



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS I – CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO**  
**MATEMÁTICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO**  
**MATEMÁTICA**

**DANIEL SOARES SOUSA**

**FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA E ENSINO DE FÍSICA: POTENCIALIDADES E  
LIMITAÇÕES**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2024**

**DANIEL SOARES SOUSA**

**FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA E ENSINO DE FÍSICA: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática (Física).

**Área de concentração:** Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcos Antônio Barros Santos

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S725f Sousa, Daniel Soares.  
Filmes de ficção científica e ensino de Física [manuscrito] :  
potencialidades e limitações / Daniel Soares Sousa. - 2024.  
98 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Marcos Antônio Barros Santos, Departamento de Física - CCT. "

1. Ficção científica. 2. Ensino de Física. 3. Filmes científicos. 4. Sugestões metodológicas. I. Título

21. ed. CDD 530.7

**DANIEL SOARES SOUSA**

**FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA E ENSINO DE FÍSICA: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática (Física).

**Área de concentração:** Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação.

Aprovado em: 10 /04/2024

**BANCA EXAMINADORA**

*Marcos A. B. Santos*

---

Prof. Dr. Marcos Antônio Barros Santos (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*Ana Raquel P. de Ataíde*

---

Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*Mayane Leite da Nobrega*

---

Profa. Dra. Mayane Leite da Nobrega  
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, essência do universo, razão de minha existência, criador que me guarda e protege.

Aos meus pais, Afonso e Estelita, por serem minha base, indicando os caminhos corretos da vida.

A todos os meus verdadeiros amigos, que distantes ou próximos, sempre me incentivaram nos momentos difíceis, torcendo por mim e não me deixando desanimar.

A todos os professores e professoras que passaram pela minha vida acadêmica, por compartilharem seu conhecimento e contribuírem para minha formação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Ao Professor Dr. Marcos Antônio Barros Santos, pela orientação e por toda a ajuda que me deu ao longo do mestrado, tanto nas disciplinas quanto no trabalho final.

À Professora Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde, membro da banca, minha professora desde a graduação, por contribuir com seu conhecimento e experiência para a melhoria do trabalho final.

À Professora Dra. Mayane Leite da Nobrega, membro da banca, por aceitar o convite para fazer parte da minha banca e trazer contribuições importantes para a melhoria do trabalho final.

*O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um um oceano.*

*(Sir. Isaac Newton)*

## RESUMO

Em um mundo fortemente marcado pela velocidade das comunicações e transições tecnológicas, a escola parece perdida no processo de acompanhamento destas que são consideradas as mais importantes conquistas da humanidade. Como ensinar Física na era do WhatsApp, Facebook e smartphones? Aproximar o dia a dia do aluno do seu ambiente de estudo tem sido uma tentativa de muitos professores e pesquisadores, sobretudo no sentido de atrair o interesse do jovem pelos conteúdos complexos das disciplinas do currículo. Isso tem levado muitos docentes a trabalhar com outros recursos e alternativas pedagógicas, sobretudo as manifestações culturais, como música, desenho, teatro, literatura, vídeos e filmes. Nesta pesquisa, objetivamos analisar as potencialidades e limitações dos filmes de ficção científica, associadas ao ensino de Ciências, particularmente ao ensino de Física. Analisaremos as potencialidades que poderão tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes e as limitações, firmadas principalmente em tempo hábil de aula para o desenvolvimento da proposta e capacitação do professor para o uso de ferramentas tecnológicas. Trata-se de uma pesquisa qualitativa e documental-bibliográfica que apresenta como produto final a indicação de filmes e metodologias para trabalhá-los na sala de aula de Ciências (Física).

**Palavras-chave:** ficção científica; ensino de física; filmes científicos, sugestões metodológicas.

## ABSTRACT

In a world strongly marked by the speed of communications and technological transitions, the school seems lost in the monitoring process of these that are considered the most important achievements of humanity. How to teach physics at the age of WhatsApp, Facebook and smart phone? Approaching the day-to-day student with her study environment has been an attempt to many teachers and researchers, especially to attract the interest of the young by the rich content of the curriculum disciplines. This has led many teachers to work with other features and pedagogical alternatives, especially the cultural events such as music, drawing, theater, literature, videos and movies. This study aimed to investigate and discuss the potential and limitations of science fiction movies approaches to science education, particularly with the teaching of physics. We will analyze the potential, which could make classes more dynamic and interesting, and the limitations, established mainly in class time for the development of the proposal and teacher training in the use of technological tools. It is a qualitative research and documentary-bibliographic presenting as end product indicating movies to some parameters and ways of how to work them in the science classroom (Physics).

**Keywords:** science fiction; physics teaching; science movies; methodological suggestions.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Principais componentes do aerogerador.....	38
Figura 2 – Partículas de antimatéria.....	40
Figura 3 - LHC (Large Hadron Collider) .....	41
Figura 4 - Reflexão em espelho plano.....	46
Figura 5 – Princípio da reversibilidade dos raios luminosos.....	47

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens da energia nuclear .....	35
Quadro 2 – Transformações no processo eólico.....	39
Quadro 3 - Partículas radioativas .....	44
Quadro 4 – Comparativo entre as correntes (vantagens) .....	49
Quadro 5 – Trecho e cada filme com indicação do conteúdo a ser abordado .....	50

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	CIÊNCIA E A SÉTIMA ARTE: UM DIÁLOGO INTERDISCIPLINAR POSSÍVEL PARA O ENSINO.....	20
2.1	A Arte e a Ciência .....	20
2.2	Ciência e arte no contexto do ensino .....	22
2.3	Ciência, Sétima Arte e Ficção Científica.....	25
2.3.1	<i>A ficção científica e o ensino</i> .....	28
3	A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL E A ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	30
3.1	Pesquisa em ensino .....	30
3.2	A natureza da pesquisa .....	30
3.3	Sobre a seleção e análise dos filmes.....	32
3.4	Sobre a utilização do material em sala de aula .....	32
4	RESULTADOS DA PESQUISA CINEMATOGRAFICA .....	34
4.1	Dimensionando a energia nuclear em Superman - O retorno (2006) .....	34
4.2	A gravidade e o princípio da ação e reação no espaço em Gravidade (2013).....	35
4.3	A transformação de energia em O menino que descobriu o vento (2019) .....	37
4.4	Antimatéria, a fonte de energia do futuro em Anjos e demônios (2009)....	39
4.5	Trabalhando o conceito de entropia em Tenet (2020) .....	41
4.6	A radioatividade e as contribuições de Marie Curie em Radioactive (2019) .....	43
4.7	A propagação retilínea da luz no espelho plano em Truque de mestre (2013).....	45
4.8	A disputa da eficiência energética, corrente contínua ou alternada em Batalha das correntes (2017).....	47
5	APLICAÇÕES DA METODOLOGIA .....	51
5.1	Situação-problema.....	51
5.2	Final da explicação de algum conteúdo como exemplo .....	51
5.3	Final da aula como preparação .....	51
5.4	Como forma de avaliação, aproveitando inclusive os erros.....	52
5.5	Durante toda a aula.....	53
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
6.1	Potencialidades.....	55

<b>6.2</b>	<b>Limitações .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>
	<b>APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Vivemos em uma época de grandes desafios em todos os setores de nossa vida, devido às mudanças bruscas pelas quais o mundo passa todos os dias. Acompanhar essas mudanças não é mais uma opção e, sim, uma obrigação, pois ciência e tecnologia avançam a passos vertiginosos, conduzindo-nos a uma era na qual, cada vez mais, o conceito de “rede” estará intrínseco ao nosso contexto social.

Rede sugere ligação, dependência, e estamos cada vez mais dependentes tanto da ciência quanto da tecnologia que nos cerca, o que provocou e provoca uma onda de mudanças cada vez mais rápidas, seja no domínio da tecnologia, seja nas relações interpessoais. Conviver com a mudança passou a ser regra e, quase a todo momento, descobertas e avanços nos forçam a uma atualização de conhecimentos nunca antes vista na história da humanidade.

A palavra-chave desse novo tempo é: “informação”. Informação que circula de forma rápida, em uma quantidade cada vez maior e ocupando menos espaço. Informação que está presente em nosso dia a dia a qualquer momento e em lugares onde não se podia nem imaginar; informação transportada, compartilhada e divulgada na velocidade de um click, de um comando de voz ou até de um simples piscar de olhos. Mas a grande questão é: estamos preparados para digerir tanta informação?

Somos bombardeados frequentemente com imagens, sons, palavras, informações explícitas e até disfarçadas, mas continuamos com o velho problema do excesso de quantidade. Como e onde guardar? O que guardar e absorver como relevante? O que descartar como informação inválida? Como utilizar tanta informação a nosso favor?

Problema maior que a gerência de quantidade é a gerência do uso correto. Como utilizar a informação que temos para auxiliar o ensino de Ciências? Perdemos muito tempo gerindo de forma errada a informação que recebemos ou que buscamos, o que dificulta nosso progresso e retarda nossos objetivos educacionais.

Por outro lado, temos novas opções. Temos ao mesmo tempo acesso à informação rápida e resumida para dúvidas mais casuais e também

informações mais profundas para questões mais complexas, tudo ao alcance do professor, bastando, para isso, um pouco de discernimento para saber qual utilizar e em qual momento. A utilização correta da informação traz benefícios de tempo e objetividade, atributos estes muito importantes no contexto da Modernidade do século XXI.

O grande objetivo de várias áreas do conhecimento humano é utilizar a seu favor toda a informação disponível de forma eficiente e inteligente. Logo, uma área que depende diariamente desse objetivo é o ensino das Ciências em geral e o ensino de Física em particular.

De acordo com Germano (2011), por atuarem em um ritmo diferente, respeitando normas e currículos formais, as escolas terminam por ficar para trás no que se refere ao acompanhamento das conquistas científico-tecnológicas da sociedade atual. Enquanto o acesso a meios tecnológicos e o fluxo de informações acontecem de forma alucinante, a escola necessita de um tempo diferenciado, que, às vezes, segue o mesmo padrão do começo do século, com atividades baseadas em exercícios e repetições que geralmente não encontram lugar no contexto e na realidade dos estudantes.

Os alunos de hoje, em grande parte, buscam estas informações e constroem conhecimento sobre seu objeto de interesse de maneira muito diferente e mais autônoma. Então, para Silva, Prates e Ribeiro (2016), cabe ao professor e à escola assumir uma postura parecida, de buscar, testar, mas, muito mais que isso, refletir sobre este processo e transformá-lo em conteúdo de ensino.

Em busca de atender a essa nova clientela, professores de todas as áreas tentam buscar alternativas inovadoras para atender aos novos problemas que surgiram e, conforme Cledes, Gabriel Filho e Costa (2012), com alunos cada vez mais exigentes, há uma clara necessidade de reformulação tanto de currículos como de abordagens.

Nesse contexto, os recursos audiovisuais, como imagens, músicas, filmes, simulações etc., aparecem como importantes alternativas de ensino. Porém, o uso desse material requer um cuidado a mais do professor.

Na opinião de Silva (2019), usar o filme na sala de aula exige rigor metodológico, pesquisa, respeito pelos contextos e as linguagens que deverão ser trabalhadas para a construção dos saberes dos educandos. Naturalmente,

o trabalho com esse tipo de material não é uma tarefa simples e, como lembra Costa (2014), grande parte dos profissionais da Educação enfrenta dificuldades para empregar a tecnologia audiovisual como um recurso pedagógico; ora devido à forma equivocada com que alguns programas didáticos propõem a incorporação do vídeo ao trabalho em sala de aula, ora devido ao desconhecimento das potencialidades dessa mídia no processo de ensino e aprendizagem.

No sentido de contribuir com esta aproximação interdisciplinar entre Ciências e Artes no contexto do ensino, objetivamos de forma geral:

- Analisar as potencialidades e limitações dos filmes de ficção científica associadas ao ensino de Ciências, particularmente ao ensino de Física.

Além deste, como objetivo específicos, propomos:

- Identificar e selecionar alguns filmes adequados e relevantes para articular ao contexto do ensino de Ciências;
- Apresentar algumas alternativas para utilizar o material selecionado, de modo a aproximar a Ciência e a sétima arte no contexto do ensino de Física;
- Produzir um quadro de sugestões que possa auxiliar os professores de Ciências no processo de utilização dessa importante aproximação.

Não costumo falar muito sobre mim; escrever, então, nem pensar. Sou reservado, não gosto de chamar a atenção, contudo, não poderia deixar de compartilhar um pouco da minha trajetória, que exerce influência direta sobre a escolha de meu objeto de estudo. Nasci em Campina Grande, em meados dos anos 1980 e, como toda criança, vivia em um universo paralelo, driblando as adversidades com os poderes sobrenaturais da imaginação, capazes de transformar paisagens vazias em cenários de filmes, personagens imaginários em grandes companheiros de aventuras, objetos inanimados em ferramentas poderosas, tudo graças aos portais de teletransporte - conhecidos como quintal, terreiro e rua.

Nesses espaços, vivi minhas primeiras experiências com o fantástico, com a metafísica e com a ficção científica, elementos que eu nem sabia o que significavam, mas que já me encantavam desde cedo. Ainda nesta fase,

desenvolvi minha personalidade de criança, baseada nos exemplos dos heróis aos quais assistia na televisão. Nesse tempo, era o auge da era "*Toksatsu*", seriados japoneses de heróis que faziam sucesso, desde antes de eu nascer, personagens como Jiraya e Jaspion e outra infinidade de heróis transmitiam valores como coragem, perseverança e luta por objetivos, os quais me acompanham até hoje.

Meu primeiro contato com a educação não-formal foi através dos programas da TV Cultura. Toda minha geração também foi influenciada por este canal que, além de muita diversão, nos proporcionava cultura e aprendizagem, ainda que, muitas vezes, nem percebêssemos. Desenhos como *Animais do bosque dos vinténs*, *As aventuras de Tim-Tim*, *Doug Funnie*, programas como *Castelo Rá-Tim-Bum*, *X Tudo*, *Gato Zap*, *Cocoricó*, a todo momento traziam alguma informação educacional que era transmitida de forma simples e clara.

Ainda neste canal, tive meu primeiro contato com a ciência experimental através do programa *o Mundo de Beackman*. Nele, um cientista maluco, junto com seus ajudantes, apresentava conceitos de Ciências através de animações e experimentos simples que nós reproduzíamos em casa. Ainda me lembro da sensação de fascínio que eu sentia, quando repetia algum experimento e tinha êxito.

Foram assim meus primeiros contatos com a Ciência, de forma lúdica e despretensiosa através dos programas de televisão. Infelizmente, naquela época, ainda não tinha desenvolvido o hábito da leitura, nem tinha muito material para pesquisa. Mesmo assim, sinto-me privilegiado, pois pude contar com um canal de TV muito importante para a minha formação e fico triste por ver que esse tipo de programação está extinto da televisão há muito tempo.

O tempo foi passando, eu me vi adolescente, cheio de dúvidas e indagações para com o mundo, mas da infância trouxe comigo o gosto pela Ciência, em especial pela Astronomia, área que sempre me intrigou e fascinou, por explicar grandes questões da humanidade com a origem de tudo.

Sempre estudei em escola pública e minha disciplina preferida era a Física, porque tratava também de temas ligados à Astronomia, como gravitação; mas tudo que fosse relacionado à Ciência eu gostava e, apesar do esforço do meu professor para dar uma boa aula, a escola carecia de recursos.

Não contávamos com laboratório ou qualquer outro espaço para uma aula diferenciada; ainda assim, fazia experimentos em casa, seguindo roteiros de livros e revistas científicas.

A partir desse momento, percebi que se desenhava em mim uma vontade de dar continuidade àquilo que eu estava aprendendo com meu professor. Quanto mais parecia complicado, ainda mais eu queria aprender. Então, percebi que entrar na universidade e cursar Física seria uma boa maneira de conseguir o aprofundamento que eu desejava. Foi nesse momento que tomei a decisão de prestar vestibular para licenciatura em Física pela UEPB, para poder alcançar esse objetivo. No mesmo ano, tentei vestibular para Engenharia Elétrica, mas sabia que a Física seria a prioridade para mim.

Então, em 2006, comecei minha graduação em Física, e, como todo "fera", fui logo confrontado com uma realidade totalmente diferente à que eu estava acostumado. Todos temos esse choque, quando ingressamos na universidade, principalmente os que vêm de uma realidade do ensino público, pois o aluno tem que ser disciplinado para os estudos ou acabará desenvolvendo tal hábito forçadamente se quiser lograr êxito para a aprovação dos componentes curriculares.

Depois do choque inicial e com o passar dos anos, o aluno vai se adaptando a essa nova rotina. Sofri um pouco no começo, devido, principalmente, a deficiências de conteúdos trabalhados no Ensino Médio importantes para a graduação, muitos dos quais nem cheguei a estudá-los; outros foram apenas pincelados. Mas, com toda essa dificuldade, consegui ir avançando e vencendo as etapas dos estágios e das disciplinas. Alguns obstáculos pelo caminho me obrigaram a, nos últimos anos de curso, migrar para o horário noturno, o que veio a prolongar um pouco mais minha estadia na graduação.

Todavia, o que poderia ter sido um problema acabou se revelando uma oportunidade, porque, nos últimos anos de curso, pude participar do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), um projeto novo que trazia a oportunidade de graduandos desenvolverem trabalhos junto a escolas, para um melhor aprimoramento tanto de suas atividades acadêmicas como de atividades docentes vividas na prática.

Nesse período, tivemos uma rica experiência de trabalho tanto teórico

como prático e pudemos desenvolver atividades em conjunto com colegas e professores que nos auxiliavam. Essa proposta foi um fechamento interessante para o curso, possibilitando-nos pôr em prática muito do que havíamos aprendido durante toda a graduação e me ajudou a tomar decisões importantes tanto para meu trabalho de conclusão de curso como para uma possível pós-graduação.

Com a conclusão da graduação, veio a oportunidade de ingressar no programa de mestrado em Ensino de Ciências da UEPB. Para isso, precisaria de um projeto que seria um embrião de algo que eu desenvolveria durante a pós-graduação. Entre várias ideias, havia uma com a qual gostaria muito de trabalhar há bastante tempo, já que sempre fui fascinado por ficção científica e vi ali uma oportunidade de unir o útil ao agradável.

Desde a graduação, tinha planos de trabalhar com algo ligado à ficção científica, mas nunca levei a ideia à frente. Porém, no já mencionado PIBID, pude, em um momento da minha intervenção, abordar pedagogicamente filmes de ficção científica durante a aula. Esse foi apenas um dos recursos usados na intervenção, mas seus resultados me deram segurança para um possível trabalho futuro nessa linha.

Para me ajudar neste projeto, procurei contar com meu atual orientador, do qual já havia sido aluno na graduação e cujos projetos em divulgação científica e trabalhos se encaixam nessa linha, com uma vasta experiência.

Mas, diante de tudo isso, nos indagamos: Qual a importância de uma pesquisa dessa natureza? Por que investigar a aproximação das Ciências com as Artes, mais especificamente com os filmes de ficção científica? Qual a relevância social de uma investigação com essas características e objetivos?

Inicialmente, pela reconhecida necessidade de humanização da Ciência que precisa submeter os avanços técnico-científicos a valores éticos, contrapondo os grandes êxitos tecnológicos com os riscos que se colocam para humanidade. Em segundo lugar, porque a linguagem de comunicação da Ciência não pode ser a mesma linguagem utilizada nos processos de pesquisa e produção científica.

Conforme Germano e Ferreira (2014), em processos de comunicação pública da Ciência, todo peso do formalismo precisa ser aliviado ou evitado para que o cientista possa apoiar-se principalmente na linguagem natural e, a

partir de imagens e modelos, recriar os conceitos da Ciência, de modo a reencontrar o senso comum, do qual foi obrigado a se afastar.

De acordo com Sawada, Araújo-Jorge e Ferreira (2017), a proposição da intercessão entre Ciência e Arte encontra grande pertinência e mesmo validação enquanto um campo promissor de pesquisa e ensino no auxílio à formação e ao desenvolvimento de educadores e suas práticas em sala de aula.

Em uma pesquisa realizada com o objetivo de identificar o pensamento de professores de Ciências sobre a aproximação entre ciências e artes no contexto do ensino, foi apresentada a seguinte questão: “Com o objetivo de amenizar essa problemática, relacionada ao ensino de Ciências, você escolheria que recursos que pudessem auxiliar em sala de aula para uma aprendizagem significativa de Ciências?” (Germano; Ferreira, 2014, p. 04).

Um dos recursos mais destacados entre os professores investigados foi o vídeo, que, juntamente com o laboratório, assumiu uma posição de destaque entre os entrevistados. Na fala do professor (B), observa-se claramente este fato.

Um recurso maravilhoso para ensinar Ciências é a sala de vídeo, porque este pode ser utilizado como ferramenta audiovisual, tornando-se mais lúdico para o aluno. Outra coisa a ser utilizada é a questão da interdisciplinaridade [...] (Germano; Ferreira, 2014, p. 05).

Ao escolher trabalhar especificamente com vídeos, o professor concentra sua área de atuação em uma parte dos recursos audiovisuais e, ao dispor de um campo mais restrito, ele tem a oportunidade de fazer um trabalho mais específico, além do que o uso do vídeo representa uma quebra de padrão na aula, uma espécie de momento para relaxar. É justamente nesse momento que o professor deve aproveitar a atenção dos alunos.

Para Kochhann, Rodrigues e Oliveira (2016), para os alunos, o vídeo, significa descanso, e não aula, o que modifica a postura, as expectativas em relação ao seu uso. Neste sentido, o professor precisa aproveitar a expectativa positiva para conduzir o aluno aos conteúdos pertencentes ao planejamento pedagógico. Mas, ao mesmo tempo, precisa saber que necessita prestar atenção no estabelecimento de novas pontes entre o vídeo e as outras dinâmicas da aula e do curso.

Conforme já foi dito, apenas a exibição de vídeos em aula não garante

a eficácia da proposta, que deve respeitar as indicações de como trabalhar com esse material.

A importância do uso do vídeo fica evidente como destaca o trecho a seguir:

O uso dos recursos midiáticos, em especial o vídeo, inegavelmente, possibilita o despertar da criatividade, à medida que estimula a construção de aprendizados múltiplos, em consonância com a exploração da sensibilidade e das emoções dos alunos, além de contextualizar conteúdos variados (Silva, Mercado, 2010, p. 94).

Por viverem em meio a um grande número de inovações tecnológicas, as escolas procuram atualizar os currículos de suas disciplinas, de forma a tornar cada vez mais atraente para o aluno a convivência no ambiente escolar. Inúmeras metodologias inovadoras tentam ligar o mundo dos alunos ao mundo do ensino, de maneira que não haja apenas uma aproximação de conceitos, mas também do cotidiano com a aprendizagem.

Tentar trazer o dia a dia do aluno para seu ambiente de estudo é uma meta que muitos professores e pesquisadores têm buscado, sobretudo no sentido de atrair o interesse do aluno pelos conteúdos complexos das disciplinas. Isso tem levado muitos docentes a trabalharem com a mais variada gama de alternativas pedagógicas; entre elas, as manifestações artísticas, como a música, o desenho, o teatro, além de outros gêneros literários como o romance, a aventura, a ficção e os filmes de ficção científica.

Esta pesquisa concentra-se no gênero ficção e, mais especificamente, na ficção científica, que parece apresentar uma ampla possibilidade de trabalho, abrangendo os mais diversos formatos: livros, contos, desenhos e filmes, sendo este último o objeto central desta investigação. Este trabalho se firma por reconhecer a importância de buscar alternativas que possam tornar a tarefa de ensinar e aprender mais satisfatória tanto para alunos como para professores. Dessa forma, procuramos trazer uma contribuição com uma proposta que utiliza o trabalho com vídeos, mais precisamente com filmes de ficção científica. Esta proposta se baseia na sugestão de filmes e de indicações de como trabalhá-los durante vários momentos da aula e do curso.

Como resultado, procuraremos investigar se esta proposta, além de ser viável quanto à aplicação, poderá servir de ferramenta metodológica para as aulas de Física, dinamizando a exposição dos conteúdos e contribuindo de

alguma forma para a melhor compreensão dos conceitos da disciplina.

Além desta introdução, esta dissertação encontra-se organizada da seguinte maneira: no primeiro capítulo, apresentamos uma discussão em torno da aproximação interdisciplinar entre Ciências e Artes, com particular interesse pelos filmes de ficção científica e o ensino de Física. Em seguida, apresentamos parte da metodologia da pesquisa e uma discussão sobre a construção do produto final.

## 2 CIÊNCIA E A SÉTIMA ARTE: UM DIÁLOGO INTERDISCIPLINAR POSSÍVEL PARA O ENSINO

Esta seção mostrará como Ciência e a Arte podem caminhar juntas e estabelecer relações que possibilitarão serem a ambas serem mobilizadas como ferramenta conjunta de ensino.

### 2.1 A Arte e a Ciência

Ao longo da História, o ser humano conseguiu se expressar de diversas formas, seja com gestos, sons ou imagens. Estas formas de expressão possibilitaram a comunicação entre os humanos e o estabelecimento de relações. O homem primitivo procurou o que tinha à sua disposição para atender a essa necessidade tão essencial para sua existência. Ainda sem saber, o ser humano se utilizou de uma das formas de expressão que viria a se tornar talvez a mais influente em sua trajetória: a Arte. Com pouca habilidade técnica, os humanos primitivos encontraram na arte um canal perfeito para a comunicação.

Ainda que não haja consenso entre os especialistas sobre as intenções dos autores da arte rupestre, coube a esta expressão artística a tarefa de possibilitar a mediação entre o passado e o presente, de servir como canal para a transmissão de valiosas informações sobre o nosso passado distante. Este talvez tenha sido o primeiro registro de como a Arte fez e faz parte da História, de como ela é parte inseparável e fundamental para a compreensão do sentimento humano.

Segundo Marques (2016), a arte rupestre é uma das formas de manifestação artística mais antigas da história. O termo *rupestre*, derivado do francês, que significa “gravação”, faz menção ao tipo de técnica utilizada na elaboração desse tipo de arte. A compreensão de suas motivações e significados ainda é um desafio para historiadores e arqueólogos. Os estudos realizados em relação à arte rupestre favorecem o conhecimento de pesquisas sobre os hábitos dos povos primitivos e a sua cultura.

Alves (2006), por sua vez, descreve que, ao longo de sua trajetória, o ser humano procurou registrar de alguma forma suas vivências. Uma dessas formas de registro é a arte rupestre, que, redescoberta por nós, retrata em

imagens o cotidiano do ser humano, dando-nos uma noção do seu contexto social. Neste panorama, o ser humano toma o protagonismo, através do registro de sua existência, a partir do momento em que é capaz de deixar suas marcas através da transformação que atribui à natureza, pelas interferências produzidas e pelas singularidades culturais.

Assim como os princípios artísticos, os princípios científicos também estiveram presentes desde cedo na história da humanidade, pois, muitas vezes, nas próprias pinturas rupestres estava presente também o registro de fenômenos da natureza que o homem ainda não compreendia muito bem, mas que já se aproveitava de seus ciclos, como dia e noite, períodos de chuva e de seca, e até mesmo fenômenos mais raros, que traziam medo pelo seu desconhecimento, como os eclipses e cometas. Tudo isso estava presente em seu cotidiano e também era elemento de registro (Lewin, 1999).

O simples observar do céu noturno trazia reflexões de alguns fatos que o homem ainda não estava preparado para compreender, como, por exemplo, a presença de pequenos pontos de luz e como eles ficavam presos no céu. Essas e outras indagações provavelmente foram comuns aos nossos ancestrais.

Com o passar do tempo, o ser humano foi desenvolvendo um modo especial de agir; foi percebendo padrões na natureza que se repetiam em ciclos regulares. Esses ciclos podiam ser pequenos, como os dias e as noites, ou mais longos, como períodos de chuva e de estiagem. É a partir dessas observações que os humanos passam a entender um pouco mais a natureza e a se beneficiarem dela. O dia e a noite separavam a luz da escuridão; logo, era mais prudente organizar as atividades sob a luz, como era mais prudente se recolher ao cair da escuridão; ciclos regulares de chuva e estiagem ditavam o plantio e a colheita, o que fazia o homem se programar para períodos de escassez de alimentos.

Outros fenômenos de menor porte também foram essenciais para a sobrevivência humana. O maior de todos foi, sem dúvida, o domínio do fogo. O domínio dessa “tecnologia” trazia não só a iluminação, mas também o aquecimento e, com ele, contribuições importantes para o desenvolvimento de noções primitivas de “termodinâmica”.

O aquecimento, tão necessário à noite ou em épocas de frio extremo,

fez o ser humano compreender princípios de troca de calor e isolamento térmico. O uso de peles de animais diferentes para o aquecimento trazia resultados diferentes e essa experimentação levou o ser humano a escolher certas peles e descartar outras. Juntamente com essas experiências, outras, como a de comer frutos maduros ao invés de podres, cozinhar alimentos para torná-los mais fáceis de digerir e buscar a água cada vez mais limpa, fizeram o homem primitivo desenvolver um espírito de investigação e experimentação que resultou na produção das várias técnicas e na ciência primitiva.

No início, não havia uma linha de demarcação e limites entre expressões artísticas, religiosas e científicas. Tudo aparecia muito próximo e relacionado de uma forma pouco compreensível para os padrões atuais.

Na antiga Grécia, por exemplo, o conhecimento científico era desenvolvido no contexto da Filosofia, cabendo à chamada “Filosofia da Natureza” investigar o mundo natural.

De acordo com Pacheco *et al.* (2003), a separação histórica entre a Arte e a Ciência acontece em fins da Era Medieval, quando o homem deixa de ser encarado como unidade física, psíquica e espiritual para ser múltiplo, fracionado em diversos corpos que habitam um só.

Ferreira, F. (2010) ressalta que a Arte se distanciou da Ciência, pois as características da arte, a sensação, o sentimento, o entusiasmo, o gosto pessoal, são critérios que se afastam do ideal de clareza, objetividade e verdade que constituem os pilares do pensamento científico. Esse afastamento da subjetividade, nas Ciências em geral pode se transformar num fator de limitação para a construção de um novo conhecimento e para a construção de novas alternativas de trabalho.

Mas, na opinião de Lanes *et al.* (2020), embora a Arte e a Ciência estejam ligadas a domínios diferentes de conhecimento e valor, elas pertencem à mesma busca imaginativa humana, apresentando um grande potencial interdisciplinar.

## **2.2 Ciência e arte no contexto do ensino**

Conforme já adiantamos durante a introdução, a linguagem empregada no processo de comunicação e ensino elementar das Ciências não pode ser a

mesma utilizada quando dos processos de pesquisa e construção das leis e postulados em sua profundidade acadêmico-formal.

Como lembra Pietrocola (2001), diante de um mundo repleto de desafios e estímulos que se alteram velozmente, os conhecimentos escolares tornam-se rapidamente obsoletos e aqueles conhecimentos promovidos pelas aulas tradicionais de Física, por estabelecerem poucas relações com o mundo real, tornam-se estranhos e desnecessários, permanecendo relevantes apenas para o cumprimento das exigências escolares. Nesse processo, é muito comum que, após as avaliações, os estudantes se esqueçam quase completamente de tudo o que foi aprendido. Desse modo, o abismo entre a realidade dos modelos físico-matemáticos das salas de aula e a realidade cotidiana precisa ser diminuído.

A interdisciplinaridade tornou-se um assunto recorrente em discussões atuais de ensino e pesquisa, especialmente após o advento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A possibilidade de unir e inter-relacionar áreas de conhecimentos diferentes é bem atrativa para os padrões de ensino buscados pelos modelos de educação do presente.

Conforme as diretrizes da BNCC para as Ciências, a área das Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias (Brasil, 2018). Nesse sentido, a Arte tem um papel importante, tendo em vista que ela desenvolve habilidades cognitivas que se adequam a uma visão mais ampla do conhecimento científico, como já mostravam os antigos PCNs.

A manifestação artística tem em comum com o conhecimento científico, técnico ou filosófico seu caráter de criação e inovação. Essencialmente, o ato criador, em qualquer dessas formas de conhecimento, estrutura e organiza o mundo, respondendo aos desafios que dele emanam, num constante processo de transformação do homem e da realidade circundante (Brasil, 1997, p. 26).

Observa-se que, para além dos argumentos relativos à humanização da Ciência, os antigos PCNs (Brasil, 1997) chamavam a nossa atenção para o fato de que a educação em Artes amplia a sensibilidade, a percepção, a

reflexão e a imaginação dos estudantes e do professor, o que é muito importante para o ensino e aprendizagem em Ciências.

Por exemplo, o aluno que conhece arte pode estabelecer relações mais amplas quando estuda um determinado período histórico. Um aluno que exercita continuamente sua imaginação estará mais habilitado a construir um texto, a desenvolver estratégias pessoais para resolver um problema matemático (Brasil, 1997, p. 19).

Não é de hoje, contudo, que a relação entre áreas diferentes vem fazendo parte de vários aspectos da nossa vida. Desde as primeiras guerras, quando as armas eram confeccionadas artesanalmente, as construções já traziam um simbolismo religioso oculto e a prática de esportes dava ensejo a eventos culturais e a aproximação de áreas distintas é sempre a marca da presença cultural do homem.

Nesse contexto, temos a união de Arte e da Ciência, as quais, segundo Alcântara e Porto (2011), são formas de expressão do conhecimento, individual ou coletivo, e a relação entre as duas só resulta numa abertura de mentes, ou seja, duas das maiores formas de expressão humana que, como já foi dito, têm ligações ancestrais desde o início da vida humana na Terra. Além de ter feito parte do cotidiano do homem primitivo, a dualidade Ciência/Arte também foi muito importante para o desenvolvimento humano, estando presente em descobertas, invenções e aprimoramentos tecnológicos.

Desde os primeiros filósofos e pensadores que raciocinavam usando a lógica e as Ciências recorriam à arte como forma de externar seus pensamentos e conclusões, pesquisas e estudos nas áreas de Ciências Naturais e Medicina eram sempre acompanhadas de esboços, croquis e desenhos que representavam suas ideias. Como exemplo, temos pesquisadores como Galileu e seus inúmeros desenhos sobre a lua; Darwin e seus desenhos em sequência de espécies evoluindo; Leonardo da Vinci e seus esboços sobre anatomia, além de muitos outros que utilizaram gravuras para imortalizar e melhor traduzir seus pensamentos.

Desde então, com o avanço da Ciência e da Tecnologia, a imagem artística como forma de representação científica se consolidou, com o advento das tecnologias gráficas. Essa união chegou a patamares nunca antes imaginados, de modo que um dado experimento pode ser realizado através de uma simulação em animação capaz de fornecer resultados tão precisos quanto os de um experimento real.

Muito se tem discutido a respeito de formas mais dinâmicas de trabalhar conteúdos de Ciências. Essas discussões englobam desde o uso de episódios históricos, experimentação de baixo custo e abordagens paradigmáticas, dentre as quais vem se destacando e encontrando mais adeptos ao longo dos tempos a ideia de aproximar a Ciência e a Arte no contexto do ensino (Ferreira, R., 2013).

A busca é por uma maneira de tratar Ciência e Arte como duas formas de expressão que encontram paralelos em seus modelos, o que tornaria até estimulante o trabalho, objetivando unir essas duas vertentes (Ferreira, J., 2013).

Segundo Alcântara e Porto (2011), as manifestações artísticas, em todas as suas vertentes, sofreram mudanças, graças ao avanço da Ciência e da Tecnologia. Arte e Ciência apresentam muitos paralelos e divergências que já são objeto de estudo de muitos pesquisadores. Assim como para Barbosa-Lima, Queiroz e Santiago (2007), a própria aproximação das Artes com a Ciência ajuda a desconstruir ideias de que a Ciência seja uma verdade absoluta, já que, assim como a Arte, a Ciência também está em constante transformação.

Para Santos e Rigolin (2012), a Ciência se aproxima da Arte em níveis, desde o compartilhamento de temáticas, passando pela apropriação de conceitos e técnicas até chegar à construção conjunta de conhecimento. Os pontos em comum, tanto da Ciência quanto da Arte, apresentam possibilidades pedagógicas que, se bem aproveitadas por professores, podem representar uma grande alternativa para as aulas, principalmente de Ciências.

Muitas pesquisas já iniciaram tentativas de trabalho conjunto dessas áreas. A própria experimentação com materiais de baixo custo até pode ser encarada como uma forma de trabalhar a Arte dentro do ambiente científico de laboratórios e salas de aula. A construção de aparatos experimentais em que são empregados materiais de sucata leva, muitas vezes, o aluno a explorar não apenas o aspecto experimental, mas também o aspecto estético e artístico. Improviso e criatividade também surgem como valores importantes decorrentes do trabalho com esse tipo de material.

### **2.3 Ciência, Sétima Arte e Ficção Científica**

A ficção científica pode apresentar-se de duas formas: pode ser constituída de uma cuidadosa e bem-informada extrapolação sobre fatos e princípios científicos ou pode abranger áreas profundamente rebuscadas, que contrariam definitivamente esses fatos e princípios. Em quaisquer dos casos, o ingrediente principal é baseado na Ciência, que é um requisito indispensável para o gênero.

Aproximar a Ciência da ficção científica deveria ser uma ideia simples e até óbvia, já que uma existe porque a outra lhe dá sustentação e vida. Contudo, a tarefa de encontrar ligações entre ambas vem se mostrando um trabalho árduo ao longo do tempo. Com o desenvolvimento da Ciência, a ficção científica igualmente se desenvolveu e, como muitas vezes, a ficção científica costuma ampliar aquilo que evidenciamos nas Ciências atuais. Não é nada fácil acompanhar o desenvolvimento da Ciência do nosso tempo para, a partir de então, imaginar uma Ciência ainda mais avançada ou fora dos padrões normalmente estabelecidos.

No entanto, mesmo quando a Ciência enquanto construto teórico encontra-se cercada e protegida por grandes complexidades, a fértil imaginação humana sempre consegue arquitetar situações que, de certo modo, transcendem e transgredem alguns postulados e leis considerados intocáveis pela Ciência em determinado período histórico. Assim, a busca por elementos da Ciência, presentes na ficção científica, assim como a procura por elementos da ficção que são produto da Ciência parece indicar um terreno fértil para o ensino de Ciências e até para a pesquisa.

A ficção científica tem dado uma grande contribuição para entendermos como o futuro está se desenhando, de acordo com o que temos de Ciência no presente, tanto na área tecnológica, através dos contos de Isaac Asimov<sup>1</sup> sobre robôs e máquinas inteligentes, como também no contexto social e comportamental, a exemplo das histórias de Aldous Huxley<sup>2</sup> e George

---

<sup>1</sup> Isaac Asimov (1920-1992) foi um escritor e bioquímico norte-americano, nascido na Rússia, autor de obras de ficção científica e divulgação científica. Asimov é considerado um dos mestres da ficção científica.

<sup>2</sup> Aldous Leonard Huxley (1894-1963) foi um escritor inglês e um dos mais proeminentes membros da família Huxley. Mais conhecido pelos seus romances, como *Admirável Mundo Novo* e diversos ensaios.

Orwell<sup>3</sup>, em que encontramos um futuro aparentemente fantasioso, mas que, aos poucos, damos passos cada vez maiores em sua direção.

Não é de hoje que a ficção científica fascina o ser humano, que sempre teve gosto pelo mistério, pelo futuro e pelo avanço tecnológico. Muitos foram os que, no passado, nos brindaram com histórias mirabolantes, cheias de aventura, com lugares inóspitos e personagens heroicos geralmente envolvidos em tramas além da imaginação.

Entre os registros mais antigos dessas histórias estão os *Vedas* (antigos textos sagrados do Hinduísmo), escritos em sânscrito por volta de 1500 a.C. Nesses textos, estão presentes histórias de batalhas travadas entre povos que se utilizavam de armas e veículos de alta tecnologia.

Até mesmo Johannes Kepler (1571 - 1630) escreveu uma obra a que deu o título de *Somnium* (O Sonho), descrevendo uma viagem interplanetária e, em 1656, o francês Savinien Cyrano de Bergerac escreveu *Histoire Comique des États et Empires de la Lune*, (História em Quadrinhos dos Estados e Impérios da Lua) que relata uma viagem até a Lua. Outras referências que podemos citar são alguns livros escritos no século XVIII, como *Micromégas*, de Voltaire (1752) e *As Viagens de Gulliver*, de Jonathan Swift (1726).

Todas essas obras publicadas até então continham “elementos” de ficção científica. Porém, a ficção científica que tem como base a Ciência “pura” veio a surgir, de fato, no final do século XIX, com os romances científico-policiais de Edgar Allan Poe<sup>4</sup> e dos pioneiros nesse gênero: Júlio Verne, com suas histórias repletas de invenções futuristas, e H.G. Wells, com seus romances que tratavam a Ciência num contexto social.

No século XX, em 1926, Hugo Gernsback<sup>5</sup> cunhou uma palavra que combinava Ciência com ficção, “*scientifiction*” (que poderia ser traduzida para o português como “cientificção”), e fundou a revista *Amazing Stories*, dedicada exclusivamente a histórias de ficção científica. Ainda no século XX,

---

<sup>3</sup> Eric Arthur Blair (1903-1950), mais conhecido pelo pseudônimo George Orwell, foi um escritor, jornalista e ensaísta político inglês, nascido na Índia Britânica.

<sup>4</sup> Edgar Allan Poe (1809-1849) foi um autor, poeta, editor e crítico literário estadunidense, integrante do movimento romântico em seu país.

<sup>5</sup> Hugo Gernsback (1884-1967) foi um inventor e editor, além de autor de ficção científica.

destacaram-se nomes como os de Isaac Asimov, Arthur C. Clarke<sup>6</sup> e Robert A. Heinlein<sup>7</sup>, que deram maior notoriedade ao gênero. As histórias de todos esses escritores inspiraram muitos cientistas em suas criações e teorias.

Outro fato interessante sobre a ficção científica é sua antecipação precisa do futuro em alguns casos, o que levou muitos dos autores a serem chamados de *visionários* ou *profetas*, casos clássicos como os de Júlio Verne<sup>8</sup>, em seu livro *Da terra à lua*, de 1865, em que ele narra a história do lançamento de um foguete com uma riqueza de detalhes impressionante, quando ainda sequer o avião tinha sido inventado, ou como no livro *As fontes do paraíso*, de Arthur Clarck, de 1979, em que um engenheiro tenta construir um elevador que leve à órbita terrestre. São exemplos de que muito do que se acreditava ser ficção no passado hoje é tido como realidade ou como possível de ser realizado.

Isso mostra que muita pesquisa científico-bibliográfica foi desenvolvida para a construção dessas obras.

### **2.3.1 A ficção científica e o ensino**

Temos vários autores que já deram sua contribuição nesse campo. No Brasil, destacamos os trabalhos de Piassi e Pietrocola (2006), Piassi (2007) e Zanetic (2006) que trouxeram abordagens e discussões sobre o tema e apresentaram formas e sugestões de trabalho.

Para Ferreira, J. (2013), ainda que a relação entre Ciência e ficção tenha sido tema central de muitos trabalhos e, hoje, a ficção científica faça parte do repertório didático de muitos professores de Ciências, essa prática não tem rompido com a ideia de “atividade motivadora”, ou seja, a ficção científica tem se configurado como um meio de despertar o interesse dos estudantes ou de ampliar a ludicidade das aulas de Ciências.

Dentre as propostas de trabalho com a ficção científica, o uso de filmes

---

<sup>6</sup> Arthur Charles Clarke (1917-2008), mais conhecido como Arthur C. Clarke foi um escritor e inventor britânico radicado no Sri Lanka, autor de obras de divulgação científica e de ficção científica.

<sup>7</sup> Robert Anson Heinlein (1907-1988) foi um escritor de ficção científica norte-americano, engenheiro aeronáutico e oficial da Marinha.

<sup>8</sup> Jules Gabriel Verne (1828-1905), conhecido nos países de língua portuguesa como Júlio Verne, foi um escritor francês considerado por críticos literários o inventor do gênero ficção científica.

parece ser a mais próxima do cotidiano dos alunos. Jovens em idade escolar têm um apelo muito grande pela cultura pop, uma vez que é da natureza jovem estar "antenado" com as novidades. Assim como a música faz parte da vida de todos os jovens, o cinema também marca presença como cultura de entretenimento que gera moda, costumes, comportamentos e revela ídolos, principalmente de filmes mais recentes e voltados para o público adolescente em geral.

Ainda para Ferreira, J. (2013), o uso de filmes tem despertado o interesse em torno de fenômenos naturais, tornando-o uma "ferramenta" útil e versátil para se alcançar o *status* máximo de compreensão e aprendizado em relação a esta ciência. Ainda para o autor, sua aplicação na formação física permite não somente que o professor desenvolva novas metodologias em sala de aula, mas também que perceba o papel que a expressão artística tem no desencadeamento de questões.

Nessa linha, Xavier (2008) acredita que os filmes representam uma possibilidade de mudança no cotidiano escolar, marcado por desestímulo e fragilidades no processo de ensino-aprendizagem, sobretudo nas áreas de Matemática e Ciências, que incluem a Física.

Machado (2008), por seu turno, acredita que os filmes de ficção científica são os preferidos pelos jovens, por causarem impacto e despertarem a imaginação. Isto o levou a crer que esse gênero de filme é o preferido das crianças e adolescentes e que sua utilização no contexto educativo pode contribuir para despertar o interesse dos alunos.

Numa completação dessa ideia, Santos Neto e Franco (2010) acreditam que uma boa justificativa para se utilizar filmes de ficção científica em sala de aula é permitir que os alunos façam aflorar informações adquiridas por meio deste gênero. É a afirmação de que a atual sociedade está inserida na cultura midiática. Com efeito, os diferentes meios de comunicação fazem parte do cotidiano social, os quais, por sua vez, condicionam o imaginário das pessoas e até definem suas atitudes.

### **3 A UTILIZAÇÃO DO MATERIAL E A ABORDAGEM METODOLÓGICA**

Esta seção apresentará a metodologia da pesquisa, como também os procedimentos operacionais que o professor deverá utilizar na escolha dos materiais a serem utilizados na abordagem metodológica.

#### **3.1 Pesquisa em ensino**

Como o próprio nome sugere, os fenômenos de interesse da pesquisa em ensino estão, de alguma forma, relacionados ao ensino. No caso da Física, ao ensino desta disciplina. Mas, embora não haja necessariamente uma relação de causa e efeito entre ensino e aprendizagem, não faz sentido falar de ensino sem relacioná-lo com a aprendizagem.

De acordo com Moreira (2011), para saber se houve aprendizagem, é necessário avaliá-la e essa avaliação pode, a princípio, promover evidências não só do que foi aprendido, mas também sobre até que ponto o ensino foi responsável por este resultado. Além disso, também temos que levar em consideração outros elementos: O que ensinar? Como ensinar e onde estamos ensinando? Assim, conforme o pensamento do autor, podemos assumir, de uma forma bastante abrangente, que o fenômeno de interesse da pesquisa em ensino está relacionado ao ensino, à aprendizagem, à avaliação, ao currículo e ao contexto.

A pesquisa em ensino possui metodologias e bases conceituais para prosseguir e progredir; mas, ainda assim, há um problema sério a se resolver: seu distanciamento em relação à sala de aula. É paradoxal que a pesquisa em ensino seja muitas vezes conduzida em situações de sala de aula e, ao mesmo tempo, esteja distante da sala de aula. Ocorre que o pesquisador em ensino é, na maioria das vezes, externo à sala de aula. Mesmo o pesquisador interpretativo, participante, etnográfico --- embora imerso no ambiente estudado (no caso, a sala de aula) durante o período de coleta de dados --- é, a rigor, um observador externo (Moreira, 1998, p. 43).

É recorrente a preocupação de vários pesquisadores em torno de duas questões fundamentais: fazer os resultados de pesquisa em ensino chegarem ao professor e, ainda mais importante, fazer o professor assumir a posição de ator principal nos processos de pesquisa em ensino.

#### **3.2 A natureza da pesquisa**

Esta investigação insere-se no universo da pesquisa qualitativa, com interesse principal na análise de audiovisuais com reconhecido potencial para aproximações com o ensino de Física.

De acordo com Kripka, Scheller e Bonotto (2015), a pesquisa qualitativa privilegia a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação. Por outro lado, o investigador também tenta levar os sujeitos investigados a expressarem livremente as suas opiniões sobre determinados assuntos.

Para os autores citados, a investigação qualitativa em Educação assume muitas formas e é conduzida por múltiplos contextos de acordo com cinco características principais:

- (1) a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
- (2) ela é descritiva;
- (3) há um interesse maior pelo processo do que simplesmente pelos resultados, ou produtos;
- (4) há uma tendência em analisar os dados de forma indutiva;
- (5) o significado é de importância vital (Bodgan; Biklen, 1994, p.16).

Além dessas importantes características, a pesquisa qualitativa possui a vantagem da flexibilidade e de um caráter repetitivo durante o processo de investigação.

A flexibilidade das regras concernentes à realização do projeto é uma das particularidades da pesquisa qualitativa [...] apresenta um caráter repetitivo e retroativo: nele se encontra a simultaneidade da coleta dos dados, da análise (codificação e categorização, conceituação) e da elaboração do problema de pesquisa, que alguns denominam como modelo de adaptação contínua (Deslauriers; Kérist, 2008, p. 148).

Evidentemente que o caráter retroativo da pesquisa qualitativa também se aplica ao processo de revisão de literatura, que não se limitará aos momentos preliminares do estudo, mas estará presente em todo o processo, adequando-se, flexivelmente, aos vários momentos de construção e reconstrução do objeto.

Na pesquisa qualitativa, a revisão bibliográfica não se limita à etapa inicial, mas desempenha um papel importante ao longo de toda pesquisa. O pesquisador continuará, em função do movimento de seu objeto, e explorará este ou aquele caminho, para, ao mesmo tempo, delimitar categorias provisórias de análises e atribuir-se pistas de interpretação. A definição progressiva do objeto de pesquisa, bem como a simultaneidade da coleta dos dados e da análise, leva o pesquisador qualitativo a redigir, usualmente, a problemática de sua pesquisa no final. Assim sendo, a revisão bibliográfica evolui ao longo de toda pesquisa (Deslauriers; Kérist, 2008, p. 148).

Esta investigação também pode ser caracterizada como uma investigação pedagógica em que a pesquisa do professor sobre determinada temática pode contribuir para o desenvolvimento profissional de seus pares, bem como gerar importante conhecimento sobre os processos educativos, úteis para outros professores, para educadores acadêmicos e para a comunidade em geral.

### **3.3 Sobre a seleção e análise dos filmes**

A partir de um aprofundamento na revisão da literatura, serão estabelecidos alguns critérios básicos para a seleção dos filmes. Obviamente que um dos critérios básicos será a relevância, no que diz respeito ao ensino de Ciências, particularmente, o ensino de Física. Outros aspectos internos à própria disciplina podem ser considerados, tais como: relevância histórica, ênfase em experiências, abstrações matemáticas, implicações filosóficas etc.

Para proceder à análise de algumas das obras cinematográficas escolhidas, serão elaboradas fichas, no sentido de descrever e separar cada uma das cenas consideradas relevantes para o interesse da pesquisa (já existe este recurso nos próprios DVDs). Também serão elaborados alguns eixos analíticos que servirão de parâmetro para as referidas análises.

### **3.4 Sobre a utilização do material em sala de aula**

Como adverte Viana (2010), os filmes devem ser escolhidos pela articulação dos conteúdos e conceitos (a serem) trabalhados (ou já trabalhados) tendo-se em mente o conjunto de objetivos e metas a serem atingidos na disciplina. Por isso, certamente não serão encontrados filmes próprios para todos os conteúdos, tendo de haver conexão do conteúdo do filme a ser trabalhado com a disciplina lecionada. Algumas questões devem ser respondidas antes de o audiovisual ser apresentado para os alunos: Qual a linguagem? O nível em que as ideias são colocadas é adequado àquele grupo de sujeitos? Os exemplos apresentados são realmente significativos para aquele grupo de estudantes?

Vale ressaltar que, em um país com as dimensões do Brasil, nem sempre teremos homogeneidade suficiente para produzir um programa em São

Paulo que seja útil, ao mesmo tempo, no Acre e no Rio Grande do Sul. É a partir da resposta para estas questões que serão construídos e sugeridos alguns parâmetros que possam auxiliar o professor na utilização de um filme de ficção científica no contexto de suas aulas de física, respeitando a sequência curricular e a construção prévia do seu programa de ensino.

Baseados na revisão da literatura, encontramos justificativas suficientes para desenvolver um trabalho que venha a apresentar uma proposta de utilização de filmes de ficção científica durante aulas de Ciências, mais especificamente, de Física. Para utilizar um filme de ficção científica durante a aula de Física, o primeiro passo está em o professor fazer uma pesquisa minuciosa, por meio da qual ele selecionará filmes que abordem assuntos relacionados ao conteúdo a ser ministrado durante a aula.

Porém, os filmes mais populares (que são os mais interessantes de serem trabalhados, pois supõe-se que os alunos já os conheçam) estão enquadrados na categoria de “longa-metragem” que são filmes que possuem uma longa duração. Logo, utilizar o filme inteiro para trabalhar determinado assunto seria difícil, uma vez que muitos filmes duram bem mais que o tempo da aula. Então, como resolver este problema?

Uma proposta seria o uso de trechos desses filmes em que os elementos do conteúdo a ser ministrado estejam presentes. Assim, o professor poderá resumir o filme a uma ou algumas cenas que, na maioria dos casos, somadas podem chegar a apenas alguns minutos, o que lhe daria mais tempo para trabalhar acerca do conteúdo a ser ministrado.

## 4 RESULTADOS DA PESQUISA CINEMATOGRAFICA

Abaixo são apresentados alguns exemplos de filmes que apresentam cenas com potencial de serem utilizadas durante as aulas para ajudar a exemplificar e explicar conceitos da Física.

### 4.1 Dimensionando a energia nuclear em *Superman - O retorno* (2006)

Neste filme, o Superman volta à Terra depois de cinco anos passados no planeta Krypton, precisando reconquistar o amor de Lois Lane, e descobre que o novo plano de Lex Luthor pode ameaçar a vida de bilhões de pessoas. Lex, então, viaja à Fortaleza da Solidão, no Ártico, e rouba os cristais kryptonianos que lá se encontravam. De volta a Metrópolis, um experimento com um pequeno fragmento do cristal demonstra a periculosidade do material, que cresce até tornar-se imenso, após entrar em contato com água.

No filme *Superman – O retorno* (2006), uma sequência de duas cenas (nos intervalos dos minutos 00:28:15 – 00:29:30 e 00:31:10 – 00:32:30) mostra a utilização de uma fonte de energia que ilustra, de forma metafórica, como a *energia nuclear* é poderosa.

Um dos vilões demonstra a quantidade de energia que pode ser gerada a partir de uma pequena quantidade de material. Tal cena pode ser apresentada como ilustração da discrepância entre a produção de energia por meio nuclear e outras formas de geração de energia. Nesta mesma cena, no entanto, fica claro também o risco que é manipular tal energia. A perda de controle, acidentes ou falhas podem gerar grandes riscos ou serem até fatais tanto para quem trabalha diretamente com esta energia como para a população próxima de usinas de energia nuclear.

O que fica claro pela cena é que basta pouca quantidade de material nuclear para produzir uma grande quantidade de energia se comparada a outros combustíveis. O potencial energético do urânio ultrapassa as possibilidades do petróleo e de outros materiais fósseis. Aproximadamente meio quilo de urânio é capaz de fornecer tanta energia quanto 1.360 toneladas de carvão.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens da energia nuclear

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Fonte de energia limpa (não produz gases do efeito estufa)	Não é uma fonte renovável
Pode ser produzida de forma ininterrupta (não está sujeita a intempéries climáticas)	Geração de lixo nuclear
Tem um ótimo custo-benefício	Aumento de riscos de contaminação por radiação
Pouco material gera muita energia	Riscos de acidentes nucleares

Fonte: Disponível em: <<https://origoenergia.com.br/blog/energia/energia-nuclear-vantagens-e-desvantagens/#:~:text=Entre%20as%20vantagens%20da%20energia,termos%20de%20uso%20de%20recursos>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

#### 4.2 A gravidade e o princípio da ação e reação no espaço em *Gravidade* (2013)

Matt Kowalski (George Clooney) é um astronauta experiente que está em missão de conserto do telescópio Hubble juntamente com a doutora Ryan Stone (Sandra Bullock). Ambos são surpreendidos por uma chuva de destroços decorrente da destruição de um satélite por um míssil russo, que faz com que os astronautas sejam jogados no espaço sideral. Sem qualquer apoio da base terrestre da NASA, eles precisam encontrar um meio de sobreviver em meio a um ambiente completamente inóspito para a vida humana.

No filme *Gravidade* (2013), astronautas experimentam os efeitos da pouca influência gravitacional. Em uma cena (no intervalo dos minutos 00:02:00 – 00:04:00), o astronauta Matt utiliza um *jet pack*, espécie de mochila de propulsão que usa o princípio da ação e reação em seu funcionamento, para passear em torno do ônibus espacial. O princípio da ação e reação pode ser explicado e exemplificado utilizando esta cena.

A terceira lei de Newton, conhecida como lei da ação e reação, afirma que, para todas as forças de ação, surgem forças de reação com intensidades iguais, mas sentidos opostos. Percebemos, então, que todas as forças do sistema se formam e cancelam-se aos pares, ou seja, quando um corpo A exerce força sobre um corpo B, o corpo B apresenta uma resistência à aplicação dessa força por meio da reação, que atua sobre o corpo A. As forças de ação e reação possuem intensidades iguais, sentidos opostos e atuam em corpos diferentes. Essas forças produzem acelerações nos corpos A e B. No entanto, podemos considerar os corpos A e B como um único sistema de corpos. Veremos, então, que as forças de ação e reação se cancelam. É por esse motivo que dizemos que as forças de ação e reação são internas ao sistema.

Quando expressarmos matematicamente a terceira lei de Newton, dizemos que a força que um corpo A exerce sobre um corpo B ( $F_{A,B}$ ) é igual em intensidade à força que o corpo B exerce sobre o corpo A ( $F_{B,A}$ ); no entanto, como as duas forças atuam na mesma direção, mas em sentidos opostos, os seus sinais são opostos:

$$\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$$

Já em outro momento (no intervalo dos minutos 00:13:00 – 00:19:00), uma cena de flutuação no espaço ilustra os princípios da ação da gravidade nos corpos. Um questionamento interessante a respeito desta cena é se no espaço astronautas e objetos possuem peso.

O peso é uma grandeza que pode ser definida como a atração entre o planeta e qualquer objeto depositado sobre ele. Pela segunda lei de Newton, definimos matematicamente o produto da massa pela aceleração da gravidade.

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

No espaço e dentro dos veículos espaciais, os objetos ainda apresentam peso. A força peso desses objetos será determinada pelo produto de suas massas pelo valor da aceleração da força da gravidade no ponto onde eles estiverem.

O termo “gravidade zero” não significa a falta da ação da gravidade. Quando astronautas estão flutuando como se a força da gravidade não existisse, eles ainda estão sob a ação da atração gravitacional da Terra.

A velocidade de rotação de objetos como ônibus espaciais ou da estação espacial ISS (*International Space Station*) ao redor da terra faz com que astronautas sintam a sensação permanente de queda livre; por esse motivo, os objetos e os astronautas parecem flutuar. O nome dado a esse estado de aparente falta de gravidade é a “imponderabilidade”.

### **4.3 A transformação de energia em O menino que descobriu o vento (2019)**

O drama conta como os moradores de Malawi, um país sem saída para o mar, situado no sudeste da África, passam por um período intenso de chuva, o que os impossibilita de trabalhar na colheita, sua única fonte de alimentação e renda. Quando as tempestades acabam, a seca toma conta do local e piora a situação, levando pessoas a morrer de fome e sem a ajuda do governo. Além de todos os problemas políticos, a fome leva as famílias à ruína.

Sempre esforçando-se para adquirir conhecimentos diversificados, o jovem William Kamkwamba (Maxweel Simba), de Malawi, se cansa de assistir a todos os colegas de seu vilarejo passando por dificuldades e começa a desenvolver uma inovadora turbina de vento. Inspirado por um livro de Ciências, o garoto constrói uma turbina eólica para salvar seu vilarejo da fome. Baseado em uma história real.

No filme *O menino que descobriu o vento* (2019), um jovem busca gerar energia elétrica para sua comunidade. Ele usa seu conhecimento de Física para desenvolver um gerador que transforme energia eólica em energia elétrica. Em uma cena do filme (no intervalo dos minutos 01:37:00 – 01:41:00), com a construção do gerador eólico, os conceitos de geração de energia elétrica e *transformações de energia* podem ser potencialmente trabalhados.

Primeiramente, precisamos entender que o processo de transformação de energia é contínuo na natureza. A todo momento, a energia transita de uma forma para outra sem ser criada ou destruída, apenas transformada.

No que diz respeito à energia eólica, tomaremos como princípio da cadeia de transformações de energia o vento, elemento “inicial” do processo de geração de energia eólica. Como o vento é formado?

A princípio, a radiação solar incide na superfície da Terra; porém, não o

faz igualmente em toda a superfície. Há zonas que se aquecem mais do que outras. Nessas zonas, o ar menos denso tende a subir, gerando áreas de baixas pressões. Nas zonas mais frias, o ar mais denso desce, criando áreas de altas pressões. A diferença de pressões causada pela variação térmica faz com que o ar se mova, produzindo o vento, um elemento poderoso que pode ser utilizado para gerar energia eólica.

A partir da força do vento, por meio de um aerogerador, a energia cinética das correntes de ar é transformada em energia elétrica. As transformações acontecem desde o processo de extração, realizado principalmente graças ao rotor, que transforma a energia cinética em energia mecânica e ao gerador, que transforma a dita energia mecânica em elétrica. Os aerogeradores são orientados na direção do vento. A partir daí, a força das correntes de ar fará funcionar as três principais partes do aerogerador:

- **O rotor:** composto por três pás e o cubo que as une; sua função é captar a força do vento e convertê-la em energia mecânica de rotação.
- **A caixa multiplicadora:** unida ao motor por um eixo, sua função é elevar a velocidade de giro de 30 rotações por minuto (rpm) a 1500 rpm.
- **O gerador:** este elemento é o responsável por converter a energia mecânica de rotação em energia elétrica.

Figura 1 - Principais componentes do aerogerador



Fonte: Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/conhe%C3%A7a-os-componentes-de-um-aerogerador-max-marduque>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

Os aerogeradores de um parque eólico estão unidos entre si por cabos subterrâneos, que levam a energia elétrica até uma subestação de

transformação. A energia, agora elétrica, é transportada para as residências, fábricas ou escolas.

Quadro 2 – Transformações no processo eólico

Variação térmica → Vento → energia cinética → energia mecânica → energia elétrica

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

#### 4.4 Antimatéria, a fonte de energia do futuro em *Anjos e demônios* (2009)

Depois de um bizarro homicídio no CERN (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear), na Suíça, Robert Langdon (Tom Hanks) é chamado para investigar um desaparecimento meticulosamente planejado de uma substância perigosa conhecida como antimatéria. Além disso, um emblema *Illuminati*<sup>9</sup> queimado sobre o cientista morto reaviva a hipótese dessa sociedade secreta ainda existir, lançando Langdon numa procura das respostas das questões levantadas pelos recentes acontecimentos.

No filme *Anjos e demônios* (2013), a fonte de energia em questão é a *antimatéria*. Em uma cena (no intervalo dos minutos 00:04:00 – 00:07:42), é mostrado o que é antimatéria, como funciona, além de uma demonstração de como pode ser obtida com o acelerador de partículas LHC (*Large Hadron Collider*), as dificuldades de sua obtenção e armazenamento e o quão poderosa essa fonte de energia é.

A história da antimatéria tem início em 1928. Um físico britânico chamado Paul Andrien M. Dirac revisou a equação proposta por Einstein da equivalência entre massa e energia e propôs que as partículas podem ter valores negativos de energia.

Em 1932, Carl Anderson detectou a presença de elétrons positivos durante um experimento com raios cósmicos, ou seja, o *antielétron*. O antielétron detectado foi chamado de *pósitron*. Ele possui as mesmas

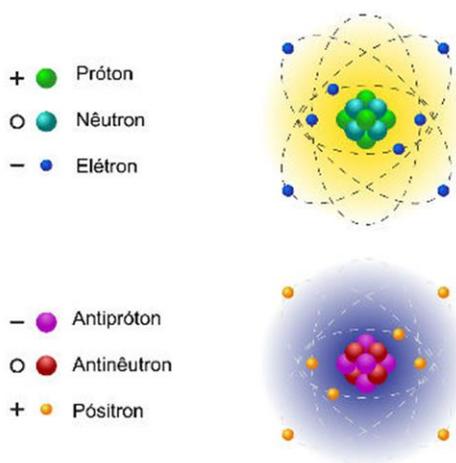
<sup>9</sup> “Os iluminados”, sociedade secreta criada na Baviera em 1776 por um homem chamado Adam Weishaupt. COUTO, Sérgio Pereira. Sociedades Secretas Illuminati. São Paulo: Universo dos Livros, 2009.

características físicas do elétron; porém, apresenta carga elétrica de sinal positivo.

Em 1955, por meio de um acelerador de partículas, cientistas detectaram o *antipróton*. Desde então, os estudos relacionados à antimatéria vêm revelando antipartículas de nêutrons, quarks, léptons etc.

Fisicamente, a antimatéria é o inverso da matéria. As partículas elementares que conhecemos possuem uma partícula oposta com exatamente as mesmas características, exceto a carga elétrica, que é inversa.

Figura 2 – Partículas de antimatéria



Fonte: Disponível em: <<https://museuweg.net/blog/antimateria-historia-e-curiosidades/>>.  
Acesso em: 10 dez. 2023.

A antimatéria que conhecemos é produzida em aceleradores de partículas como LHC. Os átomos são acelerados a altíssimas velocidades e dentro dos tubos dos aceleradores de partículas, as colisões causadas dos átomos uns com os outros produzem as *antipartículas*. As antipartículas resultam dessas colisões e são separadas pela ação de campos magnéticos. A cada 10.000 colisões de prótons, um antipróton é gerado. Isto torna a produção de antimatéria cara na relação custo-benefício.

Figura 3 - LHC (Large Hadron Collider)



Fonte: Disponível em: <<https://museuweg.net/blog/antimatéria-historia-e-curiosidades/>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

Por esses números, constatamos a dificuldade de produzir e analisar a antimatéria, uma vez que, no encontro da matéria com a antimatéria, sempre ocorre aniquilação, ou seja, uma destrói a outra, gerando uma grande quantidade de energia.

Estudos ainda iniciais analisam a possibilidade de utilizarmos a antimatéria como fonte de energia. A título de ilustração, 10 quilos de antimatéria podem gerar a energia correspondente a seis anos de pleno funcionamento da Usina de Itaipu. A aniquilação de um grama de antimatéria com um grama de matéria resultaria na liberação de 50 GWh de energia. Essa quantidade de energia seria suficiente para manter uma lâmpada de 100 W acesa por mais de 57 mil anos.

O processo de aniquilação é o único processo que converte 100% da massa de uma partícula em energia, lembrando da famosa equação de Einstein:

$$E=mc^2$$

A aplicação mais visada seria para a exploração espacial, já que um dos principais problemas no lançamento de foguetes ao espaço é o combustível necessário para sair da atmosfera da Terra. A melhoria da eficiência na produção de antimatéria, o barateamento do processo e o desenvolvimento de novas tecnologias de armazenamento serão os desafios dos cientistas para tornar a antimatéria uma fonte de energia viável.

#### **4.5 Trabalhando o conceito de entropia em Tenet (2020)**

Um agente da CIA conhecido como O Protagonista (John David Washington) é recrutado por uma organização misteriosa, chamada Tenet, para participar de uma missão de escala global. A organização precisa impedir que Andrei Sator (Kenneth Branagh), um renegado oligarca russo com meios de se comunicar com o futuro, inicie a Terceira Guerra Mundial.

A organização está de posse de uma arma de fogo que consegue fazer o tempo correr ao contrário, acreditando que o objeto veio do futuro. Com essa habilidade em mãos, O Protagonista precisará usá-la como forma de se opor à ameaça que está por vir, impedindo que os planos de Sator se concretizem.

No filme *Tenet* (2020), as leis da termodinâmica podem ser abordadas. Em uma cena (no intervalo dos minutos 02:04:00 – 02:06:00), acontecem explosões “reversas”. No universo do filme, o conceito de entropia é subvertido; os acontecimentos e fenômenos físicos ocorrem no sentido contrário de tempo. O conceito de *entropia* pode ser apresentado e discutido a partir destes momentos em que os fenômenos regridem no tempo.

A entropia é um conceito da termodinâmica que pode ser aplicado às mais diversas áreas do conhecimento. Basicamente, dizemos que ela se refere ao grau de desorganização e número de variáveis possíveis em um determinado sistema. Na Física, entropia é uma grandeza que mede o grau de liberdade molecular de um sistema, associado ao número de configurações possíveis com as partículas que ele possui. Além disso, a entropia ocorre espontaneamente e de forma irreversível. Exemplos como “desmastigar” uma fruta, “desquebar” um vaso, “desesplodir” uma bomba são sempre usados para ilustrar como a entropia ocorre sempre no mesmo sentido temporal.

A entropia apresenta dois estados no que diz respeito ao grau de desordem de seus sistemas: a *entropia positiva* e a *entropia negativa*. Na primeira, o grau de desordem tende a aumentar sucessivamente, ou seja, o sistema exibe um grau cada vez maior de desorganização. Um exemplo dado é uma casa sendo consumida em chamas. A cada segundo que passa, aquele sistema vai experimentando mais desorganização. E existe também a *entropia negativa*, observada quando alguma interferência externa afeta o estado natural da entropia do sistema, fazendo com que o processo entrópico seja retardado. Como exemplo, temos uma casa sendo reformada. Interferências externas ao sistema retardam o grau de desorganização.

#### 4.6 A radioatividade e as contribuições de Marie Curie em *Radioactive* (2019)

Devota da Ciência, Marie (Rosamund Pike) sempre enfrentou dificuldades em conseguir apoio para suas experiências devido ao fato de ser uma mulher. Ao conhecer Pierre Curie (Sam Riley), ela logo se surpreende pelo fato de ele conhecer seu trabalho, o que a deixa lisonjeada. Logo os dois estão trabalhando juntos e, posteriormente, iniciam um relacionamento que resultou em duas filhas. Juntos, Marie e Pierre descobrem dois novos elementos químicos, rádio e polônio, que dão início ao uso da radioatividade.

*Radioactive* (2019) é um filme biográfico sobre a vida de Marie Curie. Em uma cena (no intervalo dos minutos 00:18:00 – 00:19:50), é mostrado o desenvolvimento do conceito de *radioatividade* tanto do ponto de vista histórico como experimental. O filme trata, dentre outras questões da descoberta dos elementos rádio e polônio, seus benefícios e malefícios e o impacto da radioatividade na vida das pessoas.

A radioatividade foi descoberta em 1896 por Henri Becquerel, ao investigar a fosforescência natural das substâncias. Entendemos por radioatividade a liberação de uma energia invisível chamada de radiação ionizante. Essa energia é capaz de atravessar o ar, as paredes, nossos corpos, neste último caso, pode causar danos à saúde, em virtude de alterações fisiológicas provocadas na nossa estrutura molecular. Essa energia parte de materiais classificados como radioativos. Existem na natureza cerca de 28 elementos radioativos naturais dispersos em todos os meios. A maioria desses elementos radioativos naturais está dispersa no solo, associada aos elementos urânio ou ao tório.

Podemos criar artificialmente a radioatividade, como no exemplo do *Raio X*, que utilizamos há muito tempo para tratamentos médicos além de outras aplicações em diversas áreas. Elementos radioativos vêm contribuindo para a melhoria da vida das pessoas e para o avanço da Ciência e das tecnologias. Esses elementos são utilizados para diagnosticar e tratar doenças, para combater pragas na agricultura, conservar alimentos, analisar estruturas de engenharia, recuperar obras de arte e esterilizar uma série de produtos.

Quadro 3 - Partículas radioativas

Nome	Símbolo	Carga elétrica	Natureza	Poder de penetração
Alfa	$\alpha$	+2	Formada por dois prótons e dois nêutrons.	pequeno
Beta	$\beta$	-1	Elétron produzido em transformações nucleares.	médio
Gama	$\gamma$	0	Radiação eletromagnética.	alto

Fonte: Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/radioatividade/>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

A radioatividade das partículas alfa, beta e das ondas gama<sup>10</sup> são as mais comuns. O tipo de radiação determina o poder de penetração na matéria, que é, respectivamente, baixo, médio e alto. **As emissões alfa** são partículas pesadas, de carga positiva, que possuem carga elétrica +2 e massa igual a 4. Possui pequeno poder de penetração, e por isso a sua radioatividade pode ser impedida por uma folha de papel. Já **as emissões beta** são partículas leves, de carga negativa e que não contêm massa. Possuem poder de penetração superior à radioatividade alfa, podendo penetrar uma folha de papel, mas não uma placa de metal.

**As emissões gama, por sua vez,** são ondas eletromagnéticas de altíssima frequência e que não possuem massa e carga elétrica. Sua capacidade de penetração é superior aos raios-X e faz com que a sua radioatividade passe tanto pelo papel como pelo metal, sendo mais penetrante que os outros dois tipos devido ao seu comprimento de onda ser bem menor, podendo facilmente atravessar todo o nosso organismo. À medida que a radiação é emitida, o átomo se desintegra, o que resulta na sua transformação, pois é o número atômico que determina o elemento químico. O tempo que essa desintegração do elemento leva para reduzir a sua massa pela metade é chamado de meia-vida ou período de semidesintegração.

O casal Pierre e Marie Curie dedicou-se ao estudo das emissões radioativas e constatou que essa era uma propriedade de determinados elementos químicos. Inclusive, durante essas pesquisas, eles descobriram dois

<sup>10</sup> Em 1898, Ernest Rutherford descobriu as emissões radioativas alfa e beta. Um terceiro tipo de radioatividade, a emissão gama, foi descoberta em 1900, pelo químico e físico francês Paul Ulrich Villard.

novos elementos radioativos: *rádio* e *polônio*. Em 20 de abril de 1902, em suas pesquisas, o casal Curie conseguiu isolar sais de rádio radioativo do mineral *pechblenda* em seu laboratório em Paris. Isto os levou, em 1898, a descobrir a existência dos elementos rádio e polônio por conta desta pesquisa. Um ano após terem isolado o rádio, dividiram o prêmio Nobel de Física de 1903 com o cientista francês Henri Becquerel por suas investigações pioneiras sobre a radioatividade.

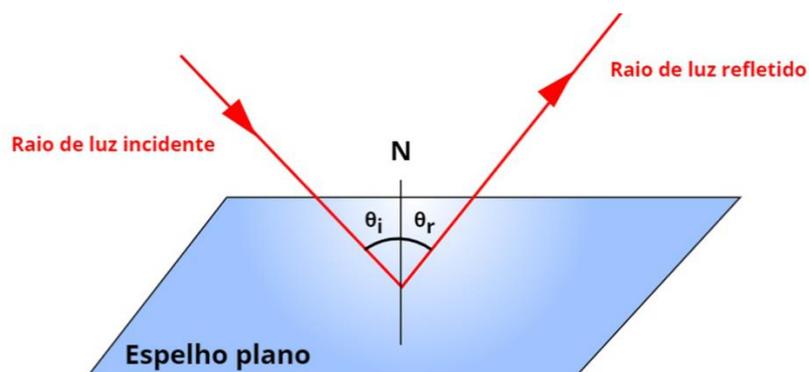
#### **4.7 A propagação retilínea da luz no espelho plano em Truque de mestre (2013)**

Um grupo de ilusionistas encanta o público com suas mágicas e também rouba bancos em outro continente, distribuindo a quantia para os próprios espectadores. O agente do FBI Dylan Hobbs está determinado a capturá-los e conta com a ajuda de Alma Vargas, uma detetive da Interpol, e também de Thaddeus Bradley, um veterano desmistificador de mágicos que insiste que os assaltos são realizados a partir de disfarces e jogos envolvendo vídeos.

O filme *Truque de mestre* (2013) apresenta uma sequência de cenas (nos intervalos dos minutos 00:49:00 – 00:50:50 e 01:34:19 – 01:35:37) em que um grande espelho é utilizado para ocultar um objeto. Tal cena pode ser utilizada em aulas de *óptica geométrica* para ilustrar conceitos como *reflexão de espelhos planos* e *propagação retilínea da luz*. A explicação do truque e uma construção experimental pode ser feita a fim de exemplificar o conceito.

Espelhos planos são superfícies planas, polidas e sem curvatura, capazes de promover a reflexão regular da luz. Quando os raios de luz são refletidos por espelhos planos, o ângulo dos raios refletidos é igual ao ângulo dos raios incidente. Além disso, os raios incidentes e refletidos encontram-se no mesmo plano. **Ocorre a formação de imagens** nos espelhos planos quando os **prolongamentos** dos raios de luz refletidos cruzam-se “atrás” do espelho, em uma distância igual àquela em que o objeto da imagem se encontra e com ele.

Figura 4 - Reflexão em espelho plano



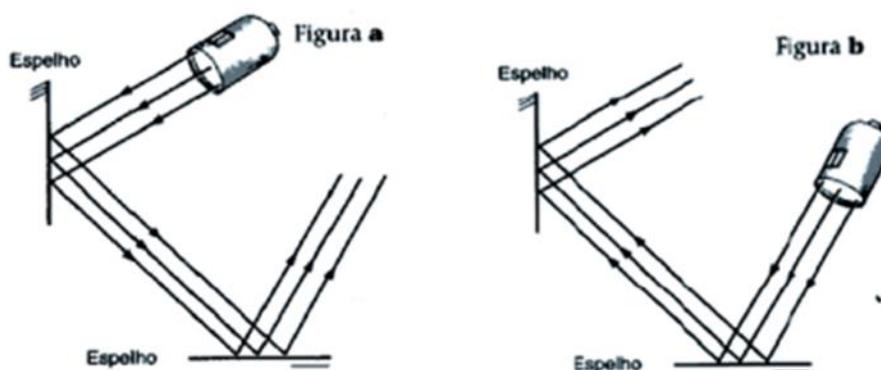
Fonte: Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/espelhos-planos.htm#:~:text=Espelhos%20planos%20s%C3%A3o%20superf%C3%ADcies%20planas,e ncontram%2Dse%20no%20mesmo%20plano>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

Para que vejamos nosso reflexo, os ângulos de incidência  $\theta_i$  e reflexão  $\theta_r$  devem ser iguais.

Imagens formadas nos espelhos planos são chamadas de **imagens virtuais**. Sua principal característica é a formação pelo **cruzamento de prolongamentos dos raios de luz**. Portanto, as imagens são formadas atrás do espelho. **São sempre diretas**, ou seja, apresentam a **mesma orientação vertical** que os seus objetos. Além disso, por serem virtuais, **não podem ser projetadas** sobre algum anteparo, diferentemente das imagens reais, que podem ser projetadas.

Nos meios transparentes, homogêneos e isótropos, a luz se propaga em linha reta. Este princípio é conhecido como *propagação retilínea da luz*. Um grande exemplo para este princípio acontece quando raios de luz solar penetram através da janela de uma sala. A forma reta do fecho de luz nos permite distinguir bem este princípio. Ainda resultado do referido princípio, vemos a característica de *reversibilidade dos raios luminosos*, ou seja, o raio luminoso, refletido por um espelho plano, percorrerá o caminho do ponto A até o ponto B, que será exatamente o mesmo caminho do ponto B até o ponto A.

Figura 5 – Princípio da reversibilidade dos raios luminosos



Fonte: Disponível em: <<https://www.proenem.com.br/enem/fisica/principios-da-optica-reflexao-e-espelhos-planos/>>. Acesso em: 10 dez. 2023.

Tais princípios, aplicados ao truque apresentado na cena do filme, fazem a mágica acontecer, tornando o coelho oculto atrás do espelho invisível aos olhos do espectador.

#### 4.8 A disputa da eficiência energética, corrente contínua ou alternada em Batalha das correntes (2017).

Ambientado no final do século XIX, o filme trata da Guerra das Correntes, que foi uma disputa entre Thomas Edison (Benedict Cumberbatch) e George Westinghouse (Michael Shannon) sobre como deveria ser feita a distribuição da eletricidade. Edison fez uma campanha pela utilização da corrente contínua para isso, enquanto Westinghouse defendia a corrente alternada.

O episódio real que deu origem a esse filme se deu durante as últimas décadas do século XIX e discutia, em termos bastante leigos, qual seria a melhor forma de tornar popular a energia elétrica: se pela corrente contínua, defendida por Thomas Edison, ou através da corrente alternada, como propagavam George Westinghouse e Nikola Tesla. Basicamente, o primeiro dizia que a segunda opção apresentava pouca segurança no seu manejo, podendo, inclusive, causar mortes, enquanto aqueles últimos defendiam a economia da prática que empregavam.

O filme **Batalha das correntes (2017)** mostra a rivalidade e disputa entre Nikola Tesla e Thomas Edison pelo desenvolvimento e utilização da forma de transmissão de energia elétrica mais segura e eficiente.

Na cena no intervalo dos minutos 00:23:00 – 00:24:00, uma explanação

sobre as vantagens da corrente alternada para grandes escalas é apresentada. Esta explanação serve de guia para a discussão de conceitos como geração de energia elétrica, *correntes contínua e alternada*, condutores e grandezas envolvendo eletricidade.

O principal questionamento que o filme traz é: qual é a diferença entre corrente elétrica contínua e alternada e qual seria mais eficiente e vantajosa?

A diferença básica entre a corrente elétrica contínua e a alternada é que, enquanto na corrente contínua (**CC**) os elétrons movem-se em um único sentido, a corrente alternada (**CA**) possui elétrons que variam sua direção constantemente.

Ao estudarmos os conceitos sobre corrente elétrica, vimos que a corrente elétrica nos metais é compreendida como o movimento ordenado dos elétrons livres, sobreposto ao movimento desordenado, por causa da ação de um campo elétrico criado por uma fonte externa sobre eles. Foi determinado, por convenção, que o campo elétrico e a corrente elétrica (**i**) possuem o mesmo sentido. Entendemos também que a corrente elétrica (**i**) em um condutor é definida como a razão entre a quantidade de carga (**Q**) que atravessa uma secção transversal do fio, e o intervalo de tempo correspondente, ou seja,

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

Onde **i** é a corrente elétrica, **Q** é a carga elétrica e **Δt** é o intervalo de tempo.

Dos diversos tipos de aparelhos que são encontrados em nossas residências, muitos deles só funcionam quando ligados à energia elétrica. Mas a corrente que utilizamos é contínua ou alternada? De forma simples vamos entender qual tipo de corrente (contínua ou alternada) usamos nos aparelhos eletrodomésticos de nossas casas.

Quando um aparelho elétrico está ligado a uma fonte como pilha ou bateria, a polaridade em seus terminais é sempre fixa, ou seja, o campo elétrico tem um sentido constante na fiação do aparelho que está em funcionamento ligado a esse tipo de fonte. Dizemos, então, que o movimento dos elétrons livres no fio do aparelho se dá sempre no mesmo sentido. Isto é o

que conhecemos como *corrente contínua*.

Já outros aparelhos, como ventiladores, chuveiros elétricos, geladeiras e outros, são alimentados por fontes como geradores de usinas que alternam constantemente sua polaridade. É por esse motivo que o sentido do campo na fiação da residência em que um aparelho elétrico esteja funcionando ligado a uma tomada de 110 V ou 220 V também se alterna. Conseqüentemente, o movimento extra dos elétrons livres é ora para um lado, ora para outro. Esta alternância é o que conhecemos como *corrente alternada*.

Quadro 4 – Comparativo entre as correntes (vantagens)

Vantagens da corrente contínua	Vantagens da corrente alternada
Maior eficiência em circuitos de <b>baixa tensão</b> .	Possibilidade de <b>abaixar</b> ou <b>umentar</b> facilmente sua <b>tensão elétrica</b> por meio dos transformadores
Maior eficiência em armazenamento de energia em baterias.	É mais econômica para a transmissão de alta potência.
Menos riscos de “choques”	Mais eficiente em transmissões de longa distância.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Após um longo embate histórico entre figuras importantes, como **Thomas Edison**, **George Westinghouse** e **Nikola Tesla**, ficou provado que o uso da corrente alternada para a distribuição de energia elétrica por longas distâncias é economicamente mais viável, pois reduz a dissipação de energia em decorrência do efeito Joule<sup>11</sup>.

Abaixo temos um quadro ilustrativo com os exemplos utilizados neste trabalho. Cada professor terá a liberdade de escolher quais assuntos tratará com a utilização dos filmes, podendo utilizar outros títulos de filmes com as mesmas referências.

O professor pode ainda montar todo o conteúdo programático de uma

<sup>11</sup> Trata-se de um fenômeno físico no qual a passagem de corrente elétrica através de algum condutor resulta em seu aquecimento.

unidade ou até de todo ano letivo baseado nesta abordagem de uso de filmes.

Quadro 5 – Trecho e cada filme com indicação do conteúdo a ser abordado

<b>Filme</b>	<b>Ano</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Cena (min)</b>
<b>Superman - O retorno</b>	2006	Energia nuclear	00:28:15 – 00:29:30 / 00:31:10 – 00:32:30
<b>Gravidade</b>	2013	Gravitação e Leis de Newton	00:02:00 – 00:04:00 / 00:13:00 – 00:19:00
<b>O menino que descobriu o vento</b>	2019	Transformações de energia e energia eólica	01:37:00 – 01:41:00
<b>Anjos e demônios</b>	2009	Fontes de energia e Antimatéria	00:04:00 – 00:07:42
<b>Tenet</b>	2020	Termodinâmica e entropia	02:04:00 – 02:06:00
<b>Radioactive</b>	2019	Radioatividade	00:18:00 – 00:19:50
<b>Batalha das correntes</b>	2017	Energia elétrica	00:23:00 – 00:24:00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

## **5 APLICAÇÕES DA METODOLOGIA**

Com esse tipo de abordagem, surgem várias sugestões de como trabalhar com esses trechos de filmes, e em que momentos específicos da aula, conforme elencadas a seguir:

### **5.1 Situação-problema**

Uma das sugestões seria a de o professor apresentar o trecho do filme logo no início da aula, enquanto situação-problema, lançando vários questionamentos sobre o trecho exibido. A partir disso, o professor poderá avaliar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre aquele assunto apresentado na cena. Respondidos os questionamentos ou não, o professor poderá respondê-los durante a aula.

Na aula sobre gravitação, por exemplo, o professor pode apresentar uma cena do filme *Apollo 18 – A missão proibida* (2011) em que astronautas caminham sobre a lua, e fazer alguns questionamentos, para que os alunos reflitam: Por que os passos dos astronautas parecem em câmera lenta? Por que mesmo de dia o céu está negro? Por que eles precisam daquela roupa tão esquisita?

### **5.2 Final da explicação de algum conteúdo como exemplo**

O professor também poderá utilizar os trechos no final da explicação de algum conteúdo como forma de exemplo ou aplicação desses conteúdos ministrados. Uma vez desenvolvida a explicação, seria apresentado o trecho do filme, para que os alunos tivessem um exemplo prático da aplicação daquele conteúdo.

Exemplo disso seria na aula sobre as leis de Newton, em que, para exemplificar a explicação da terceira lei de Newton, o professor poderia mostrar um trecho de um filme com o lançamento de um foguete.

### **5.3 Final da aula como preparação**

Uma outra forma de usar os trechos de filmes seria no final da aula; porém, com a cena apresentando o assunto da aula seguinte, para que os

alunos pudessem mostrar seu nível de conhecimento sobre aquele tema. Isso ajudaria o professor a ter um auxílio na construção da próxima aula.

Na aula sobre hidrostática, por exemplo, o professor poderá mostrar no final de sua aula anterior uma cena em que um submarino submerja e emerja da água e, assim, avaliar se os alunos já possuem algum conhecimento prévio a respeito daquele conteúdo e planejar melhor sua próxima aula.

#### **5.4 Como forma de avaliação, aproveitando inclusive os erros**

Como nem só de coerência vive a ficção científica, uma característica marcante desse gênero é a despreocupação com a obediência às leis da Física, o que faz com que vários filmes sejam montados com base em situações hipotéticas que contrariam totalmente essas leis.

Este fato pode ser utilizado pelo professor para chamar a atenção dos alunos para os fenômenos presentes na cena, tendo mostrado um trecho em que a cena apresenta um fenômeno no qual as leis da física são “quebradas”. Desse modo, caberia ao aluno tentar identificar o fenômeno ou princípio físico que foi contrariado.

Outra opção seria o professor apresentar dois trechos em que o mesmo fenômeno estaria sendo mostrado; porém, um trecho “correto”, ou seja, em que as leis da Física foram respeitadas e outro “errado”, em que essas leis seriam violadas. Diante dessas circunstâncias, os alunos teriam que identificar a cena correta e o porquê.

Esta atividade poderia ser usada como proposta de avaliação, na qual o professor disporia das respostas que indicariam o grau de entendimento de cada aluno, pois, ao desenvolverem a explicação, os alunos estariam mostrando que, além de terem introjetado o conteúdo, também foram capazes ou não de identificá-lo em uma situação contextualizada e ainda diferenciando o certo do errado.

Exemplo disto seria na aula sobre o som. Após o conteúdo ser ministrado, o professor apresentaria duas cenas em que ambas apresentassem exemplos de explosões no espaço. Na primeira, apresentar-se-ia uma situação em que uma nave espacial explode no espaço, gerando um grande barulho para as naves vizinhas ou mesmo para o espectador. Já na segunda cena,

também seria apresentada uma explosão no espaço; porém, inaudível. Com essas duas cenas, o professor poderá utilizar os trechos como forma de avaliar os alunos e questioná-los a respeito de qual cena estaria fisicamente correta e por quê.

### 5.5 Durante toda a aula

Para apresentar os trechos de filmes durante toda a aula, seria interessante que o professor a dividisse em tópicos, ilustrando cada um deles com um trecho de filme, cabendo ao professor decidir o momento mais adequado para a apresentação do trecho em questão e a forma como ele seria intercalado entre os conteúdos. Isto poderá variar de acordo com o nível ou aceitação da turma.

Essa forma seria uma aplicação de todos os itens anteriores, o que exigiria do professor maior empenho na elaboração da aula, pois seria necessária uma análise cuidadosa de cada trecho, para que um não viesse a eventualmente comprometer a sequência da aula.

Com essas sugestões, o professor poderá trabalhar conhecimentos prévios, problematizações, exemplos, avaliações etc.

Quanto ao cronograma de atividades, o professor poderá também, se achar interessante, montar uma proposta de plano de curso incluindo esta nova abordagem para ser utilizada durante um bimestre, um semestre ou até todo o ano letivo.

Essa abordagem metodológica configura uma proposta que tem potencial para fornecer ao professor um caminho para uma pesquisa pedagógica, a depender da pesquisa em que o professor queira desenvolver essa proposta, poderá ser trabalhada até pelo período de alguns **anos consecutivos**. Isto dará ao professor uma grande quantidade de dados que possibilitarão uma boa estimativa da aplicabilidade dessa metodologia para os próximos anos. Através desses resultados, o professor poderá constatar ou não se o uso dos filmes como recurso didático configuraria para ele um novo suporte pedagógico e ele teria em suas mãos uma boa ferramenta de trabalho, para poder desenvolver uma melhor interação dos alunos com as aulas de Ciências, como também a possibilidade de uma melhor assimilação de

conceitos, levando, assim, a um melhor aprendizado.

Esse tipo de abordagem pode ser aplicado desde o Ensino Fundamental para trabalhar os conceitos básicos das Ciências até o Ensino Médio para trabalhar os conceitos mais formais.

Seria uma alternativa para o professor tornar a aula mais dinâmica, pois a apresentação dos trechos de filmes estaria intimamente ligada à participação dos alunos durante a aula, já que os questionamentos referentes aos trechos do filme terão que ser feitos aos alunos e, dependendo de seus conhecimentos, respondidos ou não.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto que a utilização de filmes como um todo em sala de aula representa um potencial enorme em termos de abordagem metodológica, a utilização de cenas específicas para ilustrar temas a serem abordados é capaz de trazer tanto o elemento curiosidade quanto o ganho de tempo, essencial em aulas cada vez mais dinâmicas.

Utilizar elementos das artes visuais ajuda a aproximar os alunos das temáticas científicas mais densas com um toque de leveza, presente em um meio que é tão comum em seu cotidiano. O cinema faz parte da vida do jovem e explorar do ponto de vista educacional esse aspecto pode trazer bons resultados.

### 6.1 Potencialidades

Como potencialidades, podemos expandir tal abordagem para uma dimensão de ampliação na aplicação dentro do currículo, elaborando materiais de apoio para cada unidade temática ou até mesmo para todo o ano letivo. Isto se dará através da criação de um catálogo de filmes úteis, que compartilhe o padrão de cena desejado e que dialogue com o conteúdo das aulas de Física. Tal catálogo poderá ser atualizado à medida que novos lançamentos forem surgindo, dando preferência sempre aos filmes mais novos por estarem “frescos” na mente dos alunos.

Outro ponto importante é a possibilidade de utilização dessa abordagem metodológica por outras disciplinas de Ciências, com o professor de cada disciplina aplicando o mesmo *modus operandi* com a adequação da escolha dos materiais de acordo como o eixo temático de sua disciplina. Inúmeros filmes de ficção científica trabalham com os mais diversos temas científicos. Um mesmo filme pode ser utilizado por diferentes professores, cada um dentro da sua realidade. Até aulas transdisciplinares podem ser organizadas por professores de diferentes disciplinas científicas em trabalhos conjuntos. Também há espaço para a possibilidade de uso de outros elementos audiovisuais, como episódios de seriados, desenhos animados, videoclipes musicais, animações, entre outros. O professor poderá adequar a

escolha da matriz audiovisual pela própria escolha da turma, por afinidade dos alunos ou por identificar em determinada matriz o potencial de material que possa ser utilizado.

## **6.2 Limitações**

Como limitações, podemos apontar o próprio desafio que é para o professor tentar qualquer nova abordagem metodológica. A formação acadêmica do professor, que muitas vezes não traz em seu currículo disciplinas de instrumentalização metodológica, já representa a primeira barreira. Carente de preparo para tentar ideias novas, o professor terá de procurar ser autodidata e praticamente criar, por iniciativa própria, qualquer tipo de modelo de aula que fuja do método tradicional.

Outro ponto importante é a incerteza gerada pela possibilidade de resistência dos alunos. Para os alunos, novas abordagens podem ser uma faca de dois gumes, podem tanto gerar uma expectativa positiva, pela novidade da abordagem da aula; quanto uma expectativa negativa, pela mudança de rumo da aula, tirando os alunos da sua zona de conforto. Aulas dinâmicas, que procuram fugir do modelo tradicional, podem suscitar nos alunos questionamentos sobre se tais aulas serão capazes de cumprir com a missão de transmitir o conteúdo de forma eficiente. O professor terá de lidar com esse e com outros questionamentos sempre que buscar uma forma diferente de ministrar o conteúdo.

O fator tempo também aparece como limitação, e em duas frentes temporais. A primeira sobre o tempo necessário para pensar, planejar, elaborar e organizar o material que será utilizado na aula, já que tal abordagem necessitaria de uma ampla pesquisa, que em grande parte será realizada principalmente fora do horário de trabalho. A segunda frente temporal diz respeito ao tempo já reduzido de aulas que o professor dispõe durante a semana. Entre metas de cumprimento de ementa, de apresentação de conteúdos, provas, atividades, o professor precisará ser um bom administrador de tempo para encaixar e aplicar qualquer tipo de metodologia diferenciada nas aulas.

Por fim, há o desafio de equilibrar o currículo, ter a sensibilidade de saber qual o momento mais adequado para sugerir e aplicar esta ou qualquer abordagem metodológica que saia do lugar comum, entender e adequar a necessidade de cada turma e reconhecer, ser for o caso, que em algumas situações abordagens metodológicas diferenciadas precisam de turmas amadurecidas, o que nem sempre é possível.

## **7 CONCLUSÃO**

Professores estão sempre buscando formas diferentes e dinâmicas de tornar as aulas mais interessantes para seus alunos. De abordagens experimentais a aulas de campo, diversas são as formas de tentar fugir ao modelo tradicional de aula.

Propor alternativas de novas abordagens metodológicas, materiais diferenciados e aulas mais interativas é sempre válido, desde que tais abordagens sejam amparadas em uma boa fundamentação e pesquisa, levando em conta sempre o percurso da ideia à aplicação e da possibilidade de percalços no caminho.

Procuramos, com este trabalho, apresentar a sugestão do uso de uma abordagem metodológica baseada na utilização de filmes de ficção científica como ferramenta didática para trabalhar conceitos e conteúdos durante as aulas de Física. Ao longo dos capítulos, sugestões de como selecionar, analisar e trabalhar com filmes de ficção científica nas aulas de Física foram apresentadas, um material didático de suporte com exemplos práticos foi produzido e está disponível como apêndice.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, M. M.; PORTO, C. M. A relação entre a arte e a ciência para a popularização do conhecimento. **Diálogos e ciência – Revista da Faculdade de Tecnologia e ciências** – Rede de Ensino FTC, Ano 9, n. 25, mar. 2011. Disponível em: <[www.ftc.br/dialogos](http://www.ftc.br/dialogos)>. ISSN 1678-0493.

ALVES, G. O. A. A arte rupestre como expressão comunicativa da cultura. 2006. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

BARBOSA-LIMA, M. C.; QUEIROZ, G.; SANTIAGO, R. Ciência e arte: Vermeer, Huygens e Leeuwenhoek. **Física na Escola**, v. 8, n. 2, 2007.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Arte**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

CLEMES, G.; GABRIEL FILHO, H; COSTA, S. Vídeo-aula como estratégia de ensino. **Rev. Técnico científica** (IFSC), Santa Catarina, v. 3, n.1, 2012.

COSTA, S. M. **A influência dos recursos tecnológicos no processo de ensino aprendizagem**. 2014. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares) - Universidade Estadual da Paraíba, Sousa, 2014.

DESLAURRIERS, Jean-Pierre; KÉRIST, Michele. O delineamento de pesquisa qualitativa. *In: POUPART et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

FERREIRA, F.R. Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 01, 2010.

FERREIRA, J. C. D. Ficção científica e ensino de Ciências: como se relacionam essas discursividades na concepção de futuros professores? *In: SEMINÁRIO DE ESTUDOS EM ANÁLISE DO DISCURSO 1983-2013 – MICHEL PECHEUX: 30 ANOS DE UMA PRESENÇA*; 6., 2013, Porto Alegre. **Anais [...]**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://www.discursousead.com.br/simposios-vi-sead>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

FERREIRA, R. L.C. Ciência e arte no contexto do ensino: concepções de professores de Física e de Literatura. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 2013, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, SP: USP. Disponível em:

< <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/2549> >. Acesso em: 13 mar. 2024.

GERMANO, M. G. **Uma nova ciência para um novo senso comum**. Campina Grande-PB: EDUEPB, 2011. p.279-280.

GERMANO, M.; FERREIRA, R. L. Ciência e arte: diálogos interdisciplinares, popularização e comunicação da ciência. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DA EDUCAÇÃO E INCLUSÃO - CINTEDI, 1., 2014, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande, PB. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/8580>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

KOCHHANN, A.; RODRIGUES, J. K. A.; OLIVEIRA, M. C. A.; A importância de filmes em sala de aula e o guia do GEFOP: uma proposta didático-metodológica mediante a extensão universitária e pesquisa. *In*: CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG - CEPE, 3., 2016, Pirenópolis. **Anais [...]**. Pirenópolis, GO: UEG. Disponível em: <<https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/8271>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

KOCHHANN, S. C.; RODRIGUES, G. O. Gestão da diversidade: questão social emergente ou dignidade humana? **Revista Espaço Acadêmico**, v. 16, n. 182, p. 1-11, 2016.

KRIPKA, R.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. L. Pesquisa Documental: considerações sobre conceitos e características na Pesquisa Qualitativa. **CIAIQ2015**, v. 2, 2015.

LANES, D. M.; SANTOS, R. C.; LUVIZETO, J. V.; SANTOS, J. N. Iniciativas interdisciplinares: diálogo entre a ciência e a arte como potencial nas aulas de anatomia. **Revista Educação Pública**, v. 20, n. 43, 2020.

LEWIN, R. **Evolução Humana**. São Paulo: Atheneu, 1999.

MACHADO, C. A. Filmes de ficção científica como mediadores de conceitos relativos ao meio ambiente. **Ciência e Educação**, v. 14, n. 2, p. 283-294, 2008.

MARQUES, C. D. A Arte Rupestre. **Monções: Revista do Curso de História da UFMS/CPCX**, v. 3 n. 4, 2016.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de Ciências. **Em aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, out./dez.1998.

PACHECO, Ana C. *et al.* Ciência em cena: diálogos sobre a arte e a ciência no museu da vida. *In*: MATOS, Cauê. **Ciência e arte: imaginário e descoberta**. São Paulo: Terceira Margem, 2003.

PIASSI, L. P. C. **Contatos: A ficção científica no ensino de Ciências em um contexto sociocultural.** 2007. 460 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. Possibilidades dos filmes de ficção científica como recurso didático em aulas de física: a construção de um instrumento de análise. *In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, 10., 2006, Londrina. **Anais [...]**. Londrina, PR: UFPR. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epenf/x/sys/resumos/T0047-1.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

PIETROCOLA, M. (Org). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.** Florianópolis, SC: Ed. da UFSC, 2001.

SANTOS NETO, E.; FRANCO, E. S. Os professores e os desafios pedagógicos diante das novas gerações: considerações sobre o presente e o futuro. **Revista de Educação do Cogeime**, Ano 19, n. 36, p. 9-25, jan./jun. 2010.

SANTOS, R. R.; RIGOLIN, C.C. D. Integração entre Ciência e Arte na divulgação científica: proposta de uma agenda de pesquisa. **Revista do EDICC (Encontro de divulgação de ciências e cultura)**, v. 1, out. 2012.

SAWADA, A. C. M. B; ARAÚJO - JORGE, T. C.; FERREIRA, F. R. Cienciarte ou ciência e arte? Refletindo sobre uma conexão essencial. **Revista Educação, Artes e Inclusão**, v. 13, n. 3, 2017.

SILVA, D. S. **O uso do cinema na escola: a construção de aprendizagens a partir de filmes.** 2019. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Pedagogia) - Universidade Federal da Paraíba, Patos, 2019.

SILVA, I. C. S.; PRATES, T. S.; RIBEIRO, L. F. S. As Novas Tecnologias e aprendizagem: desafios enfrentados pelo professor na sala de aula. **Revista Em Debate (UFSC)**, Florianópolis, v. 16, p. 107-123, 2016.

SILVA, R. V.; MERCADO, E. L. O. As possibilidades do uso do vídeo como recurso de aprendizagem em salas de aula do 5 ano. *In: V EPAL*, 5., 2010, Alagoas. **Anais [...]**. Alagoas, MA: UFAL. Disponível em: <<https://periodicos.ufs.br/edapeci/article/view/602/506>>. Acesso em: 13 mar. 2024.

VIANA, M. C. V. O cinema na sala de aula e a formação de professores de Matemática. Minicurso oferecido aos alunos do Curso de Matemática na UFRRJ. Dia de Atividades Acadêmico-Científico-Culturais. Seropédica- RJ, 18 de maio de 2010.

XAVIER, Ismail. Um cinema que “educa” é um cinema que (nos) faz pensar. [Entrevista concedida à revista educação e realidade]. **Revista Educação e Realidade**, Porto Alegre, v. 33, n. 1, 2008.

ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre as duas culturas. **Pro-posições**, Campinas-SP, v. 17, n. 1, p. 39-58, 2006.

**APENDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
MATEMÁTICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**DANIEL SOARES SOUSA**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**FILMES DE FICÇÃO CIENTÍFICA COMO FERRAMENTAS  
METODOLÓGICAS NAS AULAS DE FÍSICA**

**CAMPINA GRANDE**

**2024**

## FICHA CATALOGRÁFICA

## RESUMO

Este material foi produto do trabalho de dissertação *Filmes de Ficção Científica e Ensino de Física: Potencialidades e Limitações*. Tem como intuito auxiliar professores a desenvolver aulas utilizando filmes de ficção científica como recurso didático.

## SÚMARIO

<b>PRA VOCÊ, PROFESSOR!</b>	
.....	3
<b>ALGUMAS DICAS!</b>	
.....	3
<b>EXEMPLOS DE FILMES E SEUS CONCEITOS</b>	4
<b>SUGESTÕES DE COMO TRABALHAR TRECHOS DE FILMES</b>	
.....	24
<b>SUGESTÕES DE CRONOGRAMAS</b>	
.....	27
<b>TRECHO E CADA FILME COM INDICAÇÃO DO CONTEÚDO A SER ABORDADO</b>	
.....	29
<b>SUGESTÃO DE QUESTÕES</b>	
.....	30

## PARA VOCÊ, PROFESSOR!

O produto educacional em questão apresenta um modelo de como utilizar trechos de cenas de filmes de ficção científica em aulas de Física, para trabalhar conceitos relacionados às cenas.

Apresentará também sugestões e exemplos práticos de como montar um planejamento para a utilização deste método.

O intuito é fornecer ao professor uma ferramenta opcional para tornar as aulas mais interativas. Esta estratégia metodológica pode ser utilizada a qualquer momento, desde que bem assimilada pelo professor.

Este material servirá como norte, indicando a forma como o professor poderá proceder.

## ALGUMAS DICAS!

### **Antes de aplicar, entenda a turma a que pretende destinar esta estratégia**

Turmas muito dispersas, com dificuldade de concentração não são indicadas.

### **Escolha bem o local onde será exibido o filme**

Se a escola fornecer um espaço adequado, ótimo!

Se não, procure tornar a sala de aula um lugar propício, fechando cortinas ou diminuindo a claridade com anteparos nas janelas.

### **Filmes mais atuais**

Procure sempre filmes o mais atuais possível.

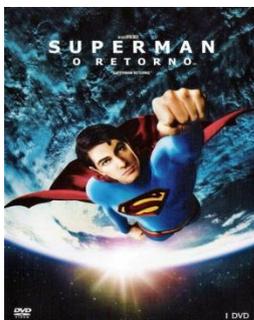
Lançamentos são sempre mais indicados por estarem “frescos” nas memórias dos alunos.

## Exemplos de Filmes e seus conceitos

Abaixo são apresentados alguns exemplos de filmes que apresentam cenas com potencial de serem utilizadas durante as aulas para ajudar a exemplificar e explicar conceitos da Física.

### ENERGIA NUCLEAR

#### Dimensionando a energia nuclear em “Superman - O retorno” (2006)



O Superman volta à Terra depois de cinco anos passados no planeta Krypton, precisando

reconquistar o amor de Lois Lane, e descobre que o novo plano de Lex Luthor pode ameaçar a vida de bilhões de pessoas. Lex, então, viaja à Fortaleza da Solidão, no Ártico, e rouba os cristais kryptonianos que lá se encontravam. De volta a Metrópolis, um experimento com um pequeno fragmento do cristal demonstra a periculosidade do material, que cresce até tornar-se imenso, após entrar em contato com a água.

No filme **Superman – O retorno (2006)**, uma sequência de duas cenas (nos intervalos dos minutos 00:28:15 – 00:29:30 e 00:31:10 – 00:32:30) mostra a utilização de uma fonte de energia que ilustra, de forma metafórica, como a energia nuclear é poderosa.

Um dos vilões demonstra a quantidade de energia que pode ser gerada a partir de uma pequena quantidade de material. Tal cena pode ser apresentada como ilustração da discrepância entre a produção de energia por meio nuclear e outras formas de geração de energia. Nesta mesma cena, no entanto, fica claro também o risco que é manipular tal energia. A perda de controle, acidentes ou falhas

podem gerar grandes riscos ou serem até fatais tanto para quem trabalha diretamente com esta energia como para a população próxima de usinas de energia nuclear.

O que fica claro pela cena é: basta pouca quantidade de material nuclear para produzir uma grande quantidade de energia comparando com outros combustíveis. O potencial energético do urânio ultrapassa as possibilidades do petróleo e de outros materiais fósseis. Aproximadamente meio quilo de urânio é capaz de fornecer tanta energia quanto 1.360 toneladas de carvão.

### Quadro 1 – Vantagens e desvantagens da energia nuclear

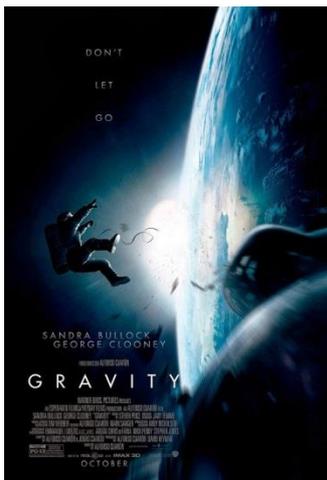
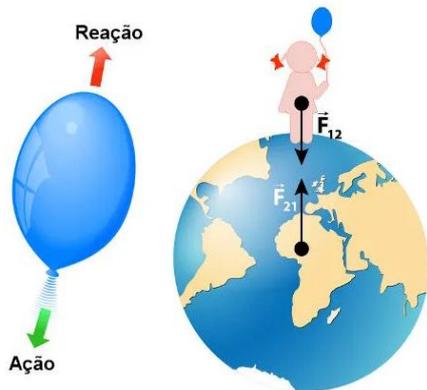
VANTAGENS	DESVANTAGENS
Fonte de energia limpa (não produz gases do efeito estufa)	Não é uma fonte renovável
Pode ser produzida de forma ininterrupta (não está sujeita a intempéries climáticas)	Geração de lixo nuclear
Tem um ótimo custo-benefício	Aumento de riscos de contaminação por radiação
Pouco material gera muita energia	Riscos de acidentes nucleares

**Fonte:**

<<https://origoenergia.com.br/blog/energia/energia-nuclear-vantagens-e-desvantagens/#:~:text=Entre%20as%20vantagens%20da%20energia,termos%20de%20uso%20de%20recursos>>.

## GRAVIDADE E TERCEIRA LEI DE NEWTON

A gravidade e o princípio da ação e reação no espaço em “Gravidade” (2013).



Matt Kowalski (George Clooney) é um astronauta experiente que está em missão de conserto do telescópio Hubble juntamente com a doutora Ryan Stone (Sandra Bullock). Ambos são surpreendidos por uma chuva de destroços decorrente da destruição

de um satélite por um míssil russo, que faz com que os astronautas sejam jogados no espaço sideral. Sem qualquer apoio da base terrestre da NASA, eles precisam encontrar um meio de sobreviver em meio a um ambiente completamente inóspito para a vida humana.

No filme **Gravidade (2013)**, astronautas experimentam os efeitos da pouca influência gravitacional. Em uma cena (no intervalo dos minutos 00:02:00 – 00:04:00), o astronauta Matt utiliza um jet pack, espécie de mochila de propulsão que usa o princípio da ação e reação em seu funcionamento, para passear em torno do ônibus espacial. O princípio da ação e reação pode ser explicado e exemplificado utilizando esta cena.

A terceira lei de Newton, conhecida como lei da ação e reação, afirma que para todas as forças de ação surgem forças de reação com intensidades iguais, mas sentidos opostos.

Percebemos, então, que todas as forças do sistema se formam e cancelam-se aos pares, ou seja, quando um corpo A exerce força sobre um corpo B, o corpo B

apresenta uma resistência à aplicação dessa força por meio da reação, que atua sobre o corpo A. As forças de ação e reação possuem intensidades iguais, sentidos opostos e atuam em corpos diferentes.

Essas forças produzem acelerações nos corpos A e B; no entanto, podemos considerar os corpos A e B como um único sistema de corpos. Veremos, então, que as forças de ação e reação se cancelam. É por esse motivo que dizemos que as forças de ação e reação são internas ao sistema.

Quando expressarmos matematicamente a terceira lei de Newton, dizemos que a força que um corpo A exerce sobre um corpo B ( $F_{A,B}$ ) é igual em intensidade à força que o corpo B exerce sobre o corpo A ( $F_{B,A}$ ); no entanto, como as duas forças atuam na mesma direção, mas em sentidos opostos, os seus sinais são opostos:

$$\vec{F}_{A,B} = -\vec{F}_{B,A}$$

Já em outro momento (no intervalo dos minutos 00:13:00 – 00:19:00), uma cena de flutuação no espaço ilustra os princípios da ação da gravidade nos corpos.

Um questionamento

interessante a respeito desta cena é se no espaço astronautas e objetos possuem peso.

O peso é uma grandeza que pode ser definida como a atração entre o planeta e qualquer objeto depositado sobre ele. Pela segunda lei de Newton, definimos matematicamente o produto da massa pela aceleração da gravidade.

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

No espaço e dentro dos veículos espaciais, os objetos ainda apresentam peso. A força peso desses objetos será determinada pelo produto de suas massas pelo valor da aceleração da força da gravidade no ponto onde eles estiverem.

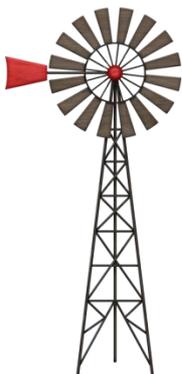
O termo “gravidade zero” não significa a falta da ação da gravidade. Quando astronautas estão flutuando como se a força da gravidade não existisse, eles ainda estão sob a ação da atração gravitacional da Terra.

A velocidade de rotação de objetos como ônibus espaciais ou da estação espacial ISS (International Space Station) ao redor da Terra faz com que os astronautas sintam a sensação permanente de queda livre. Por

esse motivo, os objetos e os astronautas parecem flutuar. O nome dado a esse estado de aparente falta de gravidade é a “imponderabilidade”.

## CADEIA DE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA

**A transformação de energia em  
“O menino que descobriu o  
vento” (2019)**



O drama conta como os moradores de Malawi, um país sem saída para o mar, situado no sudeste da África, passam por um período intenso de chuva, o que os impossibilitam de trabalhar na colheita, sua única fonte de alimentação e renda. Quando as tempestades acabam, a seca toma conta do local e piora a situação, levando pessoas a morrer de fome e sem a ajuda do governo. Além de todos os problemas políticos, a fome leva as famílias à ruína.

Sempre esforçando-se para adquirir conhecimentos diversificados, o jovem William Kamkwamba (Maxweel Simba) de Malawi se cansa de assistir a todos os colegas de seu vilarejo passando por dificuldades e começa a desenvolver uma inovadora turbina de vento. Inspirado por um livro de Ciências, o garoto constrói uma turbina eólica para salvar seu vilarejo da fome. Baseado em uma história real.

No filme **O menino que descobriu o vento (2019)**, um jovem busca gerar energia elétrica para sua comunidade. Ele usa seu conhecimento de Física para

desenvolver um gerador que transforme energia eólica em energia elétrica. Em uma cena do filme (no intervalo dos minutos 01:37:00 – 01:41:00), com a construção do gerador eólico, os conceitos de geração de energia elétrica e transformações de energia podem ser potencialmente trabalhados.

Primeiramente, precisamos entender que o processo de transformação de energia é contínuo na natureza. A todo momento, a energia transita de uma forma para outra sem ser criada ou destruída, apenas transformada.

No que diz respeito à energia eólica, tomaremos como princípio da cadeia de transformações de energia o vento, elemento “inicial” do processo de geração de energia eólica. Como o vento é formado?

A princípio, a radiação solar incide na superfície da Terra; porém, não incide igualmente em toda a superfície. Há zonas que se aquecem mais do que outras. Nessas zonas, o ar menos denso tende a subir, gerando áreas de baixas pressões. Nas mais frias, o ar mais denso desce, criando áreas de altas pressões. A diferença de

pressões causada pela variação térmica faz com que o ar se mova produzindo o vento, um elemento poderoso que pode ser utilizado para gerar energia eólica.

A partir da força do vento, por meio de um aerogerador, transforma-se a energia cinética das correntes de ar em energia elétrica. As transformações acontecem desde o processo de extração que é realizado principalmente graças ao rotor, que transforma a energia cinética em energia mecânica, e ao gerador, que transforma a dita energia mecânica em elétrica. Os aerogeradores são orientados na direção do vento. A partir daí, a força das correntes de ar fará funcionar as três principais partes do aerogerador:

- **O rotor:** composto por três pás e o cubo que as une. Sua função é captar a força do vento e convertê-la em energia mecânica de rotação.
- **A caixa multiplicadora:** unida ao motor por um eixo, sua função é elevar a velocidade

de giro de 30 rotações por minuto (rpm) a 1500 rpm.

- **O gerador:** este elemento é o responsável por converter a energia mecânica de rotação em energia elétrica

**Figura 1** - Principais componentes do aerogerador



**Fonte:**

<<https://pt.linkedin.com/pulse/come%C3%A7a-os-componentes-de-um-aerogerador-max-marduque>>.

Os aerogeradores de um parque eólico estão unidos entre si por cabos subterrâneos que levam a energia elétrica até uma subestação de transformação. A energia, agora elétrica, é transportada para as residências, fábricas ou escolas.

**Quadro 2** – Transformações no processo eólico

Variação térmica	→	Vento	→
energia cinética	→	energia mecânica	→
		energia elétrica	

**Fonte:** Elaboração própria, 2023.

## ANTIMATÉRIA COMO FONTE DE ENERGIA

**Antimatéria, a fonte de energia do futuro em “Anjos e demônios” (2009)**



Depois de um bizarro homicídio no CERN, na Suíça, Robert Langdon (Tom Hanks) é chamado para investigar um desaparecimento meticulosamente planejado de uma substância perigosa conhecida como antimatéria. Além disso, um emblema Illuminati queimado sobre o cientista morto reaviva a hipótese de essa sociedade secreta ainda existir, lançando Langdon numa

procura das respostas das questões levantadas pelos recentes acontecimentos.

No filme **Anjos e demônios (2013)**, a fonte de energia em questão é a antimatéria. Uma cena (no intervalo dos minutos 00:04:00 – 00:07:42) mostra o que é antimatéria, como funciona, além de uma demonstração de como pode ser obtida com o acelerador de partículas LHC (*Large Hadron Collider*). As dificuldades de sua obtenção e armazenamento mostram o quão poderosa essa fonte de energia é.

A história da antimatéria tem início em 1928. Um físico britânico chamado Paul Andrien M. Dirac revisou a equação proposta por Einstein da equivalência entre massa e energia e propôs que as partículas podem ter valores negativos de energia.

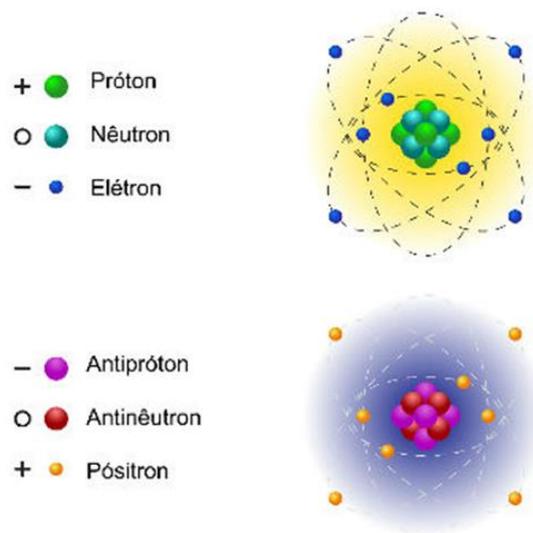
A história da antimatéria tem início em 1928, um físico britânico chamado Paul Andrien M. Dirac revisou a equação proposta por Einstein da equivalência entre massa e energia e propôs que as partículas podem ter valores negativos de energia.

Em 1932, Carl Anderson detectou a presença de elétrons positivos durante um experimento com raios cósmicos, ou seja, o antielétron. O antielétron detectado foi chamado de pósitron. Ele possui as mesmas características físicas do elétron; porém, apresenta carga elétrica de sinal positivo.

Em 1955, por meio de um acelerador de partículas, cientistas detectaram o antipróton. Desde então, os estudos relacionados com antimatéria vêm revelando antipartículas de nêutrons, quarks, léptons etc.

Fisicamente, a antimatéria é o inverso da matéria. As partículas elementares que conhecemos possuem uma partícula oposta com exatamente as mesmas características, exceto a carga elétrica, que é inversa.

**Figura 2** – Partículas de antimatéria



**Fonte:**

<<https://museuweg.net/blog/antimateria-historia-e-curiosidades/>>.

A antimatéria que conhecemos é produzida em aceleradores de partículas como LHC. Os átomos são acelerados a altíssimas velocidades e dentro dos tubos dos aceleradores de partículas, as colisões causadas dos átomos uns com os outros produzem as antipartículas. As antipartículas resultam dessas colisões e são separadas pela ação de campos magnéticos. A cada 10.000 colisões de prótons, um antipróton é gerado. Isto torna a produção de antimatéria cara na relação custo-benefício.

**Figura 3** - LHC (Large Hadron Collider)



**Fonte:**

<<https://museuweg.net/blog/antimateria-historia-e-curiosidades/>>.

Por esses números, vemos a dificuldade de produzir e analisar a antimatéria, uma vez que, no encontro da matéria com a antimatéria, sempre ocorre aniquilação, ou seja, uma destrói a outra, gerando uma grande quantidade de energia.

Estudos ainda iniciais analisam a possibilidade de utilizarmos a antimatéria como fonte de energia. Só para se ter uma ideia, 10 quilos de antimatéria podem gerar a energia correspondente a seis anos de pleno funcionamento da Usina de Itaipu. A aniquilação de um grama de antimatéria com um grama de matéria resultaria na liberação de 50

GWh de energia. Essa quantidade de energia seria suficiente para manter uma lâmpada de 100 W acesa por mais de 57 mil anos.

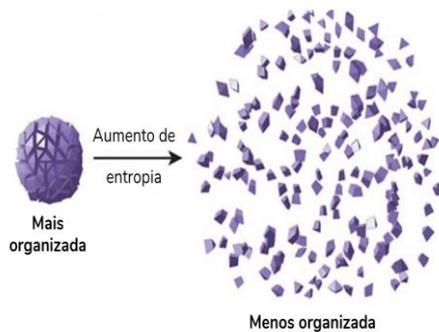
O processo de aniquilação é o único que converte 100% da massa de uma partícula em energia, lembrando da famosa equação de Einstein:

$$E=mc^2$$

A aplicação mais visada seria para a exploração espacial, já que um dos principais problemas no lançamento de foguetes ao espaço é o combustível necessário para sair da atmosfera da Terra. A melhoria da eficiência na produção de antimatéria, o barateamento do processo e o desenvolvimento de novas tecnologias de armazenamento serão os desafios dos cientistas para tornar a antimatéria uma fonte de energia viável.

## ENTROPIA

### Trabalhando o conceito de entropia em “Tenet” (2020)



Um agente da CIA conhecido como O Protagonista (John David Washington) é recrutado por uma organização misteriosa, chamada Tenet, para participar de uma missão de escala global. Eles precisam impedir que Andrei Sator (Kenneth Branagh), um renegado oligarca russo com meios de se comunicar com o futuro, inicie a Terceira Guerra Mundial. A

organização está em posse de uma arma de fogo que consegue fazer o tempo correr ao contrário, acreditando que o objeto veio do futuro. Com essa habilidade em mãos, O Protagonista precisará usá-la como forma de se opor à ameaça que está por vir, impedindo que os planos de Sator se concretizem.

No filme **Tenet (2020)**, as leis da Termodinâmica podem ser abordadas. Em uma cena (no intervalo dos minutos 02:04:00 – 02:06:00), acontecem explosões “reversas”. No universo do filme, o conceito de entropia é subvertido. Os acontecimentos e fenômenos físicos ocorrem no sentido contrário de tempo. O conceito de entropia pode ser apresentado e discutido a partir destes momentos em que os fenômenos regridem no tempo.

A entropia é um conceito da Termodinâmica que pode ser aplicado às mais diversas áreas do conhecimento. Basicamente, dizemos que ela se refere ao grau de desorganização e número de variáveis possíveis em um determinado sistema. Na Física, entropia é uma grandeza que mede o grau de liberdade molecular de

um sistema, associado ao número de configurações possíveis com as partículas que ele possui. Além disso, a entropia ocorre espontaneamente e de forma irreversível. Exemplos como “desmastigar” uma fruta, “desquebrar” um vaso, “desesplodir” uma bomba são sempre usados para ilustrar como a entropia ocorre sempre no mesmo sentido temporal.

A entropia apresenta dois estados no que diz respeito ao grau de desordem de seus sistemas: a entropia positiva e a entropia negativa. Na primeira, o grau de desordem tende a aumentar sucessivamente, ou seja, o sistema exibe um grau cada vez maior de desorganização.

Um exemplo dado é uma casa sendo consumida em chamas. A cada segundo que passa, aquele sistema vai experimentando mais desorganização e existe também a entropia negativa, observada quando alguma interferência externa afeta o estado natural da entropia do sistema, fazendo com que o processo entrópico seja retardado. Como exemplo, temos uma casa sendo reformada;

interferências externas ao sistema retardam o grau de desorganização.

## RADIOATIVIDADE

**A radioatividade e as contribuições do casal Currie em “Radioactive” (2019)**



Devota da Ciência, Marie (Rosamund Pike) sempre enfrentou dificuldades em conseguir apoio para suas experiências devido ao fato de ser uma mulher. Ao conhecer Pierre Curie (Sam Riley), ela logo se surpreende pelo fato de ele conhecer seu trabalho, o que a deixa lisonjeada. Logo os dois estão trabalhando juntos e, posteriormente, iniciam um

relacionamento que resultou em duas filhas. Juntos, Marie e Pierre descobrem dois novos elementos químicos, rádio e polônio, que dão início ao uso da radioatividade.

**Radioactive (2019)** é um filme biográfico sobre a vida de Marie Curie. Em uma cena (no intervalo dos minutos 00:18:00 – 00:19:50), é mostrado o desenvolvimento do conceito de radioatividade tanto do ponto de vista histórico como experimental. A descoberta dos elementos rádio e polônio, seus benefícios e malefícios e o impacto da radioatividade na vida das pessoas.

A radioatividade foi descoberta em 1896 por Henri Becquerel, ao investigar a fosforescência natural das substâncias.

Entendemos por radioatividade a liberação de uma energia invisível chamada de radiação ionizante. Essa energia é capaz de atravessar o ar, as paredes e nossos corpos. Neste último caso, pode causar danos à nossa saúde em virtude de alterações fisiológicas provocadas na nossa estrutura molecular. Essa energia parte de materiais classificados como radioativos.

Existem na natureza cerca de 28 elementos radioativos naturais dispersos em todos os meios. A maioria desses elementos radioativos naturais está dispersa no solo, associada aos elementos urânio ou ao tório.

Podemos criar artificialmente a radioatividade, como no exemplo do Raio X, que utilizamos há muito tempo para tratamentos médicos além de outras aplicações em diversas áreas. Elementos radioativos vêm contribuindo para a melhoria da vida dos homens e para o avanço da Ciência e das tecnologias. Esses elementos são utilizados para diagnosticar e tratar doenças, para combater pragas na agricultura, conservar alimentos, analisar estruturas de engenharia, recuperar obras de arte e esterilizar uma série de produtos.

### Quadro 3 - Partículas radioativas

Nome	Símbolo	Carga elétrica	Natureza	Poder de penetração
Alfa	$\alpha$	+2	Formada por dois prótons e dois nêutrons.	pequeno
Beta	$\beta$	-1	Elétron produzido em transformações nucleares.	médio
Gama	$\gamma$	0	Radiação eletromagnética.	alto

#### Fonte:

<<https://www.todamateria.com.br/radioatividade/>>.

A radioatividade das partículas Alfa, Beta e das ondas Gama<sup>12</sup> são as mais comuns. O tipo de radiação determina o poder de penetração na matéria, que são, respectivamente, baixa, média e alta.

**As emissões Alfa** são partículas pesadas, de carga positiva, que possuem carga elétrica +2 e massa igual a 4. Possui pequeno poder de penetração, e por isso a sua radioatividade pode ser impedida por uma folha de papel. Já **as emissões Beta** são partículas leves, de carga negativa e que não contêm massa. Possuem poder de penetração superior à radioatividade Alfa, podendo penetrar uma folha de papel, mas não uma placa de metal.

**As emissões Gama** são ondas eletromagnéticas de altíssima frequência e que não possuem massa e carga elétrica. Sua capacidade de penetração é superior aos raios-X e faz com que a sua radioatividade passe tanto pelo papel como pelo metal, sendo mais penetrante que os outros dois

tipos devido ao seu comprimento de onda ser bem menor, podendo facilmente atravessar todo o nosso organismo.

À medida que a radiação é emitida, o átomo se desintegra, o que resulta na sua transformação, pois é o número atômico que determina o elemento químico. O tempo que essa desintegração do elemento leva para reduzir a sua massa pela metade é chamado de meia-vida ou período de semidesintegração.

O casal Pierre e Marie Curie dedicou-se ao estudo das emissões radioativas e constatou que essa era uma propriedade de determinados elementos químicos. Inclusive, durante essas pesquisas, descobriram dois novos elementos radioativos: rádio e polônio. Em 20 de abril de 1902, em suas pesquisas, o casal Curie conseguiu isolar sais de rádio radioativo do mineral pechblenda em seu laboratório em Paris. Isto os levou, em 1898, a descobrir a existência dos elementos rádio e polônio por conta desta pesquisa. Um ano após terem isolado o rádio, dividiram o prêmio Nobel de Física de 1903

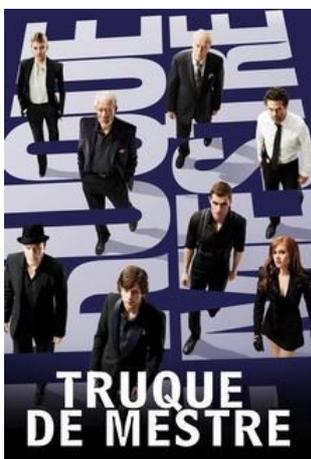
---

<sup>12</sup> Em 1898, Ernest Rutherford descobriu as emissões radioativas alfa e beta. Um terceiro tipo de radioatividade, a emissão gama, foi descoberta em 1900, pelo químico e físico francês Paul Ulrich Villard.

com o cientista francês Henri Becquerel por suas investigações pioneiras acerca da radioatividade.

## PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ

### A propagação retilínea da luz no espelho plano em “Truque de mestre” (2013)



Um grupo de ilusionistas encanta o público com suas mágicas e também rouba bancos em outro continente, distribuindo a quantia para os próprios espectadores. O agente do FBI Dylan Hobbs está determinado a capturá-los e conta com a ajuda de Alma Vargas, uma detetive da Interpol, e também de Thaddeus Bradley, um veterano desmistificador de mágicos que

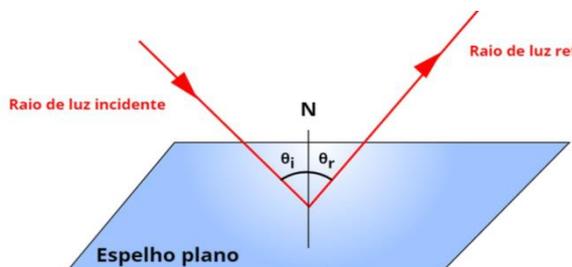
insiste que os assaltos são realizados a partir de disfarces e jogos envolvendo vídeos.

O filme **Truque de mestre (2013)** nos apresenta uma sequência de cenas (nos intervalos dos minutos 00:49:00 – 00:50:50 e 01:34:19 – 01:35:37) em que um grande espelho é utilizado para ocultar um objeto. Tal cena pode ser utilizada em aulas de óptica geométrica para ilustrar conceitos como reflexão de espelhos planos e propagação retilínea da luz. A explicação do truque e uma construção experimental podem ser feitas a fim de exemplificar o conceito.

Espelhos planos são superfícies planas, polidas e sem curvatura, capazes de promover a reflexão regular da luz. Quando os raios de luz são refletidos por espelhos planos, o ângulo dos raios refletidos é igual ao ângulo dos raios incidentes. Além disso, os raios incidentes e refletidos encontram-se no mesmo plano. **Ocorre a formação de imagens** nos espelhos planos quando os **prolongamentos** dos raios de luz refletidos cruzam-se “atrás” do espelho, em uma distância igual

àquela em que o objeto da imagem se encontra e com o espelho.

**Figura 4** - Reflexão em espelho plano



**Fonte:**

<<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/espelhos-planos.htm#:~:text=Espelhos%20planos%20s%C3%A3o%20superf%C3%ADcies%20planas,encontram%2Dse%20no%20mesmo%20plano>>.

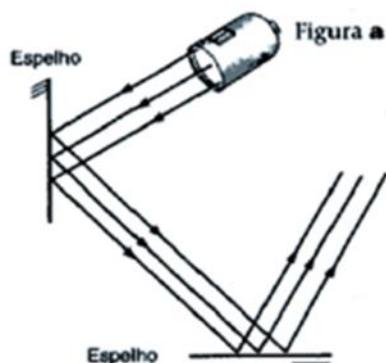
Para que vejamos nosso reflexo, os ângulos de incidência  $\theta_i$  e reflexão  $\theta_r$  devem ser iguais.

Imagens formadas nos espelhos planos são chamadas de **imagens virtuais**. Suas principais características são a formação pelo **cruzamento de prolongamentos dos raios de luz**; portanto, são formadas atrás do espelho; **são sempre diretas**, ou seja, apresentam a **mesma orientação vertical** que os seus objetos. Além disso, por serem virtuais, **não podem ser projetadas** sobre algum anteparo,

diferentemente das imagens reais, que podem ser projetadas.

Nos meios transparentes, homogêneos e isotrópicos, a luz se propaga em linha reta. Esse princípio é conhecido como propagação retilínea da luz. Um grande exemplo para este princípio acontece quando raios de luz solar penetram através da janela de uma sala. A forma reta do fecho de luz nos permite distinguir bem esse princípio. Ainda resultado desse princípio, vemos a característica de reversibilidade dos raios luminosos, ou seja, o raio luminoso, refletido por um espelho plano, percorrerá o caminho do ponto A até o ponto B, que será exatamente o mesmo caminho do ponto B até o ponto A.

**Figura 5** – Princípio da reversibilidade dos raios luminosos



**Fonte:**

<<https://www.proenem.com.br/enem/fisica/principios-da-optica-reflexao-e-espelhos-planos/>>.

Tais princípios, aplicados ao truque apresentado na cena do filme, fazem a mágica acontecer, tornando o coelho oculto atrás do espelho invisível aos olhos do espectador.

## CORRENTE ELÉTRICA

A disputa da eficiência energética, corrente contínua ou alternada em “Batalha das correntes” (2017).



Ambientado no final do século XIX, a Guerra das Correntes, trata da disputa entre Thomas Edison (Benedict Cumberbatch) e George Westinghouse (Michael Shannon) sobre como deveria ser feita a distribuição da eletricidade. Edison fez uma campanha pela utilização da corrente contínua para isso, enquanto Westinghouse defendia a corrente alternada.

O episódio real que deu origem a esse filme se deu durante as últimas décadas do século XIX e discutia, em termos bastante leigos, qual seria a melhor forma de tornar popular a energia elétrica: se pela corrente contínua, defendida por Thomas Edison, ou através da corrente alternada, como propagavam George Westinghouse e Nikola Tesla. Basicamente, o primeiro dizia que a segunda opção apresentava pouca segurança no seu manejo, podendo, inclusive, causar mortes, enquanto aqueles defendiam a economia da prática que empregavam.

O filme **Batalha das correntes (2017)** mostra a rivalidade e a disputa entre Nikola Tesla e Thomas Edson pelo desenvolvimento e utilização da forma de transmissão de energia elétrica mais segura e eficiente.

Na cena no intervalo dos minutos 00:23:00 – 00:24:00, uma explanação sobre as vantagens da corrente alternada para grandes escalas é apresentada. Esta explanação serve de guia para a discussão de conceitos como geração de energia elétrica, correntes contínua e alternada,

condutores e grandezas envolvendo eletricidade.

O principal questionamento que o filme traz é: qual é a diferença entre corrente elétrica contínua e alternada e qual seria mais eficiente e vantajosa?

A diferença básica entre a corrente elétrica contínua e a alternada é que, enquanto na corrente contínua (**CC**) os elétrons movem-se em um único sentido, a corrente alternada (**CA**) possui elétrons que variam sua direção constantemente.

Ao estudarmos os conceitos sobre corrente elétrica, vimos que a corrente elétrica nos metais é compreendida como o movimento ordenado dos elétrons livres, sobreposto ao movimento desordenado, por causa da ação de um campo elétrico criado por uma fonte externa sobre eles. Foi determinado, por convenção, que o campo elétrico e a corrente elétrica (**i**) possuem o mesmo sentido.

Entendemos também que a corrente elétrica (**i**) em um condutor é definida como a razão entre a quantidade de carga (**Q**) que atravessa uma secção transversal

do fio e o intervalo de tempo correspondente, ou seja,

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

onde  $i$  é a corrente elétrica,  $Q$  é a carga elétrica e  $\Delta t$  é o intervalo de tempo.

Dos diversos tipos de aparelhos que são encontrados em nossas residências, muitos deles só funcionam quando ligados à energia elétrica. Mas a corrente que utilizamos é contínua ou alternada? De forma simples, vamos entender qual tipo de corrente (contínua ou alternada) usamos nos aparelhos eletrodomésticos de nossas casas.

Quando um aparelho elétrico está ligado a uma fonte como pilha ou bateria, a polaridade em seus terminais é sempre fixa, ou seja, o campo elétrico tem um sentido constante na fiação do aparelho que está em funcionamento ligado a esse tipo de fonte. Dizemos, então, que o movimento dos elétrons livres no fio do aparelho se dá sempre no mesmo sentido. Isto é o que conhecemos como corrente contínua. Já outros aparelhos, como ventiladores, chuveiros elétricos, geladeiras e outros, são alimentados por fontes como

geradores de usinas que alternam constantemente sua polaridade. É por esse motivo que o sentido do campo na fiação da residência em que um aparelho elétrico esteja funcionando ligado a uma tomada de 110 V ou 220 V também se alterna. Consequentemente, o movimento extra dos elétrons livres é ora para um lado, ora para outro. Essa alternância é o que conhecemos como corrente alternada.

**Quadro 4** – Comparativo entre as correntes (vantagens)

Vantagens da corrente contínua	Vantagens da corrente alternada
Maior eficiência em circuitos de <b>baixa tensão</b> .	Possibilidade de <b>abaixar</b> ou <b>umentar</b> facilmente sua <b>tensão elétrica</b> por meio dos transformadores
Maior eficiência em armazenamento de energia em baterias.	É mais econômica para a transmissão de alta potência.
Menos riscos de “choques”	Mais eficiente em transmissão de longa distância.

**Fonte:** Elaboração própria, 2023

Após um longo embate histórico entre figuras importantes, como **Thomas Edison**, **George Westinghouse** e **Nikola Tesla**, ficou provado que o uso da corrente alternada para a

distribuição de energia elétrica por longas distâncias é economicamente mais viável, pois reduz a dissipação de energia em decorrência do efeito Joule<sup>13</sup>.

## *Sugestões de como trabalhar com trechos de filmes*

### **1- Situação-problema**

Uma das sugestões seria a de o professor apresentar o trecho do filme logo no início da aula, enquanto situação-problema, lançando vários questionamentos sobre o trecho exibido. A partir disso, o professor poderá avaliar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre aquele assunto apresentado na cena. Respondidos os questionamentos ou não, o professor poderá respondê-los durante a aula.

Na aula sobre gravitação, por exemplo, o professor pode apresentar uma cena do filme **Apollo 18 – A missão proibida (2011)**, em que astronautas caminham sobre a lua e fazer alguns questionamentos, para que os alunos reflitam: Por que os passos dos astronautas parecem em câmera lenta? Por que mesmo de dia o céu está negro? Por que eles precisam daquela roupa tão esquisita?

---

<sup>13</sup> É um fenômeno físico no qual a passagem de corrente elétrica através de algum condutor resulta em seu aquecimento.

## **2 - Final da explicação de algum conteúdo como exemplo.**

O professor também poderá utilizar os trechos no final da explicação de algum conteúdo como forma de exemplo ou aplicação desses conteúdos ministrados. Uma vez desenvolvida a explicação, seria apresentado o trecho do filme, para que os alunos tivessem um exemplo prático da aplicação daquele conteúdo.

Exemplo disso seria na aula sobre leis de Newton, em que, para exemplificar a explicação da terceira lei de Newton, o professor poderia mostrar um trecho de um filme com o lançamento de um foguete.

## **3 - Final da aula como preparação**

Uma outra forma de usar os trechos de filmes seria no final da aula; porém, com a cena, apresentando o assunto da aula seguinte para que os alunos pudessem mostrar seu nível de conhecimento sobre aquele tema. Isto ajudaria o professor a ter um auxílio na construção da próxima aula.

Na aula sobre hidrostática, por exemplo, o professor poderá mostrar no final de sua aula anterior uma cena em que um submarino

submerja e emerja da água e, assim, avaliar se os alunos já possuem algum conhecimento prévio a respeito daquele conteúdo e planejar melhor sua próxima aula.

## **4 - Como forma de avaliação, aproveitando inclusive os erros**

Como nem só de coerência vive a ficção científica, uma característica marcante desse gênero é a despreocupação com a obediência às leis da Física, o que faz com que vários filmes sejam montados com base em situações hipotéticas que contrariam totalmente essas leis.

Esse fato pode ser utilizado pelo professor para chamar a atenção dos alunos para os fenômenos presentes na cena, tendo mostrado um trecho em que a cena apresenta um fenômeno, no qual as leis da física são “quebradas”. Desse modo, caberia ao aluno tentar identificar o fenômeno ou princípio físico que foi contrariado.

Outra opção seria o professor apresentar dois trechos em que o mesmo fenômeno estaria sendo mostrado; porém, um trecho “correto”, ou seja, em que as leis da Física foram respeitadas e outro

“errado” em que essas leis seriam violadas. Diante dessas circunstâncias, os alunos teriam que identificar a cena correta e o porquê.

Essa atividade poderia ser usada como proposta de avaliação, na qual o professor disporia das respostas que indicariam o grau de entendimento de cada aluno, pois, ao desenvolverem a explicação, os alunos estariam mostrando que, além de terem introjetado o conteúdo, também foram capazes ou não de identificá-lo em uma situação contextualizada e ainda diferenciando o certo do errado.

Exemplo disso seria na aula sobre o som. Após o conteúdo ser ministrado, o professor apresentaria duas cenas em que ambas apresentassem exemplos de explosões no espaço. Na primeira, apresentar-se-ia uma situação em que uma nave espacial explode no espaço, gerando um grande barulho para as naves vizinhas ou mesmo para o espectador. Já na segunda cena, também seria apresentada uma explosão no espaço; porém, inaudível. Com essas duas cenas, o professor poderá utilizar os trechos como forma de avaliar os alunos e questioná-los a respeito de qual

cena estaria fisicamente correta e por quê.

## **5 - Durante toda a aula**

Para apresentar os trechos de filmes durante toda a aula, seria interessante que o professor a dividisse em tópicos, ilustrando cada um deles com um trecho de filme, cabendo ao professor decidir o momento mais adequado para a apresentação do trecho em questão e a forma como ele seria intercalado entre os conteúdos. Isto poderá variar de acordo com o nível ou aceitação da turma.

Essa forma seria uma aplicação de todos os itens anteriores, o que exigiria do professor maior empenho na elaboração da aula, pois seria necessária uma análise cuidadosa de cada trecho, para que um não viesse a, eventualmente, comprometer a sequência da aula.

Com essas sugestões, o professor poderá trabalhar conhecimentos prévios, problematizações, exemplos, avaliações etc.

## *Sugestões de cronogramas*

Quanto ao cronograma de atividades, o professor poderá também, se achar interessante, montar uma proposta de plano de curso, incluindo essa nova abordagem para ser utilizada durante um bimestre, um semestre ou até todo o ano letivo.

Essa abordagem metodológica configura uma proposta que tem potencial para fornecer ao professor um caminho para uma pesquisa pedagógica, a depender da pesquisa em que o professor queira desenvolver essa proposta, poderá ser trabalhada até pelo período de alguns **anos consecutivos**. Isto dará ao professor uma grande quantidade de dados que possibilitarão uma boa estimativa da aplicabilidade dessa metodologia para os próximos anos.

Através desses resultados, o professor poderá constatar ou não se o uso dos filmes como recurso didático configuraria para ele um novo suporte pedagógico e ele teria em suas mãos uma boa ferramenta

de trabalho, para poder desenvolver uma melhor interação dos alunos com as aulas de Ciências, como também a possibilidade de uma melhor assimilação de conceitos, levando, assim, a um melhor aprendizado.

Esse tipo de abordagem pode ser aplicado desde o Ensino Fundamental para trabalhar os conceitos básicos das Ciências até o Ensino Médio para trabalhar os conceitos mais formais.

Seria uma alternativa para o professor tornar a aula mais dinâmica, pois a apresentação dos trechos de filmes estaria intimamente ligada à participação dos alunos durante a aula, já que os questionamentos referentes aos trechos do filme terão que ser feitos aos alunos e, dependendo de seus conhecimentos, respondidos ou não.

Abaixo temos um quadro ilustrativo com os exemplos utilizados neste trabalho. Cada professor terá a liberdade de escolher de quais assuntos tratará com a utilização dos filmes, podendo utilizar outros títulos de filmes com as mesmas referências.

*Trecho e cada filme com indicação do conteúdo a ser abordado*

Filme	Ano	Conteúdo	Cena (min)
<b>Superman - O retorno</b>	2006	Energia nuclear	00:28:15 – 00:29:30 / 00:31:10 – 00:32:30
<b>Gravidade</b>	2013	Gravitação e Leis de Newton	00:02:00 – 00:04:00 / 00:13:00 – 00:19:00
<b>O menino que descobriu o vento</b>	2019	Transformações de energia e energia eólica	01:37:00 – 01:41:00
<b>Anjos e demônios</b>	2009	Fontes de energia e Antimatéria	00:04:00 – 00:07:42
<b>Tenet</b>	2020	Termodinâmica e entropia	02:04:00 – 02:06:00
<b>Radioactive</b>	2019	Radioatividade	00:18:00 – 00:19:50
<b>Batalha das correntes</b>	2017	Energia elétrica	00:23:00 – 00:24:00

## Sustão de questões

### Energia nuclear

**1) São vantagens da energia nuclear, exceto:**

- a) necessidade de pequena quantidade de matéria-prima.
- b) ausência de poluição atmosférica.
- c) facilidade geográfica na instalação das usinas produtoras.
- d) ser renovável.
- e) sua eficiência.

**2) Uma das desvantagens verificadas na produção e utilização da energia nuclear diz respeito ao seu alto custo se comparado, por exemplo, ao custo da hidreletricidade.**

Um fator que justifica esse alto custo é a/o:

- a) distribuição da energia.
- b) instalação da usina.
- c) preço da matéria-prima.
- d) combate aos resíduos atmosféricos.
- e) impactos ambientais.

**3) A maior preocupação acerca da produção e utilização da energia nuclear no mundo ocorre em função dos riscos de acidentes: vazamentos de material radiativo e explosões de reatores. Acidentes envolvendo a produção desse modelo energético já ocorreram e sempre deixaram o mundo atônito.**

Marque a alternativa que indica corretamente a usina nuclear e o país que já apresentaram acidentes com material radiativo utilizado na produção de energia nuclear:

- a) Chernobyl – Polônia.
- b) Fukushima – China.
- c) Angra I – Brasil.
- d) Three Mile Island – Estados Unidos.

**4) Uma vantagem verificada na produção e utilização da energia nuclear no mundo moderno é o fato de se tratar de uma fonte energética que não polui a atmosfera. Aponte a alternativa que justifica essa vantagem:**

- a) A limpeza dos resíduos é feita de forma total ainda na usina e não permite a liberação de gases poluentes.
- b) A utilização de biomassa em seu processo de produção, que permite a liberação somente de vapor de água para a atmosfera.
- c) Processo de queima dos materiais que geram a energia feita de forma sustentável, obedecendo, atualmente, ao Acordo de Paris.
- d) A fissão nuclear que aquece água e gera energia não produz resíduos gasosos que podem ser eliminados na atmosfera.
- e) Utilização de elementos renováveis na produção de energia nuclear, não permitindo o lançamento de gases poluentes.

**5) A produção de energia nuclear é um fato importante para a manutenção da oferta de energia elétrica no mundo, mas as preocupações acerca dessa energia envolvem:**

- a) mineração do urânio, que provoca elevada poluição atmosférica.
- b) descarte do lixo atômico, que pode promover a liberação de material radiativo.
- c) geração de calor nas usinas, que altera a fauna e a flora locais.
- d) liberação de gás carbônico no processo de produção da energia nuclear.
- e) mudança no curso dos rios que passam pelas proximidades das usinas nucleares.

### **Gravidade e Leis de Newton**

#### **1) Marque a alternativa correta a respeito da gravidade zero.**

- a) A gravidade zero ocorre em um ponto do espaço onde a atuação da gravidade é nula.
- b) A velocidade com a qual os objetos movimentam-se ao redor da Terra garante a sensação de queda perpétua, a qual chamamos de gravidade zero.
- c) Em gravidade zero, os objetos estão parados, flutuando próximos ao planeta.
- d) As regiões de gravidade zero são extremamente distantes da Terra.
- e) Todas as alternativas estão incorretas.

#### **2) A gravidade é resultado de uma curvatura gerada no espaço por causa da presença de um objeto muito massivo. Marque a alternativa correta a respeito dessa grandeza fundamental.**

- a) O valor da gravidade de um planeta ou estrela está relacionado somente ao seu

tamanho. Assim, quanto maior for o corpo celeste, maior será a atração gravitacional que ele proporcionará.

b) A lei da atração gravitacional de Newton determina que a força gravitacional é inversamente proporcional ao produto das massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa dois corpos.

c) Tanto o espaço quanto o tempo são curvados pela presença de um elemento massivo. Tal curvatura na malha espaço-tempo proporciona o que denominamos de gravidade.

d) Tanto o espaço quanto o tempo são curvados pela presença de um elemento massivo. Tal curvatura na malha espaço-tempo proporciona o que denominamos de gravidade. Porém, as curvaturas no espaço-tempo só podem ser geradas por corpos que possuem massa tão grande quanto a massa do Sol.

e) A massa do Sol é cerca de 1 milhão de vezes maior que a massa da Terra. Portanto, a gravidade gerada pela estrela também será 1 milhão de vezes maior.

#### **3) A sensação de estar sem peso, como quando estamos caindo em queda livre, é conhecida como:**

- a) peso
- b) inércia
- c) imponderabilidade
- d) gravidade
- e) aceleração

#### **4) Assinale a alternativa que define a terceira lei de Newton corretamente.**

a) Toda força de ação sobre um corpo possui diferente intensidade, sentido e direção da força de reação.

b) Todo corpo tende a continuar em repouso indefinidamente.

c) Toda força de ação sobre um corpo possui a mesma intensidade e direção, mas sentido contrário à força de reação.

d) Todo corpo tende a continuar em repouso ou em movimento retilíneo uniforme se o somatório das forças atuantes for diferente de zero.

e) Toda força de ação sobre um corpo possui mesma intensidade, sentido e direção da força de reação.

**5) Entre os pares abaixo, qual não é um par ação e reação?**

a) Força peso e força normal.

b) Força que a parede faz na mão e força que a mão faz na parede.

c) Força que o chão faz nos pés e força que os pés fazem no chão.

d) Força normal da superfície sobre o bloco e força do bloco sobre a superfície.

e) Força de atrito do balão com o cabelo e força do cabelo sobre o balão.

### **Transformações de energia**

**1) Em última análise, a energia utilizada por alguém em uma corrida veio do Sol. Marque a alternativa que justifica essa afirmação.**

a) Essa frase claramente refere-se à fixação da vitamina D, impossível de ser obtida por meio de suplemento ou alimentação.

b) A frase está incorreta, já que somente plantas executam o processo físico-químico da fotossíntese.

c) A frase está correta. O corredor absorve a energia dos alimentos que ingeriu, e a energia dos alimentos, por sua vez, foi obtida no processo natural da fotossíntese.

d) A afirmação está incorreta, pois contraria o princípio de Lavoisier.

e) Todas as afirmações anteriores estão incorretas.

**2) O primeiro campeão da modalidade olímpica do salto com varas foi o norte-americano William Hoyt, em 1896. Marque a alternativa que indica a sequência de transformações de energia que ocorrem na execução de um salto com vara.**

a) Energia potencial gravitacional > Energia cinética > Energia potencial elástica > Energia mecânica.

b) Energia cinética > Energia potencial elástica > Energia cinética > Energia potencial > Energia cinética.

c) Energia cinética > Energia mecânica > Energia potencial gravitacional > Energia potencial elástica.

d) Energia cinética > Energia potencial elástica > Energia cinética > Energia potencial elástica > Energia mecânica.

e) Energia mecânica > Energia cinética > Energia potencial gravitacional > Energia potencial elástica > Calor.

**3) No processo de obtenção de eletricidade, ocorrem várias transformações de energia. Considere duas delas:**

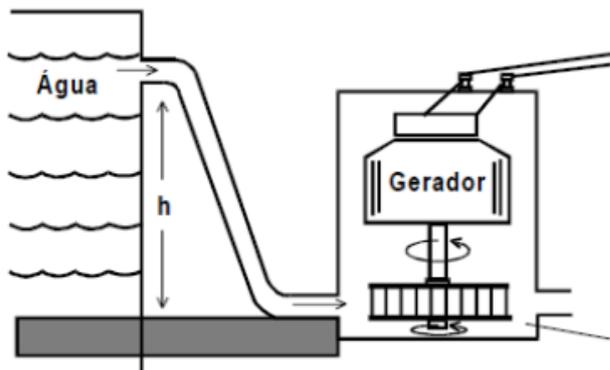
I. cinética em elétrica

II. potencial gravitacional em cinética

Analisando o esquema, é possível identificar que elas se encontram, respectivamente, entre:

- (A) I- a água no nível h e a turbina, II- o gerador e a torre de distribuição.
- (B) I- a água no nível h e a turbina, II- a turbina e o gerador.
- (C) I- a turbina e o gerador, II- a turbina e o gerador.
- (D) I- a turbina e o gerador, II- a água no nível h e a turbina.
- (E) I- o gerador e a torre de distribuição, II- a água no nível h e a turbina.

**4) Na figura abaixo, está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade.**



Fonte: <<https://bit.ly/30jHmZn>>

Analisando o esquema, é possível identificar que se trata de uma usina:

- (A) hidrelétrica, porque a água corrente baixa a temperatura da turbina.
- (B) hidrelétrica, porque a usina faz uso da energia cinética da água.
- (C) termoelétrica, porque no movimento das turbinas ocorre aquecimento.
- (D) eólica, porque a turbina é movida pelo movimento da água.
- (E) nuclear, porque a energia é obtida do núcleo das moléculas de água.

## Antimatéria

**1) A Física de Partículas é uma área da Física:**

- a) que estuda os diferentes tipos de ligações e reações químicas.
- b) responsável pelo estudo das partículas elementares e da interação entre radiação e matéria.
- c) responsável por explicar reações nucleares.
- d) destinada a formular teorias capazes de unificar a força gravitacional com outras forças da natureza.
- e) que explica, exclusivamente por meio da Física Clássica, as interações entre átomos e moléculas.

**2) Podemos definir a antimatéria como:**

- a) uma forma hipotética de matéria dotada de massa e carga nulas.
- b) uma posição filosófica metafísica, em oposição ao materialismo.
- c) uma matéria constituída por antipartículas com carga elétrica oposta à da matéria ordinária.
- d) uma substância originária do universo estudada pela Física Mecânica.
- e) um conceito físico para indicar a ausência de vida material na origem do universo.

**3) Os quarks são partículas que, quando ligadas em trios, formam partículas como prótons e nêutrons. Em relação aos quarks, assinale a alternativa correta:**

- a) São partículas que não têm massa e, por isso, recebem o nome de bósons.
- b) São partículas não elementares, pois apresentam estruturas internas feitas de partículas ainda menores.
- c) São partículas elementares de carga elétrica parcial menor que a carga elementar.
- d) São responsáveis pelo surgimento da força de atração, que mantém os núcleos atômicos estáveis.
- e) São destruídos nas reações nucleares para a obtenção de energia nuclear.

**4) Qual foi a primeira antipartícula descoberta?**

- a) Pósitron
- b) Antiprótons
- c) Antinêutrons
- d) Elétrons
- e) Quarks

**Entropia**

**1) Assinale a alternativa que está incorreta no que concerne à entropia:**

- a) a entropia de gases é geralmente maior que a dos líquidos e a entropia de líquidos é geralmente maior que a dos sólidos;

- b) a entropia normalmente aumenta quando um líquido puro ou sólido dissolve em um solvente;
- c) a entropia aumenta quando um gás dissolvido escapa de uma solução;
- d) a entropia do universo está aumentando continuamente;
- e) a entropia de um processo complexo é a soma das entalpias simples desse processo.

**2) Assinale a alternativa que apresenta a unidade de medida de entropia, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades:**

- a) cal/°C
- b) J/K
- c) cal/J
- d) W/m
- e) cal/g°C

**3) Durante um processo espontâneo, podemos afirmar que a entropia de um sistema termodinâmico:**

- a) sempre diminui.
- b) permanece constante.
- c) aumenta até um valor máximo.
- d) diminui até chegar a zero.
- e) aumenta e depois diminui até chegar a zero.

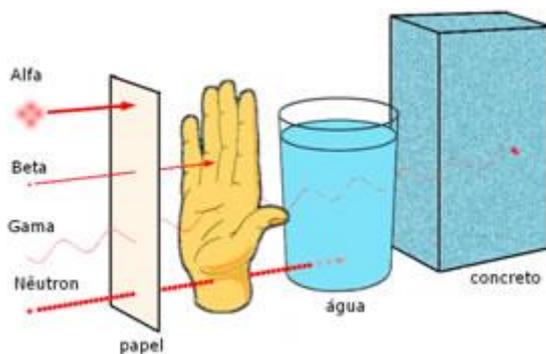
**4) À medida que a entropia de um sistema termodinâmico aumenta:**

- a) seu grau de aleatoriedade diminui na mesma medida.
- b) sua temperatura aumenta.

- c) sua pressão diminui.
- d) seu grau de aleatoriedade aumenta na mesma medida.
- e) sua energia interna aumenta na mesma medida.

### Radioatividade

- 1) A imagem a seguir traz uma representação do poder de penetração das radiações alfa, beta e gama:



Sobre essas radiações, marque a alternativa correta:

- a) Sempre que o núcleo de um átomo emite a radiação beta, um novo nêutron é formado no interior desse núcleo.
- b) A radiação beta é composta por um único elétron, o que confere a ela uma carga positiva.
- c) As radiações alfa são formadas por dois prótons e dois nêutrons, o que confere a ela a menor massa entre os tipos de radiações.
- d) As partículas gama são radiações eletromagnéticas que não possuem carga elétrica nem massa.
- e) Os nêutrons são partículas localizadas no interior do núcleo do átomo e apresentam uma massa menor do que a dos elétrons (presentes nas eletrosferas).

**2) A compreensão das propriedades de interação das radiações com a matéria é importante para: operar os equipamentos de detecção, conhecer e controlar os riscos biológicos sujeitos à radiação, além de possibilitar a interpretação correta dos resultados dos radioensaios.**

- I. As partículas gama possuem alto poder de penetração, podendo causar danos irreparáveis ao ser humano.
- II. As partículas alfa são leves, com carga elétrica negativa e massa desprezível.
- III. As partículas gama são radiações eletromagnéticas semelhantes aos raios X, não possuem carga elétrica nem massa.
- IV. As partículas alfa são partículas pesadas de carga elétrica positiva que, ao incidirem sobre o corpo humano, geralmente causam queimaduras de 3º grau.

V. As partículas beta são mais penetrantes e menos energéticas que as partículas alfa.

Das afirmações feitas em relação às partículas radioativas, estão CORRETAS:

- a) apenas I e V.
- b) apenas I, II e V.
- c) apenas I, III, e V.
- d) apenas II, III e IV.

**3) A radioatividade emitida por determinadas amostras de substâncias provém**

- a) da energia térmica liberada em sua combustão.
- b) de alterações em núcleos de átomos que as formam.

- c) de rupturas de ligações químicas entre os átomos que as formam.
- d) do escape de elétrons das eletrosferas de átomos que as formam.
- e) da reorganização de átomos que ocorre em sua decomposição.

### **Corrente elétrica**

**1) O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto à morte. A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para**

**o corpo humano, essa resistência varia de  $1000 \Omega$ , quando a pele está molhada, até  $100\ 000 \Omega$ , quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, lavando sua casa com água, molhou os pés e, acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de  $120\text{ V}$ . Qual a intensidade máxima de corrente elétrica que passou pelo corpo da pessoa?**

- a)  $1,2\text{ mA}$
- b)  $120\text{ mA}$
- c)  $8,3\text{ A}$
- d)  $833\text{ A}$
- e)  $120\text{ kA}$

**2) Ao entrar em contato com o corpo humano, a corrente elétrica produz diversos efeitos. Entre eles, um em específico faz com que os músculos se contraíam. Isso se trata do efeito**

- a) térmico
- b) magnético
- c) químico
- d) luminoso
- e) fisiológico

**3) Baseado em seus estudos sobre corrente elétrica, assinale qual dos tipos de corrente abaixo se trata daquela em que “os elétrons são forçados a deslocar-se em sentido único”.**

- a) Alternada      e) Contínua
- b) Retardada
- c) Uniforme
- d) Acelerada