

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**Diógenes Frederichi**

**ESTRATÉGIAS DE ENSINO DE FÍSICA EM TEMPOS DE**  
**PÓS-VERDADE**

**Maringá-PR**  
**Abril de 2022**

DIÓGENES FREDERICHI

**ESTRATÉGIAS DE ENSINO DE FÍSICA EM TEMPOS DE  
PÓS-VERDADE**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Física.

Orientador: Prof.º Dr.º Marcos Cesar Danhoni Neves

Maringá-PR  
Abril de 2022

DIÓGENES FREDERICHI

**ESTRATÉGIAS DE ENSINO DE FÍSICA EM TEMPOS DE  
PÓS-VERDADE**

Monografia apresentada ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.º Dr.º Marcos Cesar Danhoni Neves

Orientador

---

Prof.º Dr.º Breno Ferraz de Oliveira

Membro – DFI/UEM

---

Prof.º Dr.º Daniel Gardelli

Membro – DFI/UEM

Maringá-PR

Abril de 2022

*Aos meus pais, Rivaldo e Maria de Fátima,  
por sempre me apoiarem e serem exemplo  
de dedicação e honestidade.*

***Dedico***

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, quero expressar a eterna gratidão a minha mãe, Maria de Fátima, pelo seu grande exemplo, dedicação, por sempre apoiar minhas decisões e por todo seu amor. E também ao meu pai, Rivaldo Francisco, pessoa de poucas palavras e de coração infinito, sendo exemplo de honestidade e mostrando que é por meio do trabalho que se constrói uma família.

A minha companheira, Rudimila, por estar sempre presente, incentivando e me apoiando nessa empreitada.

Ao professor Marcos Cesar Danhoni Neves pelas orientações.

Aos membros da banca, o professor Breno Ferraz de Oliveira e o professor Daniel Gardelli, por terem aceitado o convite.

A todos os professores do curso de Licenciatura em Física pelos eternos ensinamentos.

Aos colegas do curso de Física pelos esclarecimentos e pelos momentos de descontração.

E à Universidade Estadual de Maringá.

# ESTRATÉGIAS DE ENSINO DE FÍSICA EM TEMPOS DE PÓS-VERDADE

## RESUMO

Este trabalho buscou fazer uma análise das principais concepções pós-verdadeiras que assombram o Ensino de Física. Assuntos como Terra plana, o negacionismo das viagens espaciais e também a descontextualização da Mecânica Quântica – que ficou conhecida como terapia ou cura quântica – foram abordados neste trabalho, bem como elementos que fundamentam as concepção pós-verdadeira pelo viés dos negadores da ciência que utilizam o achismo e as experiências pessoais como critérios epistemológicos. Algumas sugestões e estratégias de ensino foram propostas utilizando contextualizações históricas e ferramentas de Metodologias Ativas para combater a grande onda de desinformação que assola o país. Com isso, este tema se torna muito relevante no âmbito do Ensino de Física, ainda mais diante do avanço das *fake news* e o consumo deliberado de desinformação em massa via redes sociais que presenciamos atualmente.

**Palavras-chave:** Terraplanismo; Cura Quântica; A Farsa da Lua; *Fake News*; Metodologias Ativas; Abordagens Históricas.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema de Terra plana elaborado por Orlando Ferguson em 1893.....	16
<b>Figura 2:</b> Imagens veiculadas na internet mostrando o reflexo de um automóvel no capacete do astronauta (a) e também uma claquete utilizada na produção de imagens de cinema (b).....	17
<b>Figura 3:</b> Pirâmide de aprendizagem proposta por William Glasser.....	22
<b>Figura 4:</b> Localização das antigas cidades de Siena e Alexandria e um esquema ilustrativo de trigonometria, sendo possível utilizar semelhança entre triângulos para estimar o ângulo $\alpha$ e, conseqüentemente, a circunferência da Terra.....	26
<b>Figura 5:</b> Série Cosmos distribuída pela Amazon do Brasil (a) e imagens da série com Carl Sagan falando sobre o experimento (b e c).....	27
<b>Figura 6:</b> Cartas de Física com a temática de História da Física mostrando de forma resumida como Eratóstenes estimou o raio da Terra e também uma carta extra sobre o efeito que conhecemos hoje como eletromagnetismo.....	28
<b>Figura 7:</b> Comparação entre uma imagem tirada na Lua (a) e uma tirada na Terra (c), na qual é possível notar a convergência focal que é indicada pelas sombras geradas pela luz do Sol (b e c).....	31
<b>Figura 8:</b> Imagem registada na Lua com a Terra de fundo (a) e comparação entre o tamanho aparente da Lua registrados da Terra com diferentes lentes objetivas (b e c).....	32
<b>Figura 9:</b> Interface dos experimentos de Pacotes de Onda e Tunelamento Quântico (a), Efeito Fotoelétrico (b), Estados Quânticos Ligados (c) e Interferência Quântica (d).....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Trabalhos propondo Abordagens Históricas para o Ensino de Ciências.....	21
<b>Tabela 2:</b> Algumas modalidades de Metodologias Ativas para o Ensino. ....	23

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Objetivos Gerais.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>9</b>
<b>2 METODOLOGIA DE PESQUISA.....</b>	<b>10</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 O fortalecimento das crenças e o enfraquecimento das ciências.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Como se instaura uma concepção pós-verdadeira?.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Os principais temas ligados ao Ensino de Física.....</b>	<b>13</b>
3.3.1 O terraplanismo.....	14
3.3.2 A chegada do homem à Lua.....	17
3.3.3 Descontextualização da Mecânica Quântica.....	18
<b>3.4 Abordagens Históricas para o Ensino de Física.....</b>	<b>20</b>
<b>3.5 Metodologias Ativas.....</b>	<b>22</b>
<b>4 SUGESTÕES E ESTRATÉGIAS DE ENSINO.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Combate ao Terraplanismo.....</b>	<b>25</b>
4.1.1 Contextualização histórica.....	25
4.1.2 Utilização de experimentos.....	28
<b>4.2 Combate à “Farsa da Lua”.....</b>	<b>30</b>
4.2.1 Utilização de multimídias.....	30
<b>4.3 Combate à Cura Quântica.....</b>	<b>33</b>
4.3.1 Utilização de textos.....	33
4.3.2 Utilização de laboratórios virtuais.....	34
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Passamos por um momento delicado que relaciona a tecnologia com a informação em massa. Muito do que se sonhava no passado, em relação à velocidade e fluidez das informações, virou realidade. Porém, o sonho das gerações passadas veio com uma grande preocupação que se transformou em um tema de muitos trabalhos ao redor do mundo: qual é a qualidade e a veracidade dessas informações que trafegam na internet? Temas como *fake news* e pós-verdade ganharam força significativa nos últimos anos (MARINELI, 2020), devido à velocidade com que informações maliciosas ou sem nenhuma base teórica para se sustentar são propagadas (a *doxa* – opinião – em grego). Trata-se de desinformação, mas desinformação como meio para propagar a ignorância como forma de um sistema capitalista e ultra neoliberal para suprimir o conhecimento (episteme).

A pós-verdade nada mais é do que as convicções ou as crenças pessoais de determinado grupo que se julga ser mais relevante e, claramente baseado em opiniões (*doxa*), desprezando verdades objetivas ou comprovações científicas já bem estabelecidas. Em outras palavras, não se trata da comprovação, mas sim, da convicção. Já as *fake news* constituem-se em “informações” de cunho totalmente ou parcialmente enganoso, com o objetivo de moldar a opinião comum (MARINELI, 2020; SILVA; VIDEIRA, 2020).

Além de todos os problemas sociais e políticos que essa temática pode gerar (EMPOLI, 2019), a ciência e o ensino também são reféns dessa onda de desinformação em massa que a tecnologia traz consigo. Com isso, temas como terraplanismo, cura quântica (BAILAS; VIEIRA, 2020), além do negacionismo científico de maneira geral ganharam força (VILELA; SELLES, 2020), principalmente em tempos como este, de pandemia da COVID-19 em todo o mundo.

Diante deste quadro, quais estratégias utilizar, no âmbito do ensino de Física, para evitar, ou ao menos minimizar, a grande capilaridade com que as concepções de pós-verdade se instalam, principalmente em tempos em que a informação – ou desinformação – é acessada em segundos? Alguns trabalhos que resgatam abordagens históricas para o ensino de Física, como mostrado por Silva, Teixeira e Penido (2019), se mostram muito eficientes para evitar equívocos conceituais sobre diversos ramos do Ensino de Física. Dessa maneira, é possível que uma contextualização histórica sobre negacionismo científico possa auxiliar o processo de transposição didática para o combate à pós-verdade (LIVIO, 2021). Outras estratégias de ensino como as Metodologias Ativas também podem contribuir, uma vez que o indivíduo passa de mero receptor passivo para atuar de forma ativa durante o processo de aprendizagem.

Para isso, serão analisadas e também propostas, com base na literatura, algumas estratégias de ensino para o combate à pós-verdade em salas de aula de Física utilizando, quando possível, algumas abordagens históricas como elementos norteadores para que o ensino seja significativo e adequado.

### 1.1 Objetivos Gerais

O objetivo geral do presente trabalho é analisar e propor estratégias de Ensino de Física e, também, transposições didáticas, voltadas para sala de aula do Ensino Médio, para o combate de ideias e concepções errôneas em tempos de pós-verdade (*fake news*) em galopante processo de negacionismo da ciência.

### 1.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, tem-se:

- realizar um levantamento, com o auxílio da literatura própria, acerca das principais temáticas da Física que causam controvérsias sobre sua confiabilidade e veracidade devido à grande onda de pós-verdades que se vive atualmente;
- analisar e revisar, junto à literatura, as principais estratégias de Ensino de Física, bem como as possíveis transposições didáticas que proponham o combate à pós-verdade (e *fake news*) dentro de sala de aula;
- sintetizar e propor estratégias de Ensino de Física para o combate à pós-verdade dentro de sala de aula, explorando o desenvolvimento do senso crítico e o autoquestionamento dos alunos;
- sintetizar a necessidade de uma visão filosófica-epistemológica que combata a doxa (opinião) em prol da episteme (conhecimento).

## 2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Inicialmente foi feito um levantamento com base na literatura com o intuito de analisar as principais temáticas sobre pós-verdade que são abordadas pelos pesquisadores da área do ensino de Física. Algumas palavras-chave, como movimento negacionista, ensino de física, pós-verdade em Física, *fake news*, crise epistemológica e também combinações destas foram utilizadas para a busca do referencial teórico.

Algumas revistas brasileiras, como o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, em especial sua terceira edição do volume 37, que possui como temática “Ciências e Educação Científica em tempos de pós-verdade”, serviram de base de dados e referencial teórico para este trabalho.

Após identificar os principais temas que geram controvérsias e que são derivados de movimentos de pós-verdade ou negacionistas, serão propostas algumas estratégias de ensino e também possíveis transposições didáticas para contornar ou ao menos minimizar esses problemas. Uma possível abordagem história também será considerada para elaborar as estratégias de ensino e transposições didáticas, uma vez que esse tipo de contextualização se mostra de grande importância para o processo de ensino-aprendizagem, sendo trabalhada por muitos autores na literatura especializada (SILVA; TEIXEIRA; PENIDO, 2019).

O foco das sugestões e estratégias de Ensino de Física será para alunos de Ensino Médio.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão apresentadas e fundamentadas as principais ideias que norteiam o desenvolvimento de concepções pós-verdadeiras que estão relacionadas com o Ensino de Física. Será articulada uma breve compreensão de como os negadores da ciência sustentam suas opiniões em prol de uma satisfação pessoal ou coletiva, podendo ser proposital ou não. E ao final, algumas ferramentas que auxiliarão no desenvolvimento das Estratégias de Ensino, como Abordagens históricas e Metodologias Ativas.

#### 3.1 O fortalecimento das crenças e o enfraquecimento das ciências

Um trabalho muito recente de Chrispino, Albuquerque e Melo (2020), traça um paralelo sobre o fortalecimento das crenças e o enfraquecimento das ciências, que em alguns casos, pode ser explicado pela Teoria da Dissonância Cognitiva, que os próprios autores citam em seu texto. Essa teoria foi desenvolvida por Leon Festinger (1919-1989), na qual inicia sua obra, como cita Chrispino, Albuquerque e Melo (2020), dizendo que “o indivíduo se esforça por realizar um estado de coerência consigo mesmo”. Essa frase não se restringe àquilo que é coerente segundo um senso crítico e bem fundamentado sobre determinado assunto. Ela também pode estar coerente com determinado grupo de pessoas que alimentam um senso acrítico e mal fundamentado sobre ciência, política, religião e vários outros assuntos. O grande ponto é que os indivíduos de determinado grupo sentem forte necessidade de se reafirmarem e alimentar aquilo que é coerente para eles e para o grupo em que fazem parte. Sobre a Teoria da Dissonância Cognitiva, Chrispino, Albuquerque e Melo (2020) ainda dizem o seguinte:

Após pesquisas, incluindo a população envolvida nos terremotos na província indiana de Bihar e Nepal, em 1934, Festinger escreve que é comum que o ser humano busque sempre um estado de coerência (que chamaria de estado de consonância) entre opiniões e atitudes, entre o que crê e o que faz. O que o atraiu para esta formulação teórica foram as exceções a este comportamento esperado. Ele exemplifica lembrando das pessoas que dizem que “negros são tão bons quanto brancos, mas não gostaria de ter famílias negras residindo em seu bairro” (1975, p. 11), além de outras frases do mesmo tipo. A isso ele chama de incoerência (dissonância) que pode ou não ser percebida por seu possuidor. Quando são percebidas, em geral, seu possuidor busca um processo de racionalização que possa

justificar para si mesmo e para o outros a existência desta dissonância (incoerência). Eis aqui a forte semelhança entre a dissonância de Festinger com o fenômeno da pós-verdade (CHRISPINO; ALBUQUERQUE; MELO, 2020).

Dentro desse ponto de vista, o indivíduo sempre busca essa aceitação ou reafirmação de suas ideias e concepções sobre os temas e assuntos que norteiam seu grupo social – indo além de crenças religiosas. Esse fenômeno é muito grave e pode causar sérios problemas no desenvolvimento, não só de uma ciência sólida e condizente com a realidade, mas, também, com alinhamentos políticos e culturais de um povo. Dessa forma, há muitas ferramentas para que as pessoas consigam alimentar e sustentar suas concepções – ou crenças – sejam elas pós-verdadeiras ou não. As *fake news*, nesse ponto, servem de trampolim para encher essa piscina de desinformação, uma vez que os indivíduos se sentem desconfortáveis ao embate de ideias contrárias às suas, preferindo aquilo que, nem sempre é coerente, porém, fornece certo conforto ao fortalecer o alinhamento com suas convicções. É nesse ponto em que as crenças se fortalecem, fornecendo um estado mental coerente com aquilo que o indivíduo assume ser verdadeiro ou provável.

O negacionismo científico e a pós-verdade andam lado a lado, mesmo que o primeiro trate de um assunto mais específico com objetivos mais pontuais – ciência – e o segundo de temas mais amplos (VILELA; SELLES, 2020). É evidente que a humanidade passa por coisas parecidas há muito tempo. O negacionismo científico e a aversão às mudanças que a ciência propõe já foram discutidos e evidenciados ao longo da história. Tanto Galileu Galilei (1564-1642) quanto muitos outros cientistas sofreram com o negacionismo científico pautado em crenças e misticismos recorrentes de suas épocas (LIVIO, 2021).

### **3.2 Como se instaura uma concepção pós-verdadeira?**

Sem dúvidas esse processo pode ser mais complexo quanto parece. Nesse caso, não podemos deixar de considerar que há vários outros elementos que solidificam a instauração de uma ideia pós-verdadeira que não serão abordados aqui. Em outras palavras, não se deve tratar desse assunto de forma simplória. Dessa maneira, deixaremos o campo aberto e iremos focar apenas em uma visão geral acerca dos objetivos e fundamentos principais para o desenvolvimento dessas concepções.

De maneira geral, uma concepção pós-verdadeira é antecedida por uma desconstrução da própria verdade. Durante seu processo de instauração, essa desconstrução da verdade, que

é muito bem pensada e planejada, é motivada por interesses maiores, que abarcam todo o espectro da estrutura social. Esses interesses podem variar entre objetivos políticos, religiosos, econômicos e também culturais, principalmente naquilo que fere uma suposta moralidade e a defesa daquilo que ficou muito conhecido atualmente como “bons costumes”.

Um ponto muito importante durante o desenvolvimento de uma concepção pós-verdadeira é a aceitação de determinado conceito ou teoria baseados apenas nas experiências e critérios pessoais de determinado grupo (MARINELI, 2020), ou seja, os indivíduos aceitam aquele novo pensamento ou concepção uma vez que, dentro de seu campo de visão limitado, aquilo faz realmente algum sentido para ele. Junto a isto, os movimentos negacionistas e duvidosos em relação à ciência sustentam e justificam esse novo ponto de vista para aqueles indivíduos. É nesse momento que a desconstrução se inicia.

Um exemplo muito claro de negacionismo científico e a tentativa de implementação de uma concepção pós-verdadeira ficou muito claro durante a pandemia da COVID-19 no Brasil, onde houve uma massiva onda de desinformação a respeito da eficácia de vacinas e principalmente em relação a tratamentos precoces sem nenhuma comprovação ou aprovação de órgãos ou instituições de saúde. Segundo Vilela e Selles (2020), essas motivações foram de cunho político, uma vez que o distanciamento social – prática recomendada pelas organizações de saúde<sup>1</sup> – e o recolhimento domiciliar, que inevitavelmente levaria o fechamento temporário de setores comerciais no país, prejudicaria os resultados econômicos do governo vigente. Dessa maneira, uma população fragilizada devido às grandes perdas econômicas e humanas sente um certo conforto em alternativas práticas e rápidas para a solução dos problemas, isto é, dentro do campo de visão dos indivíduos, aquela parece ser uma alternativa plausível. E contrariando o que a ciência diz sobre determinado assunto, cria-se uma certa desconfiança em relação ao que já foi dito anteriormente e ao que supostamente é aceito como verdade, gerando uma onda de desconfianças e incertezas. É dessa forma que as ciências enfraquecem.

### 3.3 Os principais temas ligados ao Ensino de Física

É claro que existem vários temas relevantes que são relacionados ao Ensino de Física ou até mesmo à Física como ciência, de uma maneira geral. Porém, esse trabalho irá focar em apenas três temas que possuem muito apelo popular: o terraplanismo; as questões ligadas à

---

<sup>1</sup> Disponível em <https://www.who.int/pt/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>, acesso em 28 de fevereiro de 2022.

chegada do homem à Lua e sobre a descontextualização da mecânica quântica como proposta para fins medicinais ou terapêuticos. Entretanto, não será feita uma análise com o intuito de refutar os fracos fundamentos que levam a essas concepções, mas sim, procurar entender as bases de como se inicia esse caminho até o negacionismo, e também propor algumas alternativas e estratégias de ensino para evitar sua proliferação.

### 3.3.1 O terraplanismo

Dentro do ensino de Física, um tema muito tratado até mesmo nas grandes mídias<sup>2</sup> e que ganhou muita voz nos últimos anos por meio da internet é o terraplanismo. Mesmo após milênios de evidências de que a Terra possui um formato próximo a de uma esfera (AZEVEDO et al., 2022), as percepções limitadas e as experiências pessoais do cotidiano ainda continuam sendo parâmetros fortíssimos para acreditarem na planicidade da Terra. Bom, isso é extremamente compreensível, dado a magnitude do raio terrestre e o campo de visão limitado do ser humano. Dessa forma, a impressão é que realmente tudo é plano. Junte isso com o enfraquecimento sistemático das ciências, a surrada credibilidade das mídias e uma educação base de péssima qualidade, tem-se um campo vasto para os mais diversos tipos de crendices e achismos que se possa imaginar.

Um exemplo nítido de que as experiências e concepções pessoais são muito relevantes para os indivíduos foi reportado no trabalho de Marineli (2020). Ao fazer uma análise sobre um documentário sobre terraplanismo, o autor mostra que, no documentário, ao perguntar para um dos participantes terraplanistas “em que fontes você confia?”, ele responde o seguinte: “Em mim mesma. Só. Eu digo de brincadeira que se houvesse um evento como, digamos, o atentado de Boston. Não vou acreditar que esses eventos sejam reais a não ser que minha perna exploda”. Segundo essa declaração, é necessária uma experimentação própria da realidade para que o indivíduo acredite em algo. Além de ficar muito clara a falta de credibilidade que as mídias possuem.

Segundo Silveira (2017), desde a Grécia antiga com Pitágoras (570-495 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.) que a humanidade acredita na esfericidade da Terra. Além disso, um experimento muito famoso realizado por Eratóstenes (276-194 a.C.) foi capaz de estimar o

---

<sup>2</sup> Disponível em <https://www.sbt.com.br/talkshow/the-noite/fiquepordentro/132073-terraplanistas-respondem-perguntas-da-web-e-explicam-o-conceito-que-gera-polemica-por-onde-passa>, acesso em 28 de fevereiro de 2022;

raio e a circunferência da Terra com boa precisão para a época<sup>3</sup>. Muitos trabalhos acadêmicos mostram reproduções do experimento em diversos pontos do planeta – diferentes dos pontos que Eratóstenes utilizou, que foram em Siena e Alexandria – e os resultados são extremamente coerentes quando comparados a métodos mais modernos utilizando satélites (AZEVEDO et al., 2022).

Uma observação muito importante em relação aos grupos de pessoas que possuem a concepção de que a Terra é plana, é que eles também compartilham outras concepções distorcidas da realidade. Ainda segundo Silveira (2017), as principais concepções relacionadas ao terraplanismo seguem a seguinte linha:

[...] a gravidade inexistente, a Lua é auto iluminada, o Sol e os demais astros não se encontram a mais de alguns milhares de quilômetros de nós, o Sol e a Lua descrevem órbitas paralelas à superfície da Terra, as viagens espaciais são impossíveis. Nega-se a ida do homem à Lua e a existência de satélites artificiais. Afirma-se o geocentrismo antropocêntrico e o criacionismo fixista dos 6 mil anos (tudo teria sido criado como é hoje há cerca de 6 mil anos) (SILVEIRA, 2017).

Dessa forma, de acordo com o fragmento citado anteriormente, boa parte das concepções negacionistas e pós-verdadeiras, tanto sobre a geometria da Terra quanto sobre os avanços da humanidade ao conhecer o universo a sua volta, são comuns aos negacionistas, isto é, as ideias não são fragmentadas e isoladas, mas, sim, emanam da mesma fonte.

A ideia de que a Terra é plana ganhou força no final do século XIX, principalmente com a publicação de um livro de Samuel Rowbotham<sup>4</sup> em 1865 – que recebeu uma tradução para o português em 2016 por Everaldo Robson Tolvai, muito circulada na internet, que inicia o texto citando uma passagem bíblica – na qual o autor expõe suas teorias e tenta sustentá-las descrevendo vários experimentos que, segundo ele, “provando que a Terra é plana” (ROWBOTHAM, 2016, p.260). Boa parte do livro de Samuel Rowbotham, assim como a tradução, também possui referências bíblicas para sustentar seus argumentos.

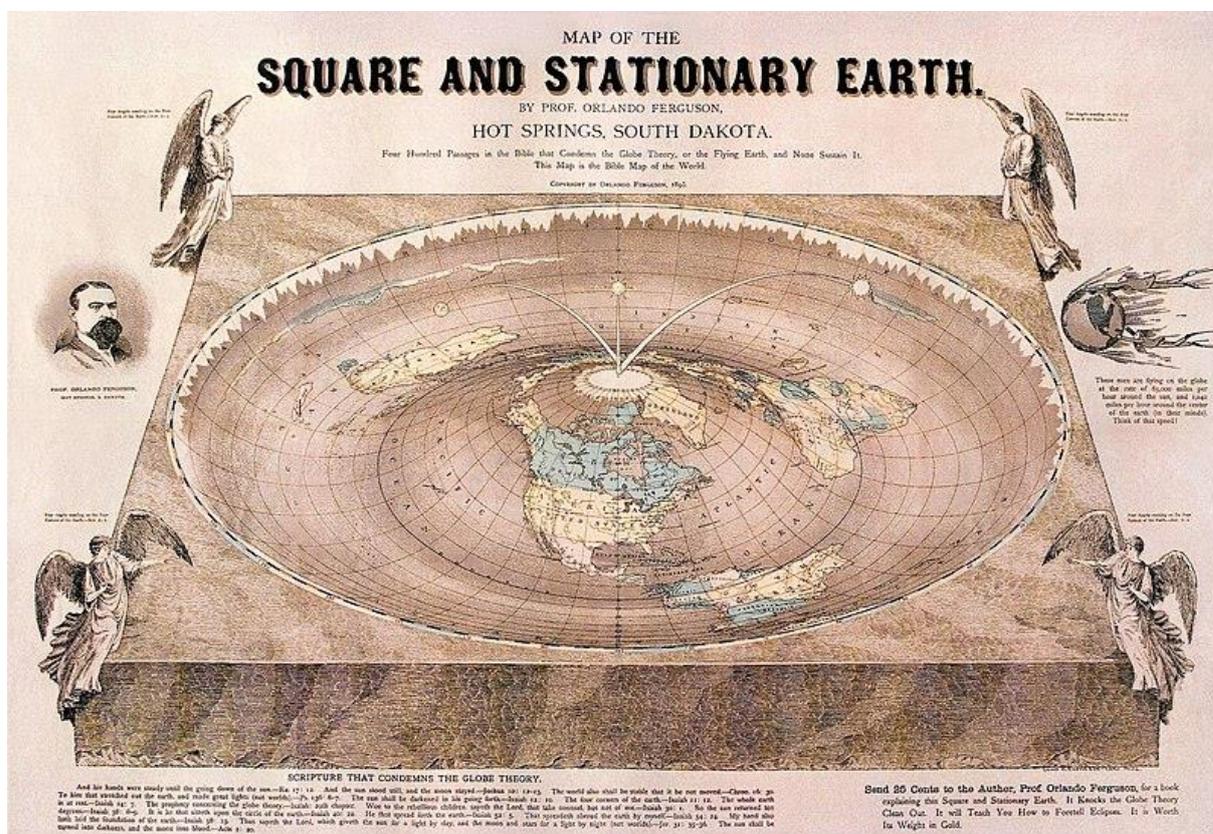
Segundo Silveira (2017), há um “vínculo dessas ideias com um tipo de fundamentalismo religioso cristão”, já que durante o final do século XIX houve um tipo de movimento ideológico anglo-americano que ganhou muita força revivendo as concepções de Terra plana com bases religiosas. Um exemplo disso é o esquema de Terra plana de Orlando

---

<sup>3</sup> Em um dos episódios da série Cosmos apresentada Carl Sagan, o físico explica de forma bem didática como foi realizado o experimento. Os episódios são facilmente encontrados na plataforma <https://www.youtube.com>.

<sup>4</sup> Não foram encontradas fontes confiáveis sobre a biografia de Samuel Rowbotham, tampouco sobre suas bases científicas.

Ferguson em 1893, na qual é possível observar anjos e também algumas passagens bíblicas escritas ao redor da imagem (**Figura 1**).



**Figura 1:** Esquema de Terra plana elaborado por Orlando Ferguson em 1893.

**Fonte:** Esta imagem pode ser visualizada em alta resolução (3142×2162 pixels) em <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15853213>.

Entretanto, não é possível afirmar que todos os grupos terraplanistas ou negacionistas possuem essa mesma base religiosa. Melo et al. (2020) investigaram uma página internacional sobre terraplanismo – *Flat Earth Society* – na plataforma *Twitter*<sup>5</sup>, na qual foram selecionados textos e imagens veiculadas pela página que não possuía nenhum embasamento religioso, indicando que os usuários que consomem esse tipo de conteúdo nesse ambiente nem sempre estão preocupados com esse tipo de apelo.

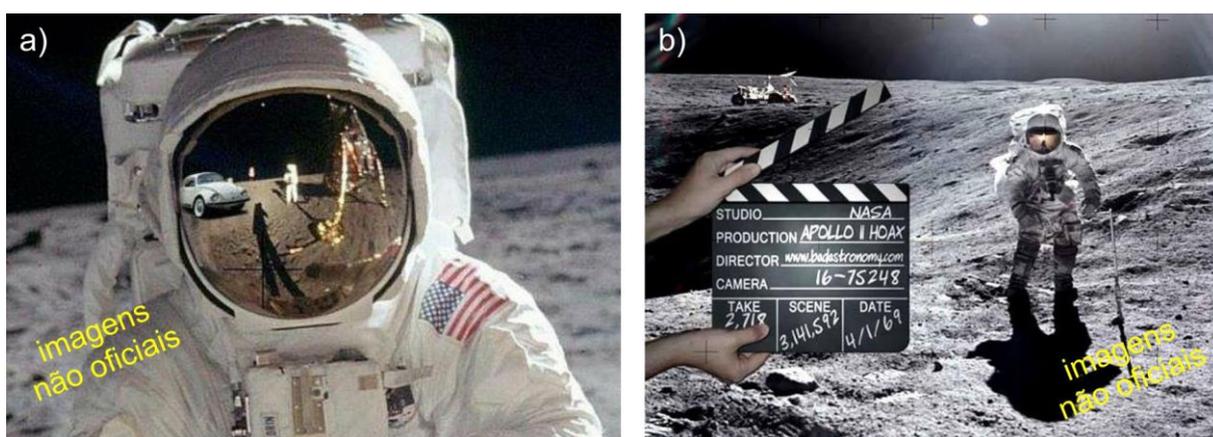
<sup>5</sup> *Twitter* é uma rede social que possibilita o usuário receber e enviar atualizações pessoais em textos de até 280 caracteres. Essa rede possibilita que usuários sejam acompanhados – seguidores – por milhares de pessoas, na qual um simples texto ou ideia pode ser disseminado em segundos.

### 3.3.2 A chegada do homem à Lua

Mesmo que as questões sobre o terraplanismo tracem certo paralelo à negação das viagens espaciais, existem alguns pontos distintos entre elas, já que nem todos que duvidam da ida do homem à Lua devem, necessariamente, achar que a Terra é plana. Esse tipo de dúvida – se realmente o homem foi à Lua – recai sobre a humanidade há algumas décadas, já que nesse ano completará 53 anos da missão Apollo 11.

Porém, ao contrário do século passado, a fluidez das informações e a potencialidade de seu alcance são elementos fundamentais para o fortalecimento e expansão dessas concepções. Diante do cenário negacionista e a potencialidade que a internet possui, os tempos atuais são um palco vasto para esse tipo de ideia, ainda mais por dar voz a quem antes era limitado a disseminar o negacionismo para poucas pessoas.

É muito comum, ao fazer uma busca rápida na internet, encontrar imagens manipuladas propositalmente para causar dúvidas e falsas interpretações sobre as viagens espaciais. A **Figura 2a** mostra um automóvel no reflexo do capacete do astronauta, sugerindo duas interpretações: ou que o automóvel foi levado junto à viagem espacial; ou que, por descuido, esqueceram de removê-lo durante a “produção cinematográfica” da jornada. Já a **Figura 2b** mostra claramente a concepção de que todo o material produzido na missão Apollo 11 foi feito em um estúdio de cinema. Ambas as situações é um completo absurdo.



**Figura 2:** Imagens veiculadas na internet mostrando o reflexo de um automóvel no capacete do astronauta (a) e também uma claquete utilizada na produção de imagens de cinema (b)<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> O termo em amarelo “imagens não oficiais” foi inserido pelo autor deste trabalho com o intuito de não gerar equívocos no caso deste material ser extraído no futuro. Imagens adaptadas de [https://www.facebook.com/search/photos/?q=farsa%20da%20lua&sde=Abr\\_hVNjMiuu8sjjWgXiHCoxOKZuMg7U5bdwXY0-5Bi7zfn2YJNNUxHqVE\\_0ETUSaOaek83itdM1KQ0vNCCEUKbu](https://www.facebook.com/search/photos/?q=farsa%20da%20lua&sde=Abr_hVNjMiuu8sjjWgXiHCoxOKZuMg7U5bdwXY0-5Bi7zfn2YJNNUxHqVE_0ETUSaOaek83itdM1KQ0vNCCEUKbu), acesso em 29 de março de 2022.

Em ambos os casos, mesmo que as imagens fossem manipuladas com o intuito de fazer alguma espécie de piada, muitos indivíduos que recebem esse tipo de conteúdo acabam por realmente acreditar que são imagens oficiais que acabaram sendo vazadas durante ou após as produções. Em outros casos, esses materiais falsificados acabam servindo para corroborar com outras concepções que os indivíduos possuem. Um dos comentários de um usuário da rede social *Facebook* – da qual foram extraídas essas imagens da **Figura 2** – diz o seguinte: “foi desvio de foco, é o homem já esteve lá porque não construiu ainda uma estação lunar ???” [sic]. O objetivo deste trabalho não é fazer uma análise de discurso, porém, pode-se observar que o primeiro trecho “foi desvio de foco” diz respeito a uma suposta armação dos Estados Unidos – nesse caso, as missões espaciais – durante a corrida armamentista e espacial travada com a União Soviética durante Guerra Fria. Já o trecho restante diz respeito ao fato de não haver uma estação espacial na Lua, logo, o homem nunca foi pra lá, como se fosse justificável, óbvio e necessária a construção de tal estação.

Para contornar esses equívocos, muitos trabalhos na literatura fazem uma análise cuidadosa dos materiais produzidos durante as expedições Apollo, trazendo argumentos bastante convincentes para mostrar que as teorias negacionistas não são adequadas. Alguns dos principais argumentos que os negadores das viagens espaciais tentam sustentar são em relação às imagens documentadas que foram geradas durante as missões, em especial acerca da inclinação das sombras geradas durante as fotografias, sobre o comportamento da bandeira dos Estados Unidos e também sobre a percepção de tamanho da Terra em relação a outros objetos fotografados (SILVEIRA, 2019).

Ao que parece, os motivos para duvidarem das viagens espaciais possuem o mesmo viés dos motivos para acreditarem que a Terra é plana: há um apelo muito grande à *doxa*; uma descrença imensa nas ciências e uma péssima formação científica popular.

### 3.3.3 Descontextualização da Mecânica Quântica

Ao contrário do negacionismo em relação à geometria da Terra e às viagens espaciais, a descontextualização da Mecânica Quântica segue um outro viés: enquanto os dois primeiros são frutos de negação, dúvidas e percepções pessoais, o segundo possui uma linha mais estruturada naquilo que é desconhecido, ou até mesmo distante do entendimento popular das coisas. Trata-se de uma pseudociência.

A Mecânica Quântica é um ramo da Física que estuda:

“sistemas físicos cujas dimensões são próximas ou abaixo da escala atômica (como, por exemplo, moléculas, elétrons e outras partículas subatômicas). Entretanto, muitas vezes a Mecânica Quântica descreve fenômenos macroscópicos em diversos casos. Tal Ciência não possui relação direta com cura de doenças, meditação e todo tipo de técnicas que tenham relação com o bem estar.” (BAILAS; VIEIRA, 2020).

Por algum motivo, a palavra “Quântica” traz consigo um tom de seriedade e respeito. Deve ser por isso que as famosas “curas Quânticas” são utilizadas, quase sempre, para gerar algum tipo de renda, apelando para a ignorância alheia. É muito comum em sites de vendas pela internet, o seguinte tipo de ideia: “Na cura quântica, o indivíduo tem consciência de que vai sarar, sentindo que a energia da cura está em si mesmo. Todavia, ele não deve se limitar, buscando estender essa energia para além dos seus limites pessoais, atingindo toda a natureza<sup>7</sup>”.

A palavra quântica é derivada do Latim – *quantum* – que significa quantidade. Sua origem conceitual, da forma que a conhecemos na Física, surgiu com os estudos de Max Planck (1858-1947) ao supor que “um sistema que executasse oscilações harmônicas simples pudesse assumir somente os valores da energia que fossem múltiplos inteiros de uma certa quantidade de energia” (EISBERG; RESNICK, 1979, p.36). Em outras palavras, Planck supôs uma quantidade de energia que supostamente seria a mínima possível durante a elaboração de suas teorias, ou seja, toda a energia seria uma quantidade múltipla dessa energia mínima – o *quantum*.

Todo o desenvolvimento dos conceitos quânticos, dentro da Física, não faz nenhuma menção a efeitos terapêuticos ou de bem-estar. Tudo foi elaborado – ou até mesmo inventado – para satisfazer uma teoria que conseguisse descrever os fenômenos naturais envolvidos. Dessa forma, a descontextualização do conceito de Quântica, muitas vezes, está ligada a charlatanismos e pseudociências que tentam tirar vantagens da fama que, dentro de uma cultura leiga, o termo possui como sendo algo complexo e sério, podendo trazer resultados milagrosos. Ainda mais que a Física Moderna – período em que a Mecânica Quântica está inserida – está sempre associada a nomes como Albert Einstein, Neil Bohr, Max Planck, Louis de Broglie e muitos outros, trazendo muita credibilidade e respeito em relação a esses conceitos.

Um fato muito importante, relacionado à formação dos estudantes de nível médio no Brasil, é que os currículos trazem uma péssima formação a respeito da Física Moderna e

---

<sup>7</sup> Disponível em <https://12min.com/br/a-cura-quantica-resumo>, acesso em 03 de março de 2022.

basicamente nada sobre Mecânica Quântica e Teoria da Relatividade (BAILAS; VIEIRA, 2020), corroborando ainda mais para o abismo epistemológico que nos separa dessa temática.

### 3.4 Abordagens Históricas para o Ensino de Física

O trabalho de Silva, Teixeira e Penido (2019), que fez uma análise de teses e dissertações brasileiras que utilizaram abordagens históricas como elemento para a elaboração de propostas didáticas para o Ensino de Física, mostrou que há uma grande dificuldade em encontrar materiais didáticos que aproximam o contexto histórico com o Ensino de Física. Essa herança dos modelos didáticos tradicionais e tecnicistas (ALTOÉ et al., 2010) que a escola brasileira possui é muito forte. Apesar dessa dificuldade, muitos trabalhos estão sendo desenvolvidos, mesmo que em nível acadêmico, para promover mudanças dessa perspectiva, indicando bons resultados para a formação de indivíduos críticos que possam atuar de forma mais efetiva na sociedade.

Nas últimas décadas, as escolas tentaram preparar um indivíduo para atender apenas às demandas do mercado, capaz de atuar na sociedade de forma mecanizada e acrítica, pouco importando seu desenvolvimento pessoal. Com isso, os materiais didáticos são preparados dentro dessa perspectiva, na qual uma contextualização histórica dos conteúdos – capaz de motivar os estudos e formar indivíduos pensantes – não se encaixa nessas demandas da estrutura capitalista em que vivemos. Um outro ponto a ser tratado é que as transposições didáticas pautadas em abordagens históricas levam mais tempo, necessitando de cargas horárias mais extensas para a conclusão dos currículos; e escolas pautadas em aprovação nos vestibulares acabam mecanizando e descontextualizando os conteúdos de ensino, tornando aquilo pouco significativo para os alunos.

Além disso, Teixeira, Greca e Freire (2012) apontaram em seus estudos que há poucos materiais didáticos utilizando História e Filosofia da Ciência que consideram os conhecimentos prévios dos alunos, que é uma característica muito importante defendida pelo processo construtivista de ensino (ALTOÉ et al., 2010) e que pode ser contornado com outras metodologias de ensino que serão mostradas na próxima seção.

Silva, Alves e Leboeuf (2019) mostraram, em seu trabalho de revisão, alguns autores que utilizaram História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física e Ciências. A **Tabela 1** mostra alguns trabalhos que foram analisados pelos autores, em que todos eles utilizaram abordagens sobre História e Filosofia da Ciência para tornar a contextualização dos temas mais significativas. O trabalho de Rodrigues, Zimmermann e Hartmann (2012) utilizou

abordagens históricas por meio de materiais multimídias para tratar dos temas da Lei da Gravitação Universal. Segundo os autores, existem poucos materiais que fazem referência sobre as aplicações das Leis da Gravitação Universal no cotidiano dos alunos. Dessa forma, eles utilizaram como objeto de estudo os satélites, mostrando sua importância e como eles mudaram a vida das pessoas nos últimos anos, buscando uma variada gama de recursos didáticos. Já Santos (2018), utilizou um recurso muito interessante de Metodologia Ativa – tema que será tratado na próxima seção – para simular um Júri, no qual o contexto histórico e pessoal de Marie Curie e suas premiações Nobel em 1903 e 1911 foram abordadas pelos alunos.

**Tabela 1:** Trabalhos propondo Abordagens Históricas para o Ensino de Ciências.

<b>Temática</b>	<b>Recursos Didáticos</b>	<b>Referência</b>
Lei da Gravitação Universal	Animações, vídeos documentários, poesias, fotografias, filmes, músicas, reportagens e etc.	Rodrigues, Zimmermann e Hartmann (2012)
Física Moderna e contemporânea	Multimídias, filmes, animações e texto secundário	Morais e Guerra (2013)
Gravitação	Textos elaborados pelos autores, multimídias e vídeos	Arthury e Terrazzan (2018)
Modelos Atômicos	Texto secundário, debates, análises e júri simulado	Santos (2018)

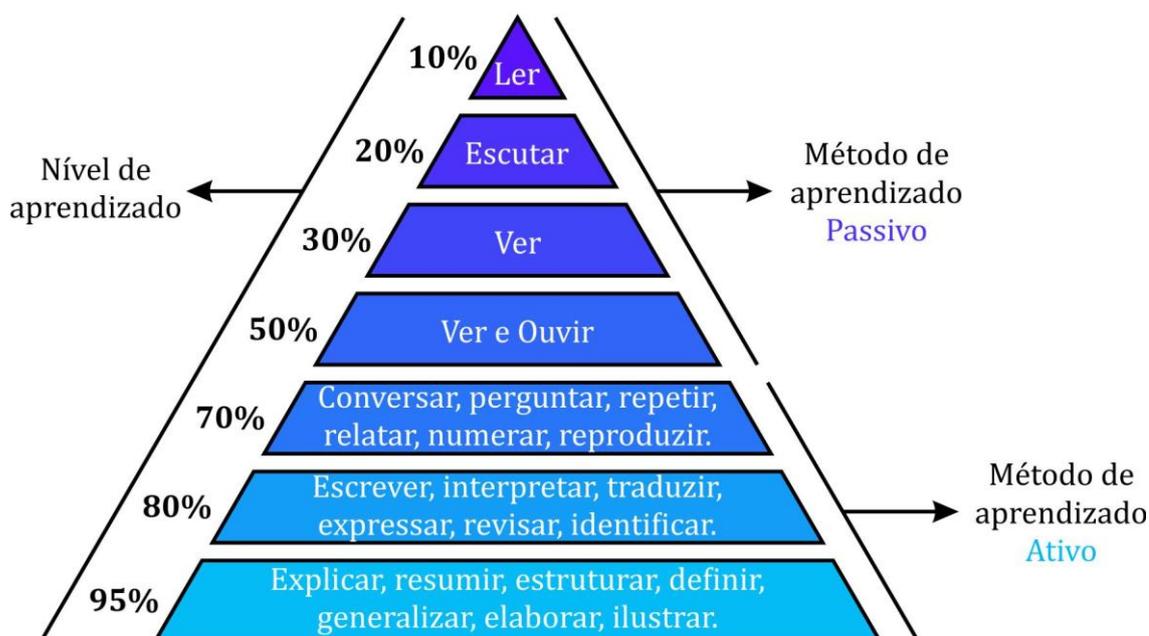
**Fonte:** Adaptado de Silva, Alves e Leboeuf (2019).

A importância da contextualização histórica durante o processo de ensino-aprendizagem vai além de promover um ensino mais agradável e significativo, ela também desenvolve a capacidade de relacionar acontecimentos históricos que contribuem para a formação crítica e cognitiva dos indivíduos, mostrando, principalmente, que a ciência passa por altos e baixos durante seu desenvolvimento.

Entretanto, a utilização de abordagens históricas para o Ensino de Física não é uma tarefa fácil. Esse processo exige um nível de conhecimento aprofundado sobre História e Filosofia da Ciência para que visões equivocadas não sejam transmitidas durante a transposição didática (SILVA; TEIXEIRA; PENIDO, 2019). Dessa forma, é muito importante a utilização de textos originais, evitando ao máximo possíveis equívocos durante as interpretações.

### 3.5 Metodologias Ativas

Segundo Studart (2019), as metodologias ativas são aquelas em que o aluno participa ativamente do processo de ensino e aprendizagem, ao invés de adotar uma postura meramente passiva frente ao professor. A **Figura 3** mostra um esquema ilustrativo proposto por William Glasser que mostra os diferentes níveis de aprendizado quando o aluno participa de forma mais ativa durante o processo. Esse esquema sugere que uma gama mais variada de ações pode promover um aprendizado mais efetivo. Nessa dinâmica, o professor se apresenta como um mediador ou facilitador do processo de ensino, enquanto o aluno passa a ser um indivíduo dinâmico, crítico e reflexivo, executando ações como relatar, interpretar, explicar, resumir, estruturar, ilustrar e muitas outras.



**Figura 3:** Pirâmide de aprendizagem proposta por William Glasser.

Fonte: Adaptado de SALES et al. (2019).

A escola tem mudado muito pouco seu formato, desde os aspectos estruturais e políticos até as metodologias de ensino, que sempre são fragmentadas e resumidas. No entanto, os alunos não são os mesmos de décadas atrás. Há sempre mudanças de geração para geração que a escola vem desconsiderando, tornando o ensino enfadonho, desinteressante e pouco significativo segundo o momento histórico que os jovens estão inseridos.

Dessa forma, as Metodologias Ativas se apresentam como sendo uma ferramenta que pode acompanhar o contexto histórico do aluno, adaptando-se com as tecnologias e com a

forma com que os indivíduos percebem o mundo, exercitando habilidades e características que promovem a formação crítica e reflexiva dos indivíduos. Segundo Sales et al. (2019), as Metodologias Ativas não são uniformes do ponto de vista metodológico, necessitando de adaptações de acordo com os recursos disponíveis e também com a realidade socioeconômica dos alunos. Assim, o professor também se caracteriza como um elemento de constante transformação, formação e adaptação para saber lidar com as constantes mudanças provenientes desse ambiente.

Existem vários tipos e modalidades de Metodologias Ativas, como Gamificação, Ensino sob Medida, Torneios de Jogos em Equipe, Sala de Aula Invertida e muitos outros (LOVATO et al., 2018). A **Tabela 2** mostra algumas modalidades de Metodologias Ativas e suas principais características. Entretanto, não há nada que impeça algum tipo de adaptação ou até mesmo mesclagens entre uma metodologia e outra, já que muitas delas utilizam ferramentas do nosso tempo para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

**Tabela 2:** Algumas modalidades de Metodologias Ativas para o Ensino.

<b>Metodologia Ativa</b>	<b>Características principais</b>
Gamificação	Visa utilizar elementos e técnicas utilizadas em jogos para promover um cenário desafiador
Ensino sob medida ( <i>Just in time teaching</i> )	O professor identifica as dificuldades dos alunos de forma antecipada e a aula é preparada de forma adaptativa à essas dificuldades
Sala de aula invertida	O que usualmente era feito em sala de aula, agora passa a ser feito em casa; e o que era feito em casa, passa a ser feito em sala de aula
Aprendizagem baseada em problemas	Os alunos aprendem determinado assunto por meio da experimentação para resolver esses problemas de forma ativa

**Fonte:** Adaptado de Studart (2019) e Sales et al. (2017).

Nesse sentido, as Metodologias Ativas se mostram como uma forte ferramenta para o combate à pós-verdade, já que possuem a capacidade de fazer o aluno refletir, investigar, resumir e elaborar por si só o conhecimento. Isso é muito importante em tempos em que a sociedade pauta suas opiniões em suas próprias experimentações e sentidos, podendo ser mais convincente para o indivíduo buscar o conhecimento de forma ativa, sempre sob às vistas de

um mediador que poderá direcionar de forma mais coerente a construção do conhecimento adquirido.

## 4 SUGESTÕES E ESTRATÉGIAS DE ENSINO

O desenvolvimento didático que será proposto terá como base as Metodologias Ativas e as Abordagens Históricas como ferramentas para promover um ensino-aprendizagem mais significativo e interessante para o aluno. Serão propostos alguns recursos didáticos como filmes, textos, experimentos entre outros, de modo que os alunos possam interagir e exercitar suas habilidades variadas em relação à aprendizagem dos conteúdos. Dessa maneira, neste capítulo serão abordadas algumas estratégias de ensino para o combate à pós-verdade envolvendo os temas tratados anteriormente.

### 4.1 Combate ao Terraplanismo

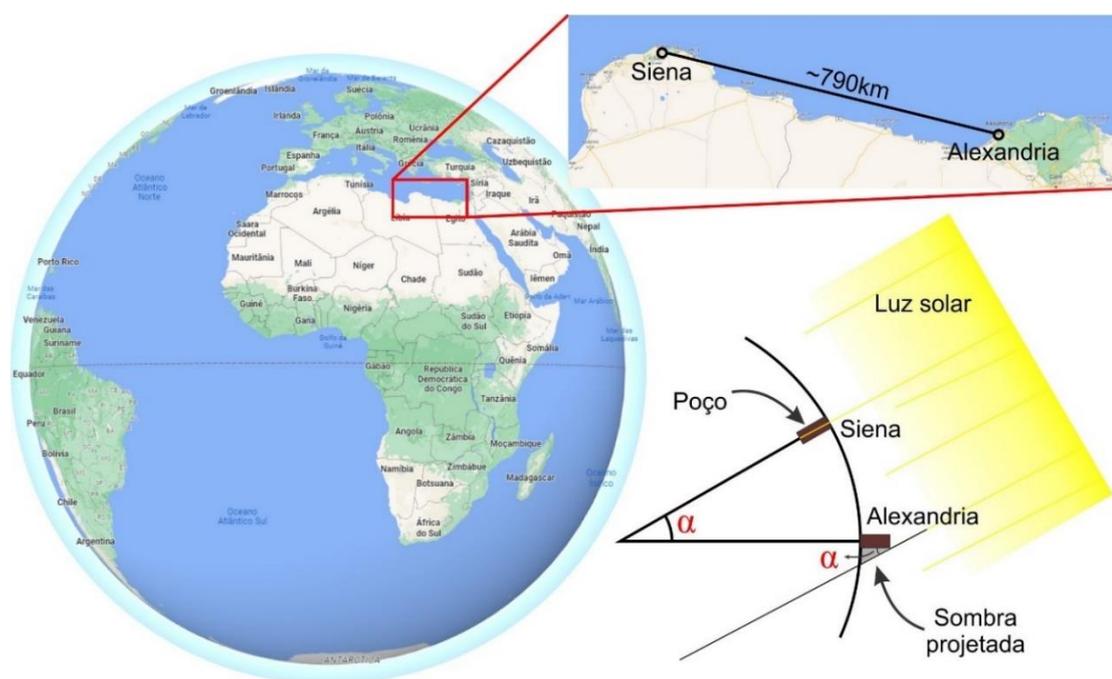
#### 4.1.1 Contextualização histórica

As primeiras ideias de que a Terra supostamente possui um formato esférico vem mais de um contexto filosófico do que empírico. Desde o século VI a.C. que os filósofos se referiam a essa geometria como sendo algo belo e estável. Dessa forma, tanto a Terra quanto a Lua e o Sol – que podiam ser observados, deveriam ser esféricos. Assim como o movimento harmonioso das coisas deveria ser circular, já que o movimento do círculo, assim como o da esfera, não possui nem começo nem fim, sendo equilibrados em todas as partes. Nas palavras de Parmênides (530-460 a.C.), em um fragmento de Simplicio que trata sobre a natureza, é dito o seguinte: “[...] então, pois limite é extremo, bem terminado é, de todo lado, semelhante a volume de esfera bem redonda, do centro equilibrado em tudo; pois ele nem algo maior nem algo menor é necessário ser aqui ou ali [...]” (SOUZA; KUHNEN, 1996, p.134).

Já com Aristóteles (384-322 a.C.), os argumentos foram mais observacionais, baseando-se principalmente nos efeitos dos eclipses lunares que já eram vistos na época, relatando até uma possível medida para a circunferência da Terra, mesmo carecendo de fontes experimentais e de como ele obteve os valores. Outros, assim como Aristóteles, reportaram alguns valores para a circunferência da Terra, entretanto, sem demonstrar a fonte ou o método utilizado (PEREIRA, 2006).

O primeiro a propor um experimento simples e detalhado que pôde trazer evidências mais fortes para a esfericidade terrestre foi Eratóstenes de Cirene (276-194 a.C.). O matemático desenvolveu um método supondo que os raios solares chegavam à Terra de forma paralela, devido a sua distância. Dessa forma, em um mesmo instante de tempo, caso a Terra

fosse plana, dois objetos de mesma altura teriam suas sombras projetadas também de mesmo tamanho. Porém, não foi isso que ele observou. Durante um solstício de verão, Eratóstenes observou que, ao meio-dia, o sol ficava perfeitamente a pino na cidade de Siena, fazendo com que o fundo de um poço fosse inteiramente iluminado. Considerando um outro ponto em Alexandria, cerca de 790 km de Siena, ele observou que uma estaca perpendicular à superfície da Terra projetava uma sombra naquele mesmo instante em que o fundo do poço em Siena era iluminado. Assim, utilizando trigonometria simples, Eratóstenes conseguiu calcular o raio e a circunferência da Terra. A **Figura 4** mostra a localização das antigas cidades de Siena e Alexandria e também um esquema ilustrativo de trigonometria.



**Figura 4:** Localização das antigas cidades de Siena e Alexandria<sup>8</sup> e um esquema ilustrativo de trigonometria, sendo possível utilizar semelhança entre triângulos para estimar o ângulo  $\alpha$  e, consequentemente, a circunferência da Terra.

Dessa forma, uma contextualização histórica sobre o desenvolvimento das primeiras ideias de esfericidade da Terra pode contribuir para que o aluno construa um senso crítico sobre esse tema e tenha embasamento teórico para sustentar a ideia de que a Terra é redonda, não se deixando levar pelas armadilhas da pós-verdade contemporânea. Todo esse contexto histórico é muito bem tratado em um dos episódios da série *Cosmos*, de Carl Sagan (**Figura**

<sup>8</sup> Imagens extraídas do *Google Maps*, disponível em <https://www.google.com.br/maps/>, acesso em 14 de março de 2022;

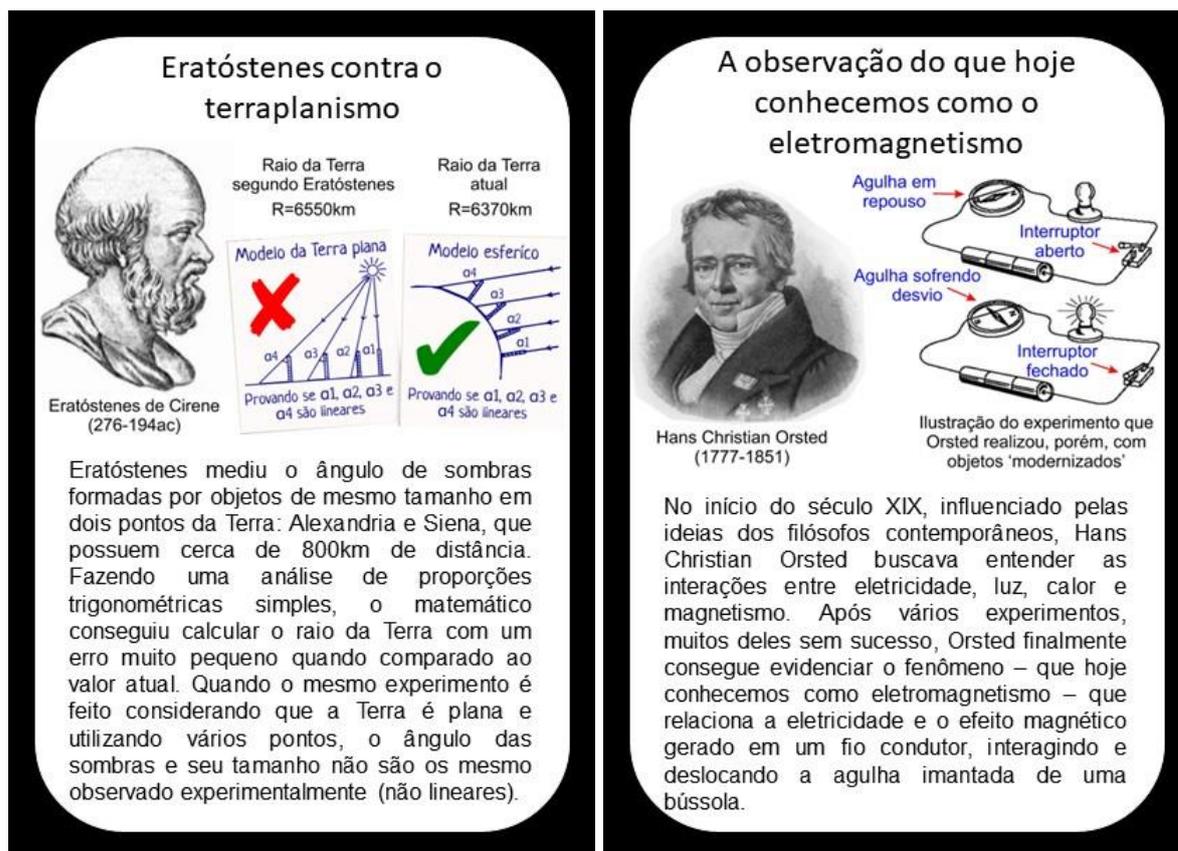
5). Esses episódios podem ser facilmente encontrados na plataforma *YouTube* e trabalhados em sala de aula como um recurso extra à contextualização histórica e também para a elaboração de experimentos, que será um tema abordado na próxima seção.



**Figura 5:** Série Cosmos distribuída pela Amazon do Brasil (a) e imagens da série com Carl Sagan falando sobre o experimento (b e c).

**Fonte:** <https://www.amazon.com.br>.

Outro tipo de atividade envolvendo uma contextualização histórica seria fazer com que os próprios alunos produzissem materiais que trazem esse tipo de abordagem. A **Figura 6** mostra dois exemplos de Cartas de Física com uma contextualização histórica que podem ser desenvolvidas pelos próprios alunos. As Cartas de Física possuem o objetivo de informar ou mostrar alguma curiosidade sobre temas variados, como História da Física, o funcionamento de algum aparelho, algum fenômeno natural e muitos outros. Essas atividades têm a capacidade de exercitar as habilidades de pesquisa do indivíduo e também desenvolver a síntese de pequenos textos e elaboração de imagens e figuras ilustrativas, sendo muito benéfico para o processo de aprendizagem.



**Figura 6:** Cartas de Física com a temática de História da Física mostrando de forma resumida como Eratóstenes estimou o raio da Terra e também uma carta extra sobre o efeito que conhecemos hoje como eletromagnetismo<sup>9</sup>.

#### 4.1.2 Utilização de experimentos

Muitos trabalhos na literatura refazem o famoso experimento de Eratóstenes para estimar o raio e circunferência da Terra com boa precisão (AZEVEDO et al., 2022). Aulas utilizando esses trabalhos experimentais podem contribuir para a visão de esfericidade da Terra. Porém, sua reprodução não seria uma tarefa fácil para se fazer em poucas aulas. O trabalho de Azevedo et al. (2022), reproduziu o experimento utilizando as cidades do Rio de Janeiro-RJ e Teresina-PI, que ficam a uma distância de 1975 km. Os autores utilizaram o *Google Earth*, que é uma ferramenta de domínio público que utiliza imagens de satélite para montar um modelo tridimensional do planeta Terra, assim como coordenadas de georreferenciamento para estimar a distância em linha reta entre as cidades e também suas

<sup>9</sup> As Cartas de Física foi uma atividade desenvolvida na disciplina de Estágio III do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Maringá, sob a supervisão do professor Ricardo Francisco Pereira. Mais informações em <http://www.recursosdefisica.com.br/>.

posições em relação aos trópicos. Para a projeção das sombras, foram utilizados materiais muito simples como prumo<sup>10</sup>, caneta e cartolina.

Uma alternativa para esse experimento seria reproduzi-lo em menor escala utilizando uma bola grande de borracha – aquelas utilizadas em academias de ginástica, por exemplo – e colando duas pequenas estacas em sua superfície. O experimento deve ser realizado utilizando a luz solar. Dessa forma, medindo a distância entre as duas pequenas estacas e as projeções das sombras, seria possível estimar sua circunferência e seu raio, assim como Eratóstenes fez com a Terra.

Salvador (2020) apresentou algumas sugestões de experimento em seu trabalho, sendo um deles a aplicação do experimento de Eratóstenes em uma bola de isopor. Segundo o autor, o experimento é bem simples e pode ser executado seguindo os dois passos a seguir:

- i. Prender dois estiletos (gnômons) perpendiculares à superfície esférica, alinhá-los sobre o meridiano local. Se nenhum deles ficar na direção dos raios solares ao meio-dia solar verdadeiro, verificar, usando uma regra de três simples, que a diferença dos ângulos de sombra dos estiletos está para a distância entre eles, assim como  $360^\circ$  está para o comprimento da circunferência máxima da esfera inteira.
- ii. Pesquisar outras maneiras de determinar o raio da Terra, como por exemplo utilizar o software *Google Earth* ou um mapa para determinar a distância entre duas cidades de latitudes diferentes sobre um mesmo meridiano para calcular a medida do raio da Terra. Considerar, por exemplo, dois locais A e B na superfície terrestre a uma distância  $d$  e com a mesma longitude e com latitudes distintas  $\varphi_1$  e  $\varphi_2$ , respectivamente. Mostrar que o raio  $r_T$  da Terra pode ser obtido por  $r_T = \frac{180 d}{\pi(\varphi_2 - \varphi_1)}$  (SALVADOR, 2020).

Esse tipo de experimento é capaz de aguçar a curiosidade dos alunos, explorando habilidades investigativas e formulação de hipóteses. O professor pode lançar o experimento como um desafio, de modo que os alunos possam fazer uma investigação de como é possível calcular o raio e circunferência de uma esfera – bola de isopor ou de borracha – utilizando a luz do sol.

A utilização de experimentos que supostamente comprovam a planicidade da Terra também pode ser uma alternativa, porém, mostrando que são modelos pouco adequados e mal elaborados, indicando que o conceito de esfericidade da Terra é mais lógico e próximo da realidade.

---

<sup>10</sup> Prumo é um instrumento utilizado em construção de casas e edifícios para garantir o alinhamento das paredes e vigas, por exemplo. É constituído de uma fina corda e um objeto em uma das pontas.

## 4.2 Combate à “Farsa da Lua”

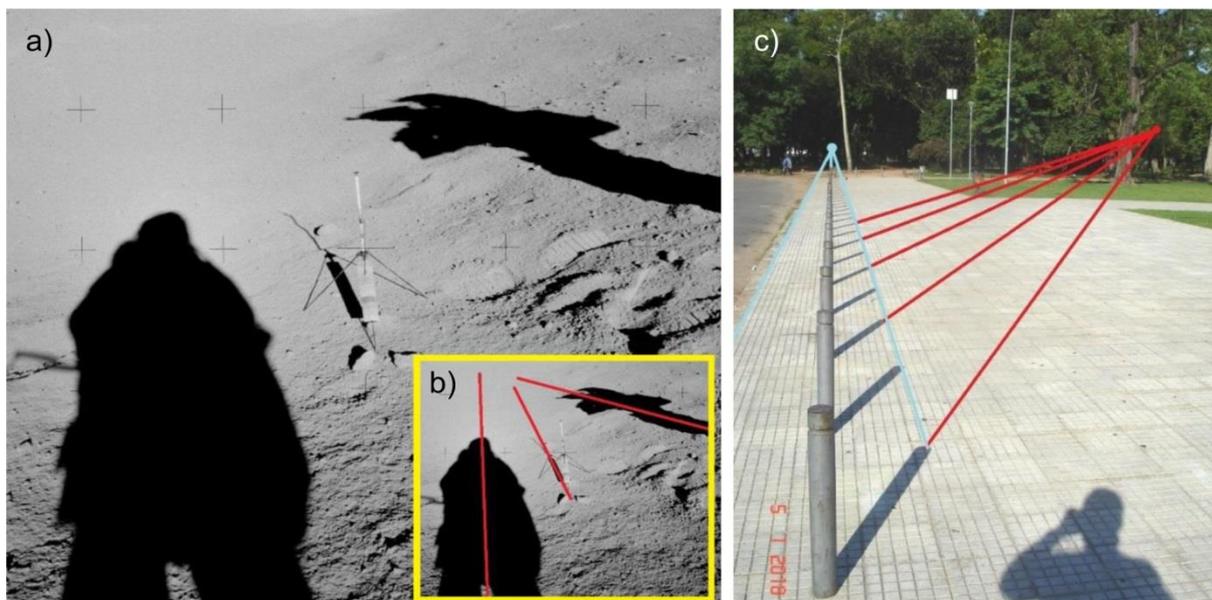
### 4.2.1 Utilização de multimídias

Há muito material disponível sobre as missões espaciais, como imagens, vídeos e áudios originais. A Nasa disponibiliza em seu canal oficial do *YouTube* os vídeos e as imagens originais das missões espaciais Apollo<sup>11</sup>. Muitos conceitos físicos podem ser trabalhados em relação aos conteúdos originais das missões, como óptica geométrica, conceitos de inércia, gravitação, termodinâmica e muitos outros (MOCELIN; KOEHLER, 2020). Esses materiais originais também podem fazer parte de uma contextualização histórica sobre o período da Guerra Fria, que teve como principais protagonistas os Estados Unidos e a União Soviética rumo à conquista do espaço. Apesar das guerras trazerem perdas humanas irreparáveis, a ciência acaba por avançar muito durante esses períodos (CARLEIAL, 2009).

Um argumento muito comum dos negadores e apoiadores da “Farsa da Lua” – termo utilizado por Silveira (2019) – é sobre a inclinação das sombras geradas pelos astronautas e pelos objetos fotografados em nosso satélite natural. Silveira (2019) mostrou em seu trabalho uma análise sobre as imagens registradas na Lua durante a missão Apollo 11, na qual foram trabalhados os conceitos de óptica geométrica e convergência focal de lentes objetivas utilizadas em câmeras fotográficas. O autor mostrou com uma simples análise que a inclinação aparente das sombras dos astronautas e dos objetos das fotos são perfeitamente normais dependendo do tipo de lente e câmera utilizadas durante a fotografia. Para fins de comparação, o autor utilizou imagens fotografadas na Terra que mostram o mesmo efeito de convergência focal (**Figura 7**).

---

<sup>11</sup> Disponível em <https://www.youtube.com/nasa>, acesso em 18 de março de 2022.



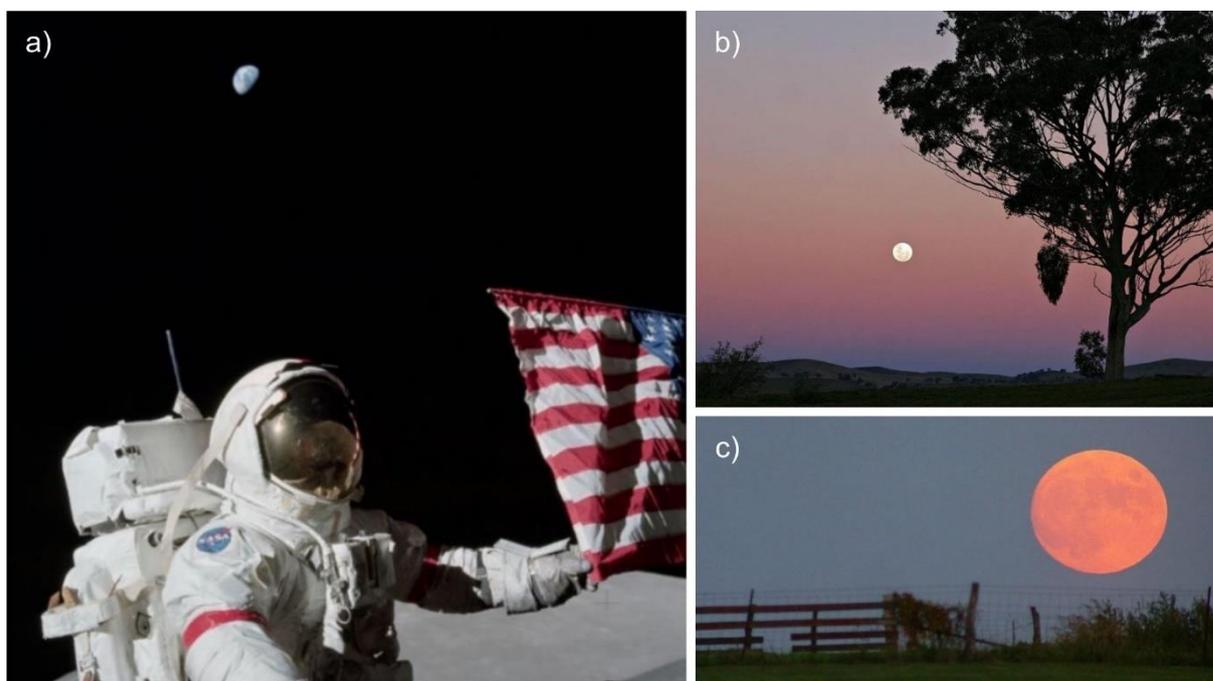
**Figura 7:** Comparação entre uma imagem tirada na Lua (a) e uma tirada na Terra (c), na qual é possível notar a convergência focal que é indicada pelas sombras geradas pela luz do Sol (b e c).

**Fonte:** Adaptado de Silveira (2019).

As dúvidas geradas pelos negadores das viagens espaciais em relação à angulação das sombras é pelo fato de os raios luminosos do Sol chegarem tanto à Lua quanto à Terra de forma paralela – com divergência de aproximadamente  $0,5^\circ$  – indicando, portanto, que as sombras deveriam aparecer nas imagens com um direcionamento também paralelo, coisa que não acontece nas imagens devido às características dos equipamentos (SILVEIRA, 2019). Dessa maneira, além de desqualificar os argumentos sobre a “Farsa da Lua”, seria possível trabalhar com os alunos os conceitos de óptica geométrica, propondo Metodologias Ativas em que os alunos poderiam fotografar algum ambiente que apresentasse esse fenômeno focal das lentes.

Em seu trabalho, Silveira (2019) ainda mostrou um outro conceito equivocado dos negacionistas, que está relacionado com o fato de o céu, visto do referencial da Lua, não apresentar a mesma luminosidade do céu visto do referencial da Terra, mesmo que em ambos seja dia. Nesse caso, por não possuir atmosfera, o que causa o espalhamento da luz durante o dia na Terra, a Lua apresenta um céu escuro para quem está nela (**Figura 8a**). Além disso, segundo os negacionistas, a Terra parece ser muito pequena na imagem disponibilizada pela Nasa, sendo mais plausível que ela fosse muito maior visto da Lua, já que o raio da Lua, teoricamente, possui menos de um quarto do raio da Terra. Entretanto, o tamanho aparente de um objeto em um plano que não seja o plano focal da lente da câmera pode aparentar

tamanhos distintos. A **Figura 8b** e **Figura 8c** mostram o tamanho relativo da Lua vista da Terra com diferentes distâncias focais, mostrando que o tamanho relativo do satélite que é mostrado na imagem pode variar em algumas situações. O mesmo também é válido quando o observador – ou câmera fotográfica – está na Lua e visualiza a Terra no céu.



**Figura 8:** Imagem registrada na Lua com a Terra de fundo (a) e comparação entre o tamanho aparente da Lua registrados da Terra com diferentes lentes objetivas (b e c).

**Fonte:** Adaptado de Silveira (2019).

Alguns trabalhos na literatura abordam materiais muito interessantes sobre ficção científica e ciência. Uma das edições da revista *Valore* de 2019<sup>12</sup> publicou um caderno comemorativo dos 50 anos do pouso tripulado na Lua. Essa edição contempla vários artigos: alguns fazem análises e comparações entre o que a ciência diz ser mais adequado sobre as viagens espaciais e algumas teorias ficcionistas de grandes cientistas e escritores acerca do assunto (GOMES et al., 2019; MENEZES; BATISTA; GARDELLI, 2019; NEVES; CORDELLA, 2019), enquanto outros mostram técnicas de manuseio de câmeras para se fotografar a Lua (JÚNIOR, 2019). Dessa maneira, uma possibilidade para o Ensino de Física seria utilizar textos e histórias de ficção em Metodologias Ativas, propondo aos alunos análise e leitura desses materiais para mostrar os vários pontos em que a ficção e a ciência se

<sup>12</sup> Essa edição especial da revista *Valore* pode ser acessada em <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/issue/view/20/showToc>, acesso em 31 de março de 2022.

assemelham. Esse tipo de exercício pode esclarecer para os indivíduos as fronteiras entre a ciência e aquilo que é fruto limitado à nossa imaginação.

### 4.3 Combate à Cura Quântica

Uma das formas de combater a descontextualização da Mecânica Quântica no cotidiano é mostrar para o que realmente ela foi proposta e desenvolvida. Um trabalho muito interessante de Ostermann e Moreira (2000), na qual os autores fizeram uma revisão da literatura sobre Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, trouxe vários trabalhos que relatam bons resultados em relação às concepções dos estudantes antes e depois da aplicação de metodologias de ensino. Segundo os autores, no início dos anos 2000 já existia uma grande preocupação em inserir os conteúdos de Física Moderna no Ensino Médio, já que há uma “influência crescente dos conteúdos contemporâneos para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a necessidade de formar um cidadão consciente e participativo que atue nesse mesmo mundo” (OSTERMANN; MOREIRA, 2000). Pelo que se nota nos dias atuais, essas preocupações se tornaram realidade, na qual muito pouco se fez para amenizar as consequências de um ensino descontextualizado e pouco significativo para os alunos. Bailas e Vieira (2020) afirmam que “o conteúdo aprendido na escola relativo à Física remete à Ciência de quando o Brasil ainda era uma monarquia, ou seja, a Física Clássica. Enquanto isso, o mundo hoje é movido pela Física Moderna, que já é centenária”. Dessa forma, percebe-se um atraso significativo da educação brasileira em relação à Física Moderna.

#### 4.3.1 Utilização de textos

O trabalho de Pagliarini e Almeida (2016) mostrou como os alunos interpretam os textos sobre a Física Quântica escrito por cientistas. A pesquisa foi realizada com 25 alunos do Ensino Médio de uma escola pública, na qual durante pouco mais de um ano, eles frequentavam algumas aulas de Física de uma Universidade, fazendo parte de um projeto de extensão. O objetivo foi trabalhar em uma das aulas com textos científicos e fazer uma análise das respostas dos estudantes por meio de um método de Análise de Discurso. Os textos utilizados foram de caráter não matemático. Algumas perguntas utilizadas após a leitura dos textos foram:

**Sobre o texto introdutório “Física Quântica: o estranho comportamento do mundo microscópico”**

1. Se após esta aula você tivesse que contar a um amigo do que trata o texto que acabou de ler, o que você contaria?

**Sobre as discussões e a leitura do 2º texto: “Novas vias de acesso ao conhecimento na física”**

1. Você achou alguma das ideias sobre física quântica que lemos ou debatemos interessante? Gostaria de conhecer mais sobre este assunto?

2. Que dificuldades você teve na leitura deste segundo texto? (PAGLIARINI; ALMEIDA, 2016)

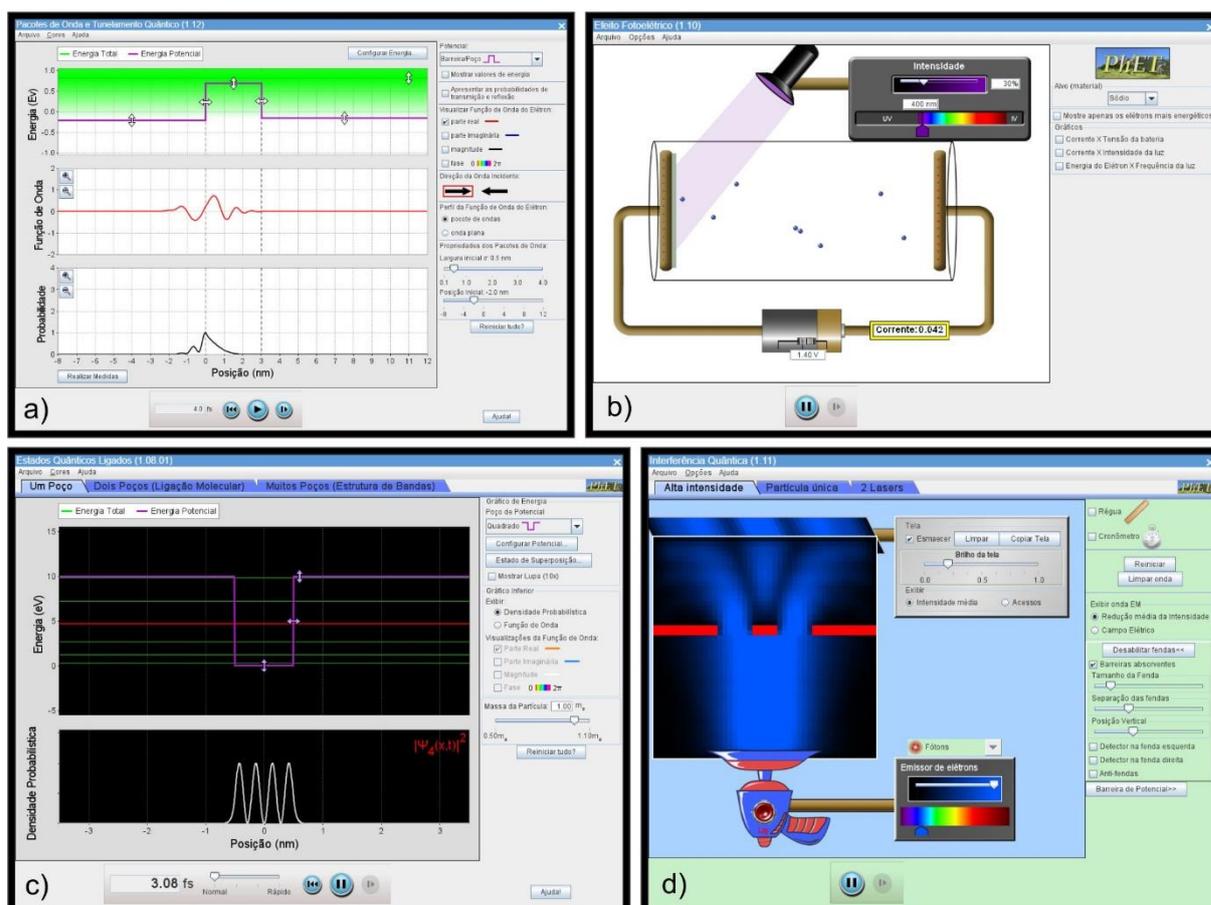
Segundo os autores, foi possível identificar muitos conceitos equivocados de interpretação, seja pela linguagem utilizada no texto ou pela pouca familiaridade dos alunos em relação a essa temática. Outro ponto que se deve considerar é que os alunos já possuíam um conhecimento prévio sobre Física Quântica, sendo eles equivocados ou superficiais. Dessa forma, é possível que o mediador identifique quais são esses conceitos e trabalhe na desconstrução dessas concepções, direcionando o aluno para ideias mais coerentes e sólidas, o que contribui demais para combater equívocos pós-verdadeiros que esses alunos possivelmente irão se deparar ao longo da vida.

#### 4.3.2 Utilização de laboratórios virtuais

O pouco do conteúdo sobre Física Moderna e Contemporânea que os alunos têm contato, em geral, é no final do último ano do Ensino Médio, que muitas vezes nem é visto com detalhes – quando é visto – por falta de tempo ou por darem menos importância para esse ramo da Física, o que é extremamente contraditório, sendo que muito da tecnologia que é utilizada em nosso cotidiano possui base nos fundamentos da Física Moderna, abrindo um leque vasto para que os conteúdos aprendidos em sala de aula sejam significativos para esses alunos. Podemos exemplificar as aplicações da Física Moderna e Contemporânea em lasers, satélites, GPS, telas LCD, leitores de código de barras, LED, câmeras digitais, dispositivos de computadores e muitos outros. Dessa forma, há inúmeras possibilidades de se trabalhar a “física do cotidiano” em sala de aula (OSTERMANN; MOREIRA, 2000).

Alguns experimentos relacionados à Quântica podem ser difíceis de reproduzir em tempo hábil em sala de aula. Dessa forma, existem outras alternativas como os Laboratórios Virtuais, que propõem uma simulação dos efeitos físicos relacionados aos fenômenos da

Física Moderna. A Universidade do Colorado nos Estados Unidos disponibiliza um laboratório virtual com muitos experimentos da área da Física, Química, Matemática, Ciências da Terra e Biologia, na qual é possível interagir de forma gratuita e online com a plataforma que possui cerca de 160 simulações de experimentos<sup>13</sup>. Há inúmeras possibilidades para o Ensino de Física com temas relacionados à Quântica. A **Figura 9** mostra algumas interfaces de experimentos virtuais para se trabalhar em sala de aula.



**Figura 9:** Interface dos experimentos de Pacotes de Onda e Tunelamento Quântico (a), Efeito Fotoelétrico (b), Estados Quânticos Ligados (c) e Interferência Quântica (d).

Fonte: <https://phet.colorado.edu/>.

Assim, com o auxílio de simples aplicativos, é possível contextualizar os conceitos de Mecânica Quântica e trazer exemplos para o cotidiano dos alunos. Além disso, esses aplicativos possibilitam ao próprio aluno interagir de forma prévia ao dia da aula, abrindo possibilidades para Metodologias Ativas, como debates, levantamento de hipóteses,

<sup>13</sup> Disponível em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/filter](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter), acesso em 10 de março de 2022.

elaboração de textos, resposta de questionários para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos entre outros.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho não teve o objetivo de traçar uma sequência didática ou plano de aula para o Ensino de Física, porém apenas trazer alguns subsídios e ferramentas para combater a grande onda de pós-verdade que se enraíza cada vez mais em nossa sociedade. Algumas estratégias de ensino foram apresentadas, como uma contextualização histórica dos temas tratados e também alguns recursos e ferramentas metodológicos que podem ser facilmente trabalhados com alunos do Ensino Médio e também Ensino Superior, sempre visando a formação crítica e reflexiva dos indivíduos.

Notou-se que na literatura há muitos trabalhos teóricos que tratam dos temas pelo viés pós-verdadeiro, mostrando que há grande preocupação por parte dos pesquisadores dessa área em combater esse tipo de concepção. Entretanto, como citado por alguns trabalhos, poucos são os materiais didáticos trabalhados em sala de aula que apontam o combate à *doxa* e às *fake news* pela linha do conhecimento científico. Alguns trabalhos analisados de décadas atrás já traziam um alerta sobre a péssima formação científica no Brasil, porém, as preocupações ainda continuam as mesmas e ao que parece as coisas não evoluíram muito. Dessa forma, se faz necessário uma revisão completa dos materiais didáticos que são disponibilizados para o Ensino de Física, já que vivemos tempos em que o populismo de ideias e a manipulação em redes sociais avançam em passos largos e nossa estrutura escolar e as metodologias de ensino desses materiais são do século passado.

A formação de alunos críticos que possam contribuir para a formação de uma sociedade mais justa deve passar por um processo de ensino-aprendizagem libertador, para que não sejam vítimas da história única e equivocada que contam nas mídias contemporâneas. Dessa forma, a comunidade científica não deve olhar para esses problemas como meros eventos isolados que acontecem no universo da internet, já que as redes estão mais conectadas do que nunca na formação de opiniões e disseminação de ideias.

Acredita-se que a forma mais viável para combater tanto as concepções pós-verdadeiras quanto as *fake news* sejam as mesmas: educação de qualidade, desenvolvimento de senso crítico e cultura argumentativa, pois a ignorância é a principal aliada da exploração intelectual de um povo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOÉ, A.; GASPARIN, J. L.; NEGRÃO, M. T. F.; TERUYA, T. K. **Didática: processos de trabalho em sala de aula**. Maringá - PR: EDUEM, 2010.

ARTHURY, L. H. M.; TERRAZZAN, E. A. A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, p. 21, 2018.

AZEVEDO, L. O. A.; RIBEIRO, O. S.; COSTA, N. C.; SINNECKER, E. H. C. P.; GANDELMAN, M. Revisitando o Experimento de Eratóstenes: medida do raio de Terra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, 2022.

BAILAS, G.; VIEIRA, G. Apropriação e descontextualização da Mecânica Quântica na Era da Pós-Verdade. **Boletim do Instituto de Saúde**, v. 21, n. 1, p. 111–120, 2020.

CARLEIAL, A. B. Uma breve história da conquista espacial. **Parcerias Estratégicas**, v. 4, n. 7, p. 21–30, 2009.

CHRISPINO, A.; ALBUQUERQUE, M. B. DE; MELO, T. B. DE. Crença Forte, ciência fraca? Contribuições sobre a relação Ciência e crença para a educação científica e tecnológica em tempos de pós-verdade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1684–1721, 2020.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica - Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas**. 1. ed. [s.l.] GEN LTC, 1979.

EMPOLI, G. DA. **Os Engenheiros do Caos**. 1. ed. São Paulo: Editora Vestígio, 2019.

GOMES, G. F. DE S.; COLOMBO, G. T.; TEL, G. T.; LIMA, I. A. DE S.; ROMERO, J. F.; GLEDEN, J. A. A. L. Da terra à Lua: entre a ficção científica e a realidade. **Revista Valore**, v. 4, n. Edição Especial, p. 155–164, 2019.

JÚNIOR, M. A. J. F. Fotografar a Lua: reflexões e orientações para seu registro. **Revista va**, v. 4, n. Edição Especial, p. 47–59, 2019.

LIVIO, M. **Galileu e os negadores da ciência**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2021.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C. B. DA; LORETTO, E. L. DA S. Metodologias Ativas de Aprendizagem: Uma Breve Revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, p. 154–171, 2018.

MARINELI, F. O terraplanismo e o apelo à experiência pessoal como critério epistemológico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1173–1192, 2020.

MELO, L. W. S. DE; PASSOS, M. M.; SALVI, R. F.; BRASIL. Análise de Publicações ‘Terraplanistas’ em Rede Social: Reflexões para o Ensino de Ciências sob a Ótica Discursiva de Foucault. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, n. u, p. 275–294, 2020.

MENEZES, L. P. G. DE; BATISTA, M. C.; GARDELLI, D. Viajando até a Lua: o Somnium de Johannes Kepler. **Revista Valore**, v. 4, n. Edição Especial, p. 39–46, 2019.

MOCELIN, I. C.; KOEHLER, M. Proposta de aula: A teoria conspiratória de que o homem não pisou na lua como motivação para o ensino de física. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 83739–83743, 2020.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a losoa da ciência: Caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 9, 2013.

NEVES, M. C. D.; CORDELLA, F. A viagem de Tintim à lua: a física de Hergé. **Revista Valore**, v. 4, n. Edição Especial, p. 19–38, 2019.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, p. 23–48, 2000.

PAGLIARINI, C. R.; ALMEIDA, M. J. P. M. DE. Leituras por alunos do ensino médio de textos de cientistas sobre o início da física quântica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, n. 2, p. 299–317, 2016.

PEREIRA, P. C. R. Revivendo Eratóstenes. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 1, n. 3, p. 19–38, 2006.

RODRIGUES, E. V.; ZIMMERMANN, E.; HARTMANN, Â. M. Lei da gravitação universal

e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia. **Ciência e Educação**, v. 18, n. 3, p. 503–525, 2012.

ROWBOTHAM, S. B. **Astronomia Zetética: a Terra não é um Globo!** 1. ed. Chapecó - SC: [s.n.].

SALES, D. P.; VIÉGAS, D. S.; SILVA, L. F.; SILVA, A. A.; LIMA, B. T.; LOPES, I. M. Uso de Metodologias Ativas de Aprendizagem em Escolas de Alternância. **Revista ESPACIOS**, v. 40, n. 23, p. 1–18, 2019.

SALES, G. L.; CUNHA, J. L. L.; GONÇALVES, A. J.; DA SILVA, J. B.; DOS SANTOS, R. L. Gamificação e Ensino Híbrido na Sala de Aula de Física: Metodologias Ativas Aplicadas aos Espaços de Aprendizagem e na Prática Docente. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 45–52, 2017.

SALVADOR, J. A. Ciências e matemática do sol e do gnômon. **Brazilian Electronic Journal of Mathematics**, v. 1, n. 2, p. 63–82, 2020.

SANTOS, M. Uso da História da Ciência para Favorecer a Compreensão de Estudantes do Ensino Médio sobre Ciência. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 2, p. 641–668, 2018.

SILVA, C. M. DA; ALVES, M. F. S.; LEBOEUF, H. A. A história e filosofia da ciência no ensino de física: uma análise das publicações com propostas implementadas em sala de aula. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 3, n. 3, p. 739–756, 2019.

SILVA, V. C. DA; VIDEIRA, A. A. P. Como as ciências morrem? Os ataques ao conhecimento na era da pós-verdade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1041–1073, 2020.

SILVA, E. DE S.; TEIXEIRA, E. S.; PENIDO, M. C. M. Análise de propostas didáticas de física orientadas por abordagens históricas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 766–804, 2019.

SILVEIRA, F. L. DA. Sobre a forma da Terra. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, p. 11, 2017.

SILVEIRA, F. L. DA. A “farsa da lua” e a óptica! **Revista Valore**, v. 4, n. 1, p. 133–144,

2019.

SOUZA, J. C. DE; KUHNEN, R. F. **Os Pré-Socráticos - Vida e Obra**. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1996.

STUDART, N. Inovando a Ensino de Física com Metodologias Ativas. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 3, p. 1–24, 2019.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE, O. The History and Philosophy of Science in Physics Teaching: A Research Synthesis of Didactic Interventions. **Science and Education**, v. 21, n. 6, p. 771–796, 2012.

VILELA, M. L.; SELLES, S. E. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1722–1747, 2020.