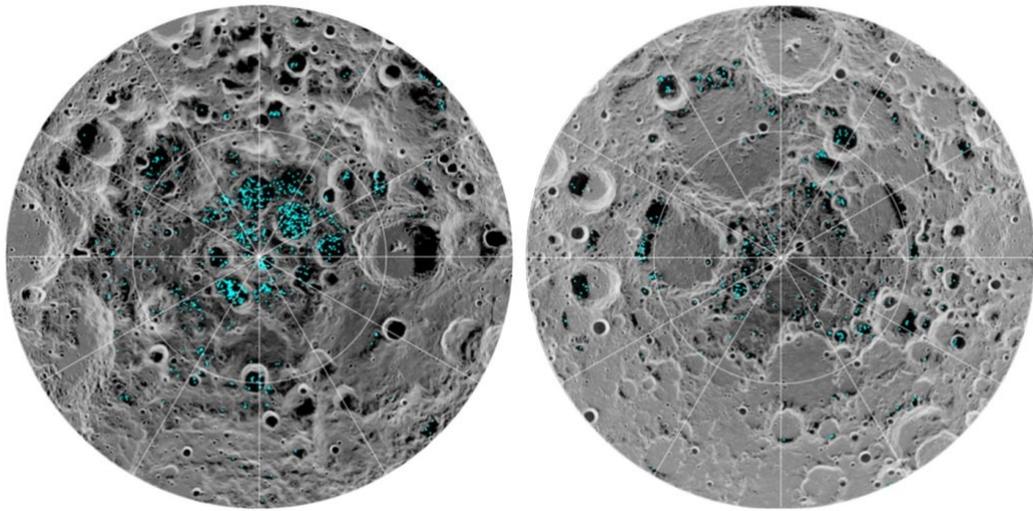


Figura 4: Resultados do M3 sobre a distribuição do gelo na Lua. Imagem: NASA

Tem gente trabalhando em mineração na Lua?

Existe trabalho em andamento pensando na tal água lunar. A Agência Espacial Europeia, China, Índia e EUA têm projetos relacionados a esse tópico. Recentemente, a NASA anunciou os Acordos da Artemis - uma estrutura legal proposta para a mineração na Lua, nomeada após o programa Artemis da NASA de devolver astronautas à superfície lunar em 2024.

Contudo, perguntas ainda permanecem: como é que, de fato, conseguiríamos acessar a água da lua. Existem muitos obstáculos, incluindo temperaturas baixas demais, radiação e o próprio solo lunar. Sem mencionar que os astronautas teriam de manter uma base por mais tempo na Lua. Esse é um plano ambicioso da Artemis, mas será que vai vingar?

Como extrair o gelo lunar?

Agora vêm as ideias mirabolantes: mesmo considerando os obstáculos mais óbvios para mineração na Lua, ainda há outras dificuldades. Uma delas é relacionada ao fato de que a água não está tão acessível na superfície da Lua. A tal água lunar está na forma de minúsculos grãos de gelo misturados no solo, localizados principalmente nas regiões permanentemente sombreadas, dentro de crateras próximas aos polos. Lá, temperaturas de 40 K (-233,15 °C) mantêm o gelo da água estável.

Uma das alternativas foi levantada pelo engenheiro de arquiteturas espaciais da Escola de Minas do Colorado, George Sowers, junto uma equipe de mais de uma dúzia de

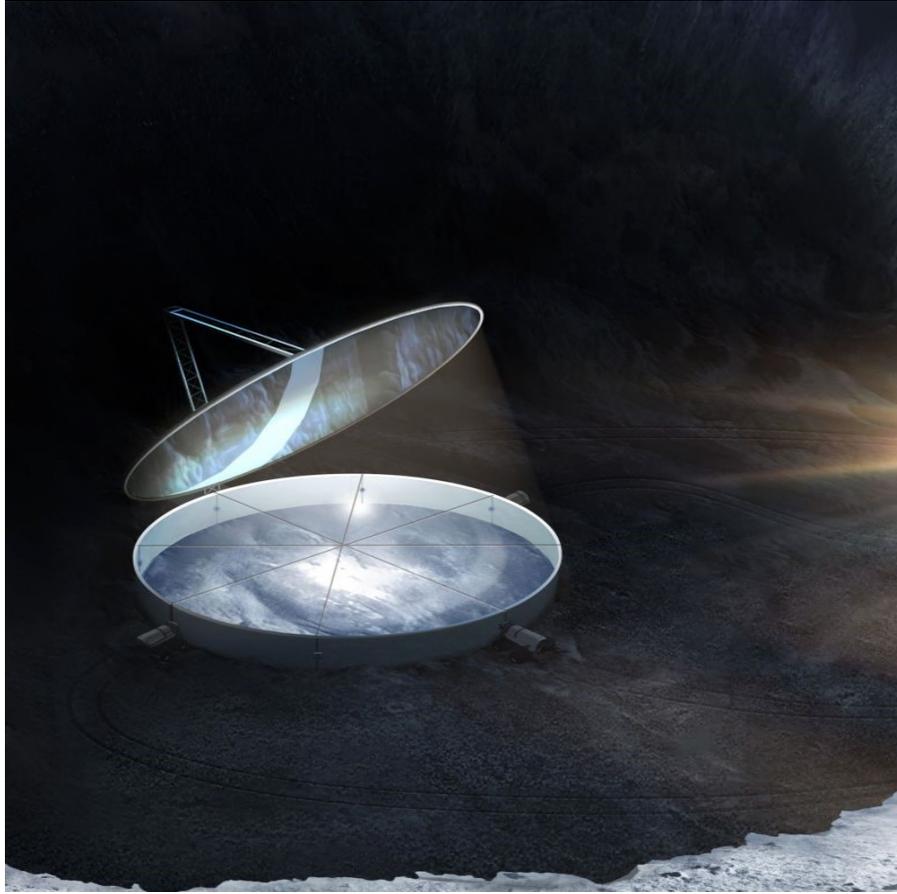


Figura 5: Conceito de sistema para extração de gelo lunar. Imagem: George Sowers

colaboradores. O trabalho publicado na revista *Reach*, no ano passado, descreve grandes torres com espelhos côncavos no topo, que seriam erguidas e instaladas nas bordas da cratera lunar, visando refletir a luz do sol em regiões permanentemente sombreadas. Essa energia aqueceria o solo lunar até 220 K (-53,15 °C), o suficiente para fazer o gelo da água se transformar em vapor.

Esse vapor d'água seria capturado em uma tenda (em um arranjo parecido com o de alguns projetos de retirada de água do ar em regiões desérticas) e ressublimado. A ideia de transformar em gelo outra vez é para facilitar o transporte para a instalação de purificação e quebra. Lá, a água seria dividida em hidrogênio e oxigênio por eletrólise e, finalmente, liquefeita para que os constituintes pudessem ser usados como propulsores de foguetes.

Aproveitar energia solar é consenso entre cientistas envolvidos nessas questões espaciais. Uma outra alternativa foi apresentada pela Trans Astronautica Corporation, sediada na Califórnia. Eles esboçaram planos para torres altas com painéis solares para aproveitar a energia e levá-la até as crateras lunares. De lá, usar radiofrequência, microondas e radiação infravermelha para sublimar o gelo da água.

O desafio da purificação:

Outra questão é que a água lunar não está livre de contaminantes. Os grãos são fortemente misturados com outros elementos. Isso foi confirmado em 2009, por meio da missão LCROSS da NASA, que disparou um foguete contra a lua para lançar plumas de rocha lunar no ar. Uma análise deste material transportado pelo ar descobriu que era apenas 5,6% de água em peso.

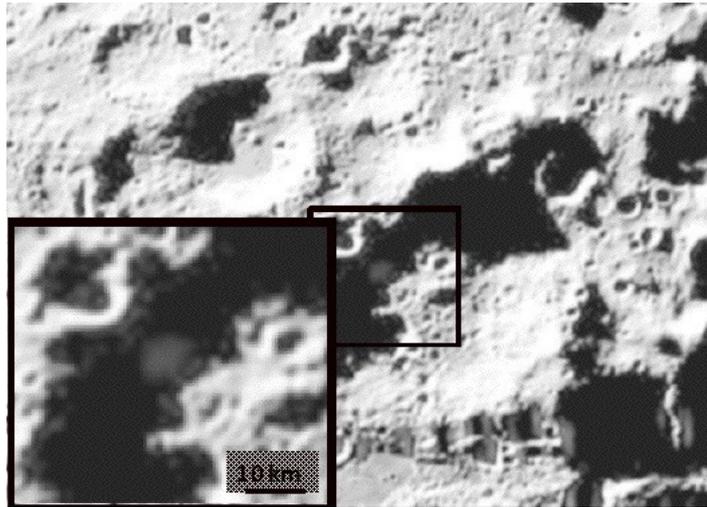


Figura 6: Screen de resultados do LCROSS. Imagem: NASA

Esses dados, mesmo que obtidos há mais de dez anos, ainda são a análise direta mais recente do conteúdo de água do solo lunar que temos. Ainda assim, sugerem que mesmo que o gelo possa ser separado do solo lunar, ele ainda é muito impuro e exigiria um tratamento robusto para livrar-se de contaminantes que arruinariam qualquer combustível feito a partir dele. Pensem: se já temos desafios para o tratamento de água para consumo na Terra, imaginem a dificuldade de conseguir água ultrapura para ser quebrada em combustível de foguete na lua.

Referência:

JESSIE, Kamila. **Entenda o plano de mineração para obter combustível de foguetes na Lua.** 2023. Engenharia 360. Disponível em: <https://engenharia360.com/gelo-lunar-combustivel-foguetes/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

7.8 ANEXO 08

LEGEND	
●	Glue
✳	Cutout - make a hole

Model : No. 0346/V/14



Saturn V Rocket and Launch Pad

Scale 1:300

On July 20th 1969, this massive machine blasted out to the blue sky and entering mankind to a whole new level. This rocket Saturn V SA-506 was used to propelled 3 brave men to the space and finally stepped their feet on moon's soil accomplished their Apollo mission, the 11th mission. They are Neil A. Armstrong, Michael Collins and Edwin E. "Buzz" Aldrin, Jr. Saturn V was continue to be use to bring many astronauts to the moon until 5th times on Apollo 17 mission in 1972. Saturn V services ended in 1973 after accomplished Skylab program. The reason I made this model is because it's quite simple model. The complete model will be around 40 cm in height, the scale is 1:300. The template contains 9 pages of patterns.

Figura 7: Instruções de montagem (01 de 04)



Figura 8: Instruções de montagem (02 de 04)

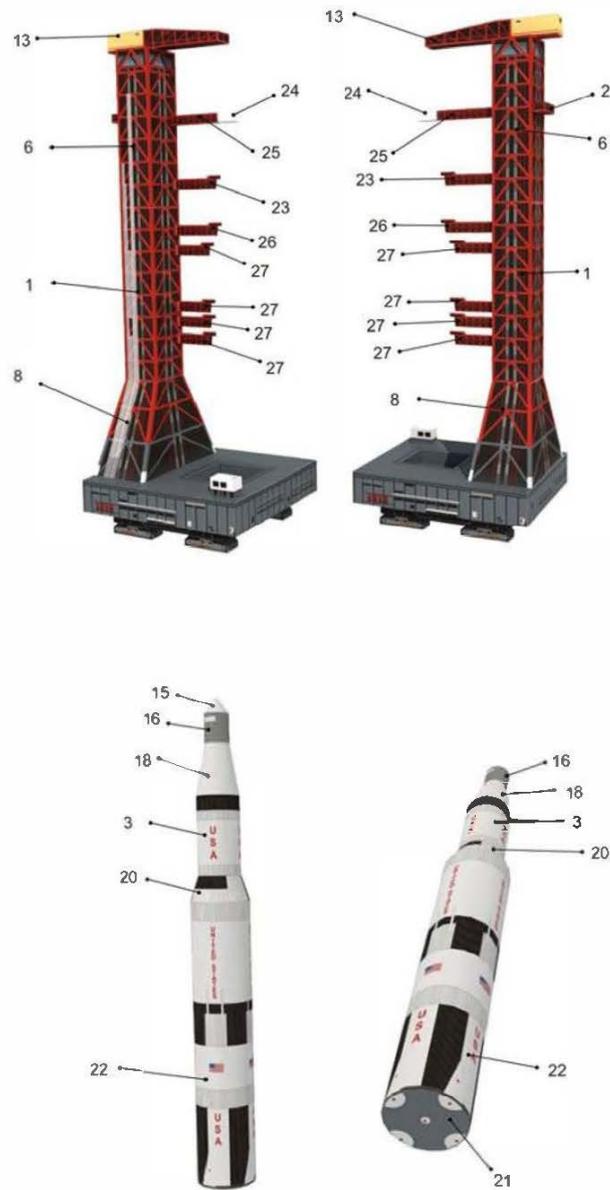


Figura 9: Instruções de montagem (03 de 04)

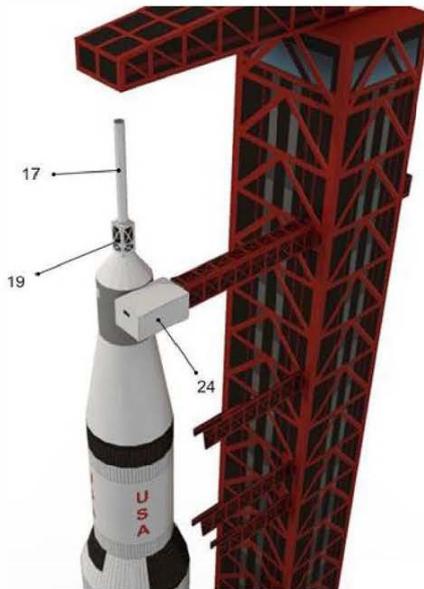
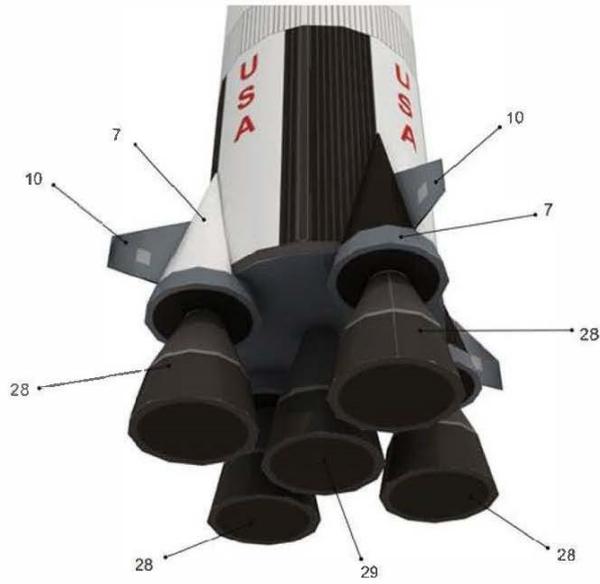


Figura 10: Instruções de montagem (04 de 04)

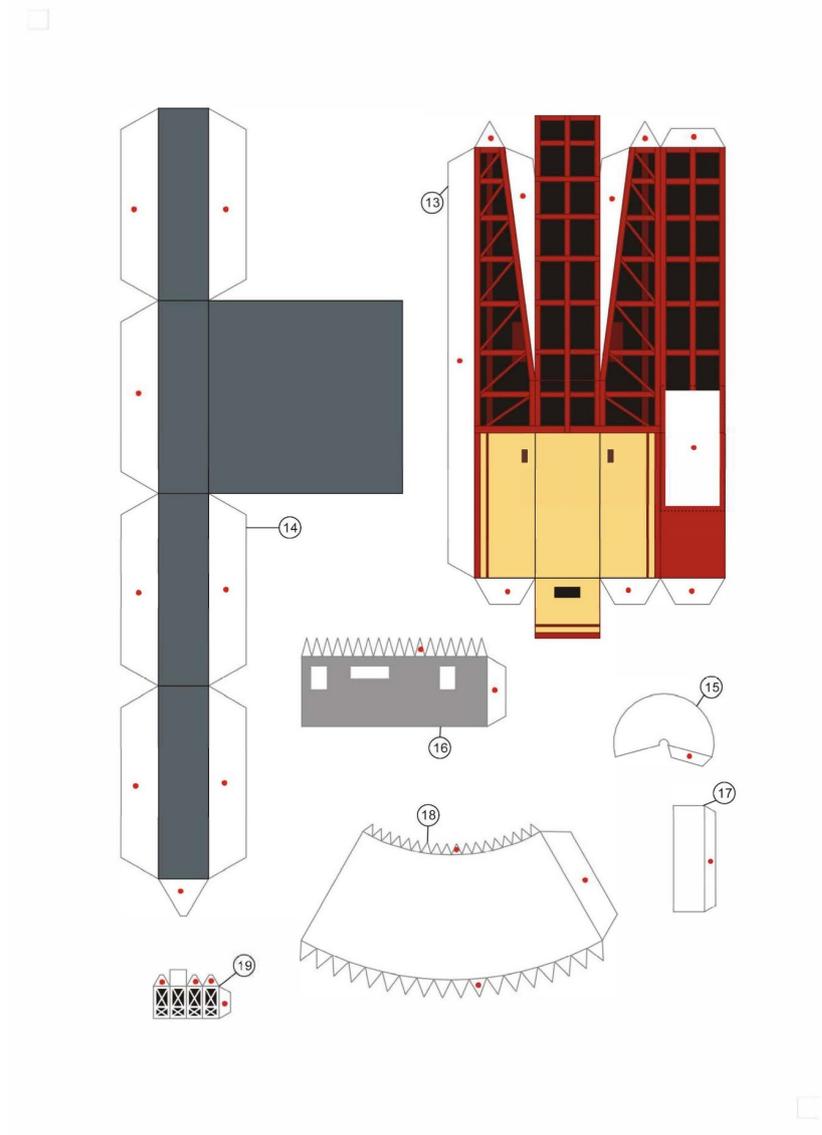


Figura 11: Peças (01 de 09)

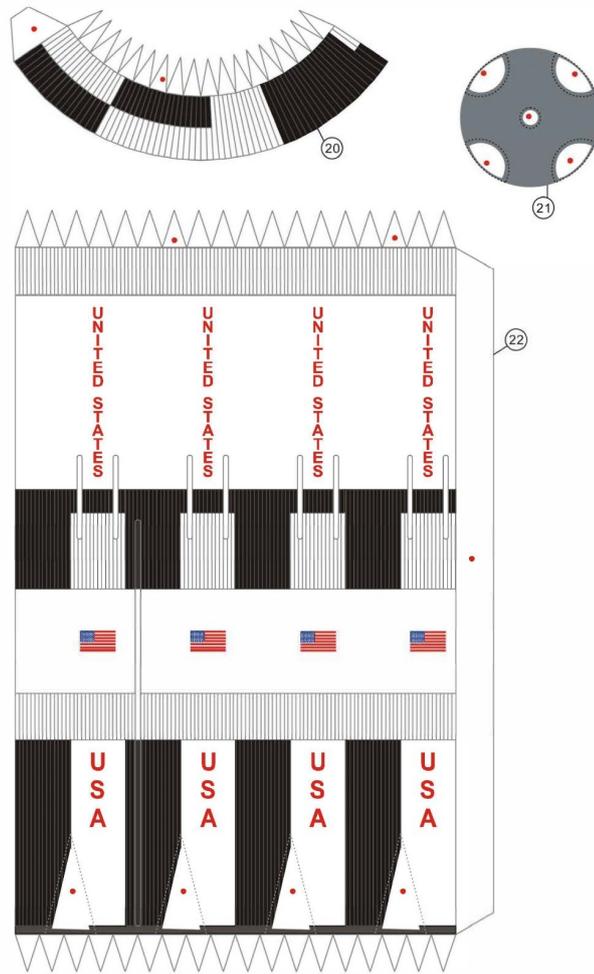


Figura 12: Peças (02 de 09)

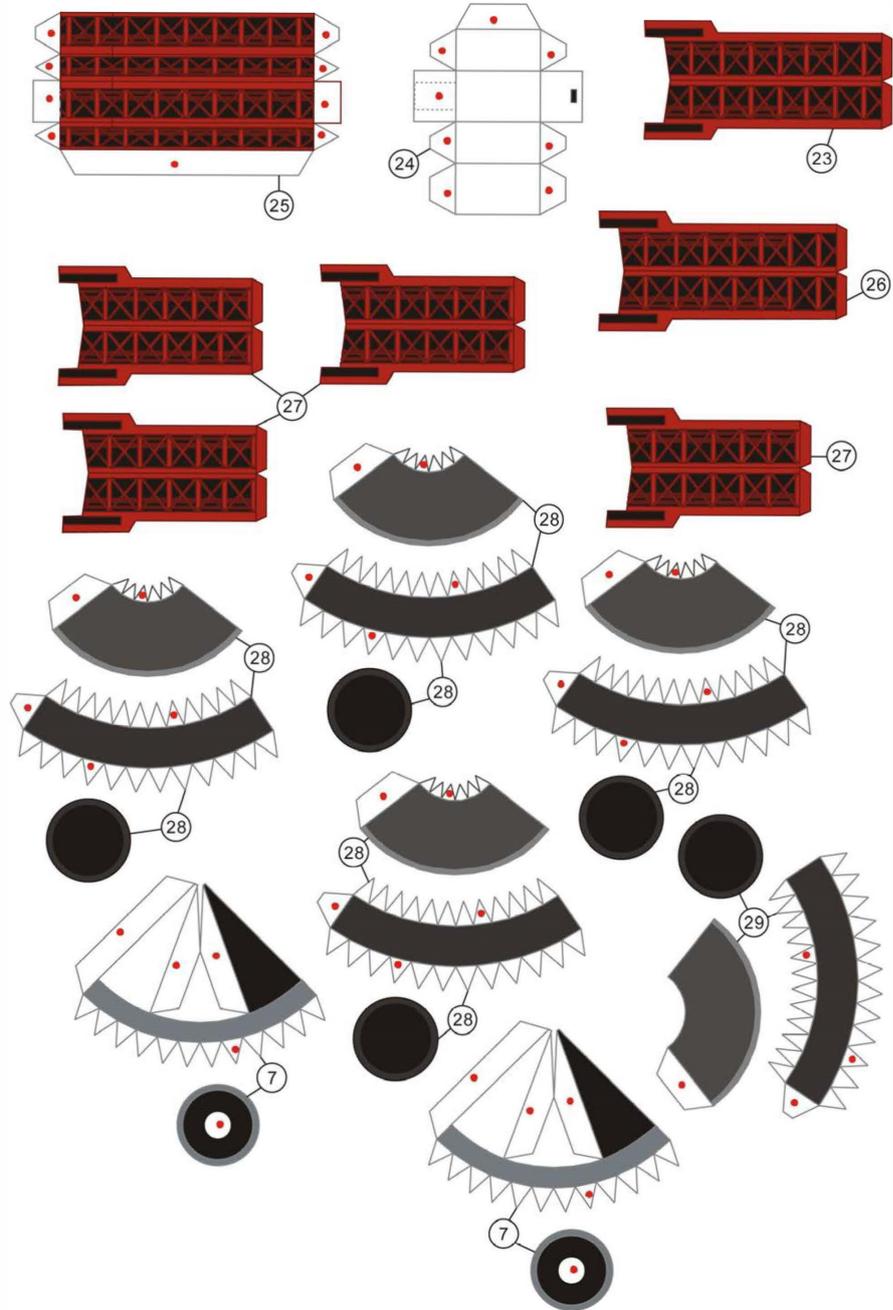


Figura 13: Peças (03 de 09)

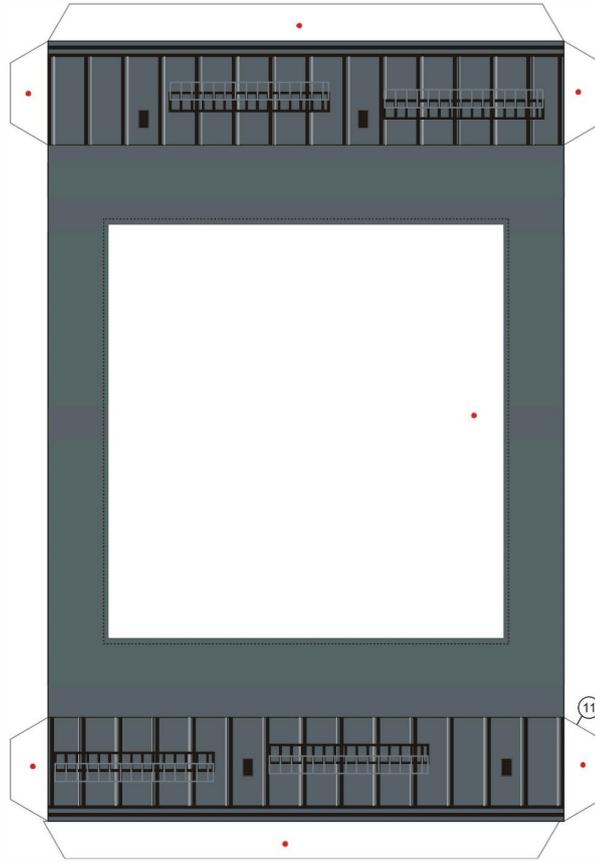


Figura 14: Peças (04 de 09)

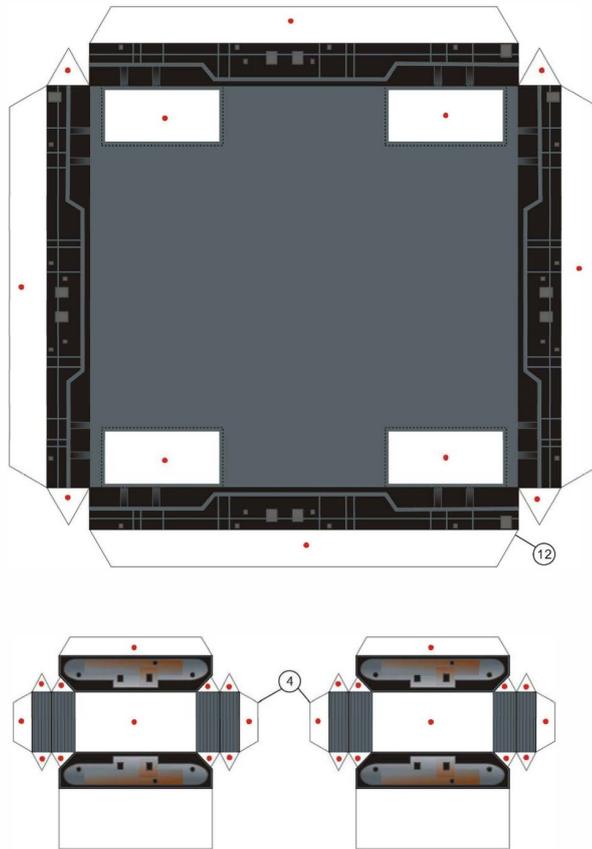


Figura 15: Peças (05 de 09)

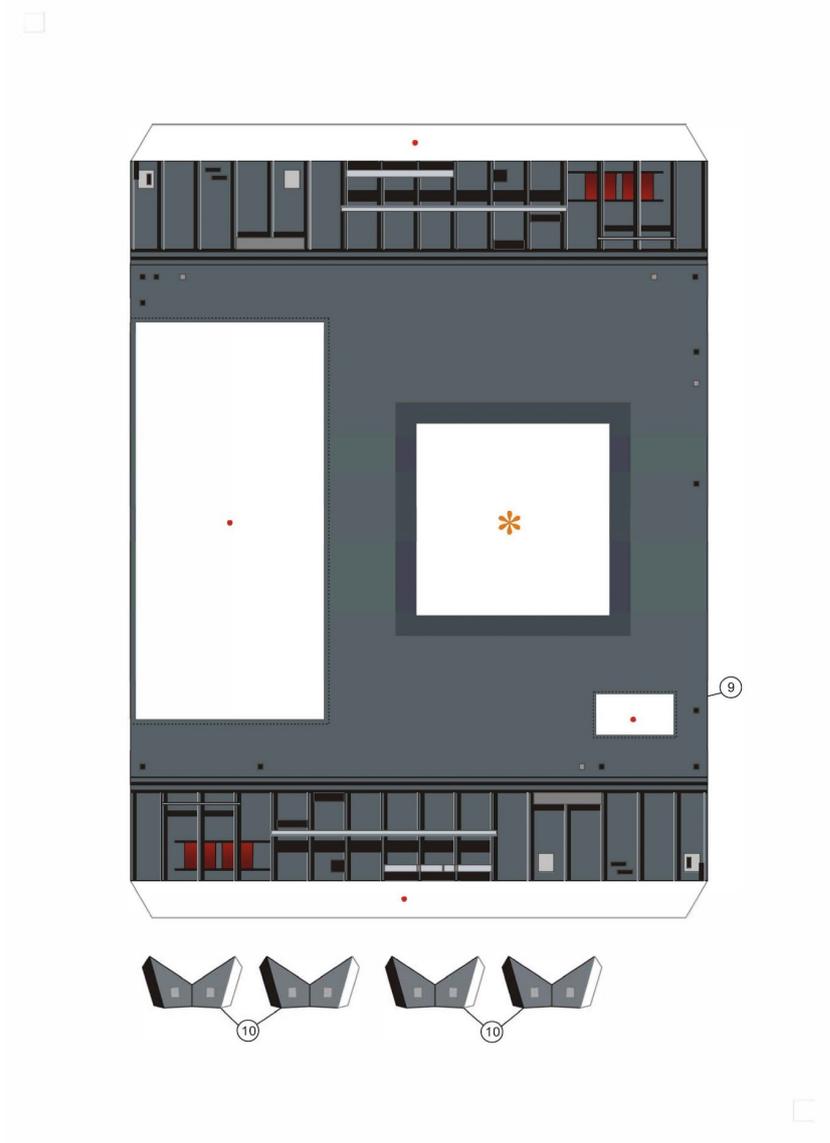


Figura 16: Peças (06 de 09)

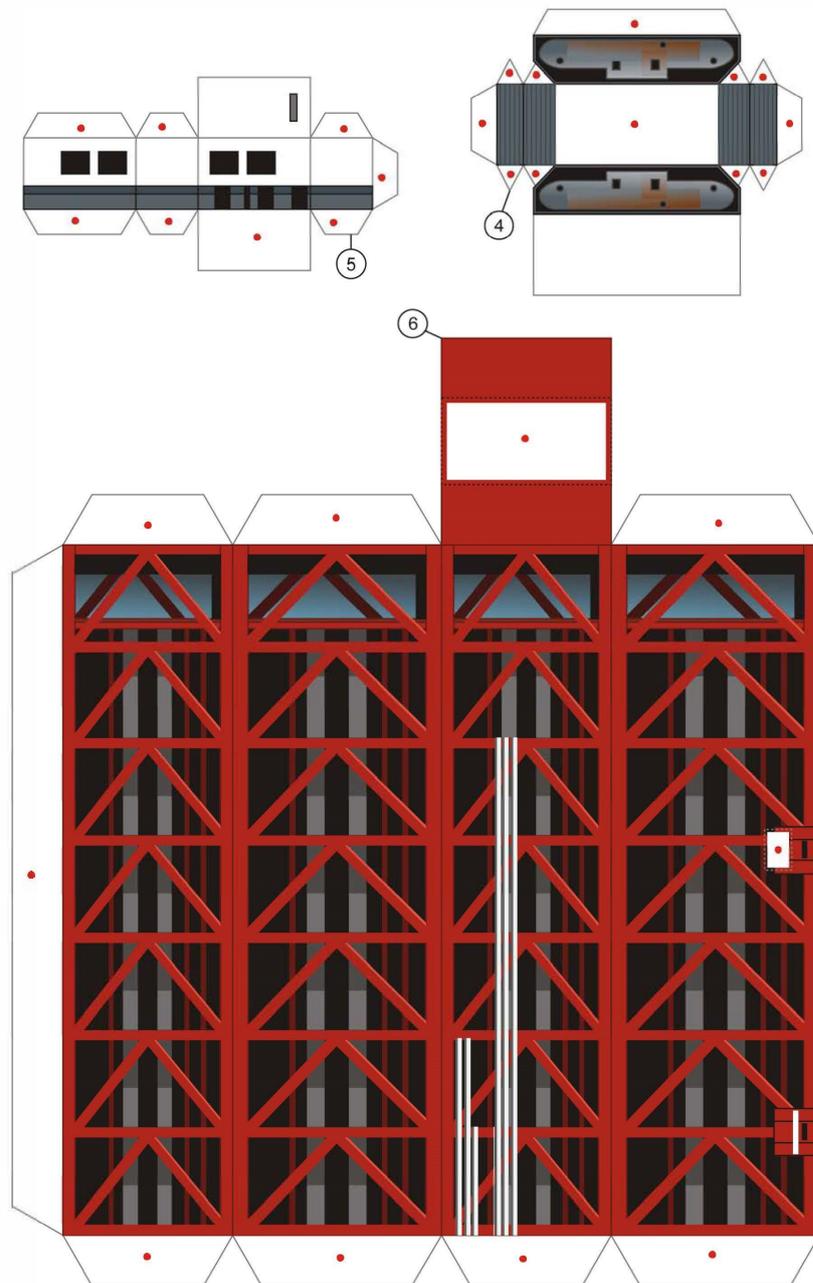


Figura 17: Peças (07 de 09)

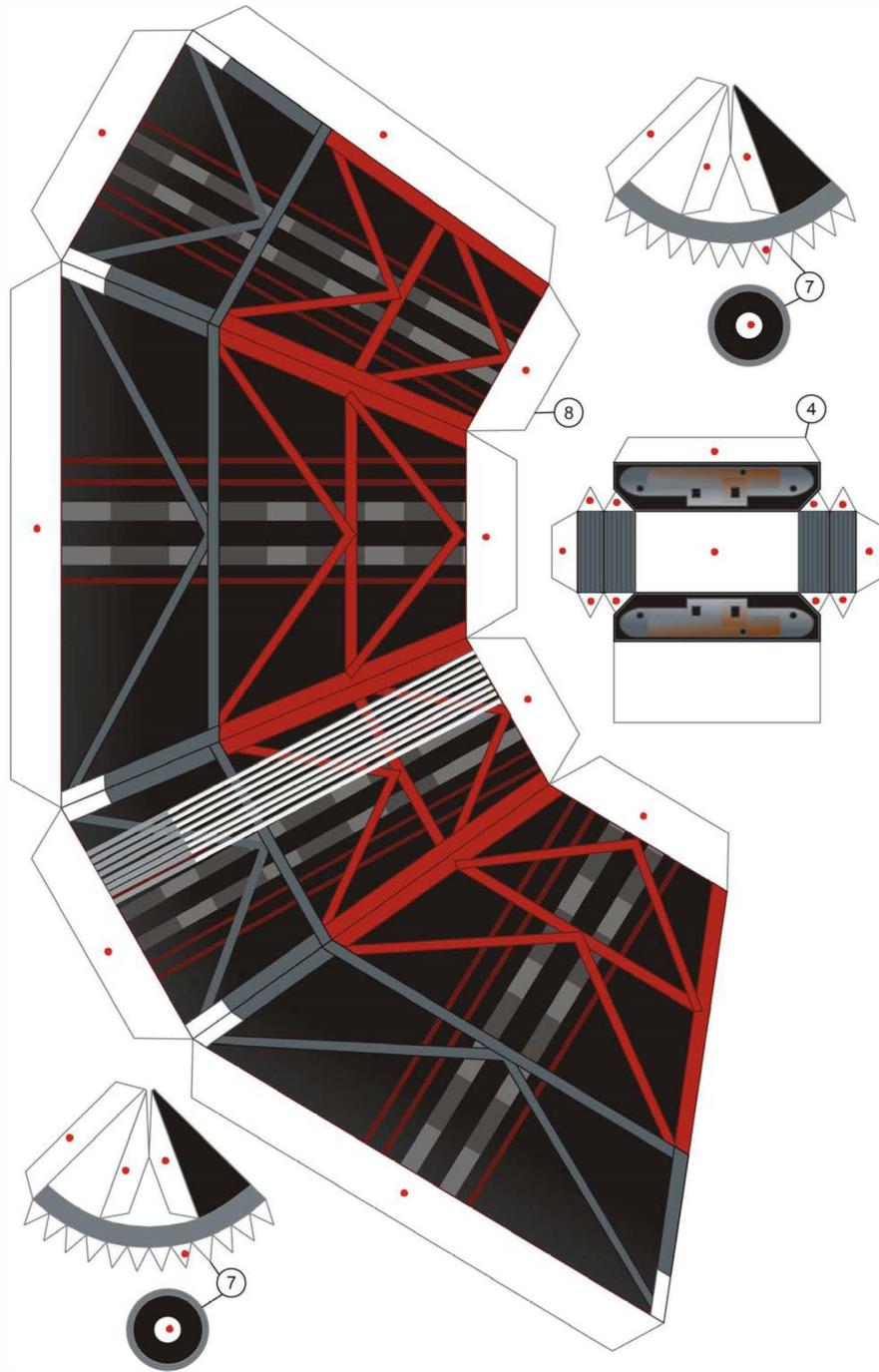


Figura 18: Peças (08 de 09)

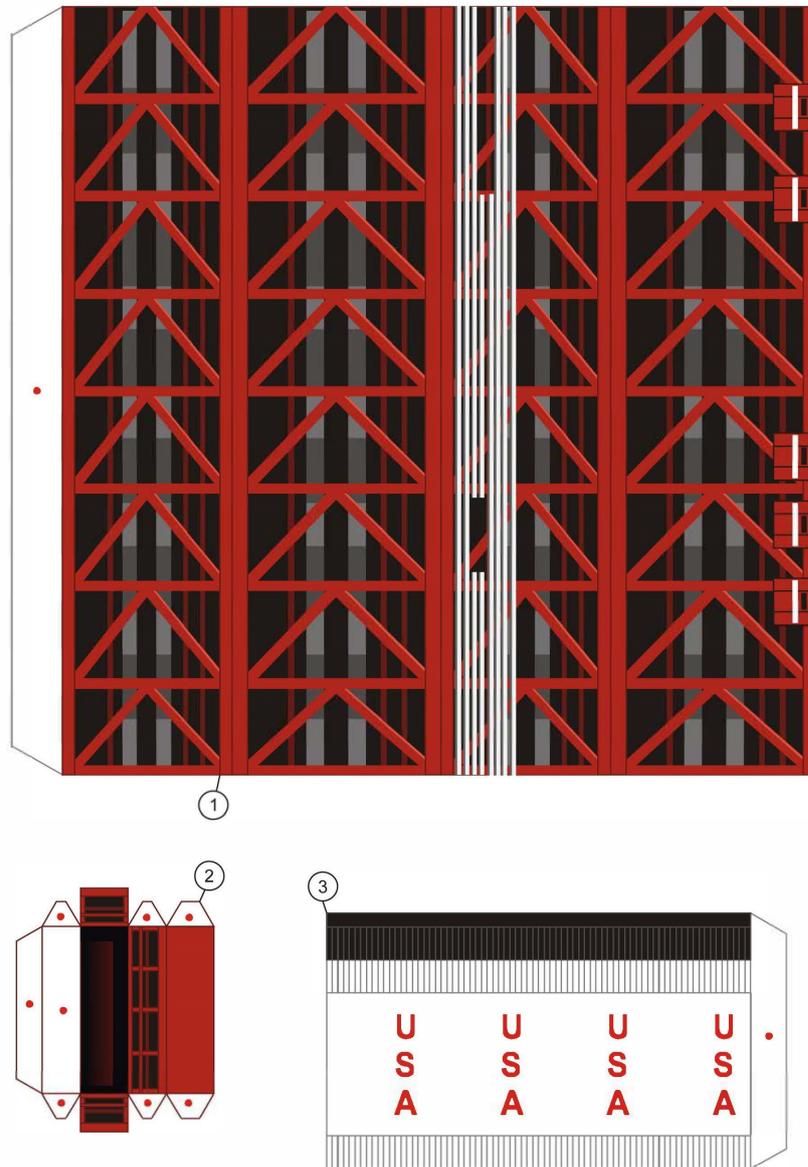


Figura 19: Peças (09 de 09)



Figura 20: Modelo de foguete Saturno V montado.