



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

BEHAEL NILO FERREIRA LINHARES

**USO DE OBRAS DE FICÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA
ABORDAGEM DE CONCEITOS SOBRE A TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA
NO ENSINO MÉDIO**

**TERESINA
2025**

BEHAEL NILO FERREIRA LINHARES

USO DE OBRAS DE FICÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA
ABORDAGEM DE CONCEITOS SOBRE A TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA
NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo Rodrigues
Duarte.

TERESINA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Linhares, Behael Nilo Ferreira

L755u Uso de obras de ficção científica como recurso didático para abordagem de conceitos sobre a teoria da relatividade restrita no ensino médio / Behael Nilo Ferreira Linhares. - 2024.

62 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2024.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo Rodrigues.

1. Ensino Médio. 2. Ficção científica. 3. Relatividade restrita. 4. Sequência didática. I. Título.

CDD - 530

BEHAEL NILO FERREIRA LINHARES

USO DE OBRAS DE FICÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA
ABORDAGEM DE CONCEITOS SOBRE A TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA
NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Piauí, Campus Teresina Central.

Aprovada em: 07/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Ricardo Rodrigues Duarte- SIAPE 1620982
Orientador e Presidente da Banca Examinadora - IFPI

Prof.^a Ma. Joaquina Maria Portela Cunha Melo -SIAPE 1154942
Membro da Banca Examinadora - IFPI

Prof. Me. Ayrton Vasconcelos Lima -SIAPE 276298
Membro da Banca Examinadora - IFPI

Dedico este trabalho às minhas mães,
Maria Linhares e Antônia Ferreira.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo dessa jornada acadêmica.

À minha família, que sempre foi meu alicerce e fonte de inspiração. Em especial, à minha avó, Maria dos Anjos V. Linhares, e à minha mãe, Antônia M. Ferreira, que tornaram isso possível, garantindo meu acesso a uma educação de qualidade, independentemente das diversas dificuldades enfrentadas diariamente. Agradeço o amor incondicional, incentivo constante e por acreditarem em mim em todos os momentos. Sem vocês, certamente nada disso seria possível.

Aos meus amigos, que estiveram sempre ao meu lado, nos momentos de desafio e alegria. Meu agradecimento especial ao Roberth Lewan e à Raylane Coqueiro, cuja amizade e apoio fizeram toda a diferença ao longo da minha trajetória.

Ao meu companheiro de todas as horas, David C. Brandão, e à sua família, pelas leituras, conversas e ensinamentos diários. Obrigada por sempre estar comigo, incentivando-me e caminhando ao meu lado rumo à melhor parte da vida.

Aos professores do Instituto Federal do Piauí, que foram essenciais na minha formação acadêmica. Em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Duarte, pelo suporte, paciência e orientação fundamental para a realização deste trabalho. Ao Prof. Ayrton Vasconcelos Lima, que, antes de eu iniciar o curso de licenciatura em Física no IFPI, me fez abrir os olhos para o universo.

Por fim, agradeço a todos os meus colegas do IFPI, por compartilharem comigo essa jornada acadêmica. Cada interação e aprendizado foi valioso para minha formação pessoal e profissional.

O maior valor da ciência é alimentar a curiosidade e nos dar o inigualável prazer de desvendar o desconhecido. Devemos ensiná-la para ampliar o círculo dos que podem participar da deliciosa aventura de conhecer.

Richard Feynman

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo investigar as possibilidades do uso de obras do gênero de ficção científica como ferramenta didática para abordagem de conceitos sobre a Teoria da Relatividade Restrita no Ensino Médio. A metodologia adotada é qualitativa, buscando construir competências da acima mencionada Teoria da Relatividade Restrita de forma contextualizada, impulsionando a formação cidadã e incentivando a compreensão crítica e investigativa dos alunos. A pesquisa foi estruturada em três etapas: identificação e integração de conteúdos, investigação da prática docente e desenvolvimento de uma sequência didática como recurso facilitador na prática docente, incluindo planos de aula e questionários com quatro perguntas para cada obra analisada. Foram selecionadas obras como o quadrinho The Flash, a série Star Trek e o filme O Planeta dos Macacos devido à sua relevância na abordagem de conceitos da Teoria da Relatividade Restrita, discutindo temas como a relação entre massa e energia, paradoxos temporais e dilatação do tempo. Percebe-se que a ficção científica, ao conectar ciência e arte, pode despertar o interesse e a criatividade dos alunos, além de contribuir para sua formação científica e cultural. A análise reforça a necessidade de estratégias educacionais para superar obstáculos epistemológicos e aproximar os estudantes da produção do conhecimento científico, possibilitando uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: ensino médio; ficção científica; relatividade restrita; sequência didática.

ABSTRACT

This research aims to investigate the possibilities of using works from the science fiction genre as a didactic tool to address concepts of the Theory of Special Relativity in High School education. The methodology adopted is qualitative, seeking to build competencies related to the aforementioned Theory of Special Relativity in a contextualized manner, fostering citizenship development and encouraging students' critical and investigative understanding. The research was structured in three stages: identification and integration of content, investigation of teaching practices, and the development of a didactic sequence as a facilitator in teaching practice, including lesson plans and questionnaires with four questions for each analyzed work. Works such as the comic book *The Flash*, the series *Star Trek*, and the film *Planet of the Apes* were selected due to their relevance in addressing concepts of the Theory of Special Relativity, discussing themes such as the relationship between mass and energy, time paradoxes, and time dilation. It is evident that science fiction, by connecting science and art, can spark students' interest and creativity, in addition to contributing to their scientific and cultural development. The analysis emphasizes the need for educational strategies to overcome epistemological obstacles and bring students closer to the production of scientific knowledge, enabling meaningful learning.

Keywords: high school; science fiction; special relativity; didactic sequence.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Flash Comics,1940.....	24
Figura 2	Star Trek (1ª Temporada), 1966.....	25
Figura 3	O Planeta dos Macacos,1966	27
Figura 4	The Flash (Volume 2) #150, 1999	32
Figura 5	O Capitão John Christopher e o Capitão Kirk	34
Figura 6	Os três astronautas observam primeira vez os humanos selvagens daquele planeta	35

LISTA DE TABELAS

Quadro 1	Referências e Aplicações entre Conceitos e Recursos Didáticos.....	38
----------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FC	Ficção Científica
FM	Física Moderna
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SEDUC-PI	Secretaria de Estado da Educação do Piauí
TRR	Teoria da Relatividade Restrita

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	FÍSICA MODERNA E A FICÇÃO CIENTÍFICA	16
2.1.	O gênero de ficção científica.....	21
2.2.	Obras escolhidas para exploração da física moderna.....	23
2.2.1.	Quadrinho <i>The Flash</i>	24
2.2.2.	Série Jornada nas Estrelas (<i>Star Trek: The Original Series</i>).....	25
2.2.3.	Filme O Planeta dos Macacos (<i>Planet of the Apes</i>)	27
2.3.	Física Moderna no ensino médio: Contextos, Desafios e Estratégias	28
2.3.1.	Conceitos Físicos Abordados.....	31
2.3.2.	Relação entre massa e energia na Teoria da Relatividade Restrita.....	31
2.3.3.	Paradoxos temporais (causalidade)	33
2.3.4.	Relatividade do tempo (dilatação temporal)	35
3.	METODOLOGIA	36
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS.....	46
	APÊNDICE A – PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTEGRADA ÀS TRÊS OBRAS DO GÊNERO DE FICÇÃO CIENTÍFICA	50
	APÊNDICE B – PROPOSTA DE PLANO DE ENSINO E QUESTIONÁRIO.....	51
	OBRA I: QUADRINHO THE FLASH	51
	APÊNDICE C – PROPOSTA DE PLANO DE ENSINO E QUESTIONÁRIO.....	55
	OBRA II: SÉRIE STAR TREK	55
	APÊNDICE D – PROPOSTA DE PLANO DE ENSINO E QUESTIONÁRIO.....	59
	OBRA III: FILME O PLANETA DOS MACACOS	59

1. INTRODUÇÃO

O surgimento da Física Moderna (FM), da qual fazem parte as Teorias da Relatividade Restrita (TRR) e Geral de Albert Einstein, no início do século XX, impulsionado por descobertas que extrapolaram os limites da Física Clássica, manifestou os conhecimentos para a compreensão de fenômenos que antes eram inacessíveis ao conhecimento humano (Terrazzan, 1994; Ostermann; Moreira, 2000; Brasil, 2002). Esse avanço expõe uma rede de interações e propriedades fundamentais que não se restringem aos conceitos da Física tradicional. Como resultado, a FM proporcionou o desenvolvimento de tecnologias que hoje fazem parte da modernidade e moldam o cotidiano, como dispositivos eletrônicos de ótimas qualidades e com dimensões reduzidas, que são essenciais nas áreas de comunicação, saúde e energia e outras.

A introdução de conteúdos relacionados à FM no ensino médio é uma oportunidade de aproximar os estudantes de temas científicos centrais, dando-lhes uma visão mais ampla de como a ciência e a tecnologia influenciam a sociedade (Berland et al., 2016; Massoni; Carvalho, 2022). O contato de conteúdos como a TRR e outros fundamentos da FM pode incitar nos alunos uma motivação para compreender melhor o mundo tecnológico e os impactos sociais das inovações, preparando-os para discutir e avaliar criticamente o desenvolvimento científico que influencia suas vidas.

Diversos documentos educacionais oficiais brasileiros, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), reforçam a importância da inclusão de conteúdos de FM no currículo escolar, uma necessidade também defendida pela comunidade científica. No entanto, percebe-se que esses conteúdos, na prática, ainda enfrentam desafios a serem apresentados de forma contextualizada, o que prejudica o processo educacional. Dessa forma, para Zollman (2016), a escolha dos conceitos trabalhados e a compreensão de qualquer área do conhecimento requer uma conexão com seus contextos e princípios epistemológicos; assim, uma apresentação descontextualizada acaba limitando a assimilação dos alunos e sua capacidade de aplicar esses conhecimentos.

De acordo com Ostermann (2001 p. 11),

[...] é viável ensinar Física Moderna no Ensino Médio, tanto do ponto de vista

do ensino de atitudes quanto de conceitos. É um engano dizer que os alunos não têm capacidade para aprender tópicos atuais. A questão é como abordar tais tópicos [...] se houve dificuldades de aprendizagem não foram muito diferentes das usualmente enfrentadas com conteúdo da Física Clássica [...] os alunos podem aprendê-la se os professores estiverem adequadamente preparados e se bons materiais didáticos estiverem disponíveis.

A disciplina de Física no ensino médio, muitas vezes, é ofertada de maneira descontextualizada com um foco excessivo na linguagem tecnicista, o que acaba desvalorizando a essência filosófica da matéria. Conforme (LUNKES; ROCHA FILHO, 2011), as metodologias pedagógicas não acompanham as rupturas epistemológicas para a ciência e o enfoque limita os alunos de vivenciar o aspecto mais fascinante da Física: sua densidade conceitual e a filosofia do conhecimento que a acompanha, com seus desafios e descobertas. Isso leva ao questionamento central deste trabalho: como o uso do gênero de ficção científica (FC) pode revelar potencialidades e ser usado como recurso pedagógico no ensino de FM no ensino médio?

O objetivo geral desta pesquisa é investigar as possibilidades do uso de obras do gênero de FC como ferramenta didática para abordagem de conceitos sobre a TRR no ensino médio. Entre os objetivos específicos, busca-se:

- Utilizar obras de FC como instrumentos motivacionais no aprendizado de FM.
- Identificar elementos favoráveis à introdução de conceitos de FM, presentes nas obras de FC relacionadas neste trabalho.
- Incentivar a interação entre os alunos, promovendo debates e análises críticas sobre os conteúdos de FM presentes nas obras.
- Facilitar a compreensão de conteúdos históricos e filosóficos da Física, mediada pelo cinema.

Este estudo adota uma metodologia de pesquisa de abordagem qualitativa e natureza aplicada. De acordo com suas características, é classificada como pesquisa aplicada, pois tem como foco a produção de um produto prático: uma sequência didática. Este trabalho direcionado especialmente ao educador como forma mediadora de ensino, utiliza ferramentas que integram as três obras de ficção científica escolhidas para o projeto, buscando aproximar a FM do contexto escolar e verificando aos fenômenos alinhados às habilidades previstas na BNCC.

No desenvolvimento deste estudo, foram selecionadas três obras de FC, a fim de destacar cenas específicas que abordam conceitos físicos: o quadrinho *The Flash* (1956), a série *Star Trek* (1966) e o filme *O Planeta dos Macacos* (1968). Este

trabalho, voltado para professores de Física, inclui uma sequência didática (integrada às três obras), abordando temas como a relação entre massa e energia, paradoxos temporais e a dilatação temporal, embasando-se nas análises dos livros de Tipler e Mosca (2009) e Resnick (2014), acompanhada de um plano de ensino e questionário avaliativo (específico de cada obra), visando facilitar e prosperar o trabalho do discente na aplicação da proposta em sala de aula.

2. FÍSICA MODERNA E A FICÇÃO CIENTÍFICA

Embora a FM esteja cada vez mais presente em nosso cotidiano, ela ainda permanece distante da realidade das aulas tradicionais no ensino médio. Barros e Souza (2020, p. 2) apontam que, no contexto do ensino em sala de aula, muitos temas são tratados como “assuntos ultrapassados no contexto científico-físico”. Para Ostermann e Ricci (2002), bem como Arriassecq, Cayul e Greca (2017), é possível despertar a atenção e a motivação dos estudantes na disciplina por meio da forma como os conteúdos são abordados. O ensino médio, nesse cenário, enfrenta o desafio de apresentar explicações claras para os fenômenos naturais, utilizando estratégias que proporcionem uma aprendizagem significativa e que tornem o conhecimento físico mais acessível.

A BNCC (Brasil, 2018) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1999) e PCN+ (2002) apresentam diretrizes que permitem a inclusão de tópicos de Física Moderna (FM) na educação básica, mas não a tornam obrigatória. Esses documentos sugerem que a FM possa ser explorada de forma introdutória e conceitual, em diálogo com aspectos históricos e filosóficos. Além disso, a BNCC enfatiza que um ensino contextualizado das ciências pode fomentar no aluno uma postura crítica em relação ao mundo em que vive. Nesse sentido, Jardim, Otoyá e Oliveira (2015) defendem que temas como dilatação temporal e contração do espaço abordados na TRR de Einstein que é um componente essencial da FM, podem despertar o interesse dos estudantes quando abordados de forma planejada. A introdução desses tópicos é fundamental para que os alunos reconheçam a Física como uma ciência dinâmica, sempre em desenvolvimento e de grande relevância para a sociedade como um todo.

Nesse contexto, estratégias de ensino podem incluir o uso de obras do gênero de FC como ferramentas didática e eficaz. Histórias em quadrinhos, séries televisivas

e filmes que abordam conceitos da FM, são exemplos de que podem ser utilizados em sala de aula como recursos didáticos. Cenas selecionadas dessas atividades têm potencial de ser debatidas no terceiro ano do ensino médio, tornando a disciplina mais admirável tanto para alunos quanto para professores. Quando trabalhadas de maneira adequada e objetiva, essas abordagens facilitam o processo de ensino-aprendizagem e promovem um engajamento maior, conforme destacam Barbosa, Aquino e Calheiro (2020).

Silva (2019, p. 30) afirma que:

A formação do professor usando tecnologias pedagógica-digitais desenvolve-se numa abordagem que privilegia as múltiplas interações entre os participantes do processo de ensino e aprendizagem, pode viabilizar a abordagem da formação reflexiva e contextualizada permitindo ao formador conhecer e participar do dia a dia do professor-cursista na sua realidade escolar que se depara com grande aparato tecnológico que habita o conhecimento dos alunos. As tecnologias e mídias digitais devem fazer parte do repertório do professor que ao incorporá-las ao processo de ensino e aprendizagem deverá refletir sobre suas finalidades enquanto ferramenta de aprendizagem.

Atualmente, o uso de tecnologias nos ambientes escolares tornou-se uma prática amplamente difundida, sendo aplicada de diversas formas. No entanto, para que a aprendizagem seja realmente eficaz, não basta modificar os métodos de ensino; é igualmente necessário transformar a interação entre professores e alunos, a percepção dos estudantes em relação à escola e a conexão entre o aprendizado cotidiano e o mundo em que vivem. Nesse processo, ambos, professor e aluno, tornam-se protagonistas na construção do conhecimento.

A escolha de obras com enfoque científico, frequentemente exploradas de maneira tecnicista em sala de aula devido à complexidade inerente aos conteúdos de FM, oferece uma oportunidade para repensar as práticas pedagógicas. Dessa forma, busca-se facilitar o papel do professor nas etapas educacionais que envolvem esses temas específicos, utilizando o gênero da FC como ponto de partida. A proposta é concretizada por meio de uma sequência didática estruturada, que visa apoiar e simplificar a abordagem desses conteúdos no ambiente escolar.

Para discutir a concepção e as definições da sequência didática proposta, fundamentamo-nos nos teóricos referenciados, com destaque para Zabala (1998). Segundo o autor, toda prática pedagógica demanda uma organização metodológica antes de ser implementada. Nessa perspectiva, a construção de uma sequência

didática ou de atividades exige que o professor reflita sobre duas perguntas essenciais que orientam a prática educativa: “Para que educar? Para que ensinar?” A partir dessas questões, é possível estabelecer um fazer pedagógico mais reflexivo (ZABALA, 1998, p. 21).

De acordo com Zabala (1998), sequência didática ou atividades didáticas são definidas como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (grifos do autor). Embora não diferencie entre sequência didática e sequência de atividades, o autor sugere critérios específicos para sua elaboração, aplicação e avaliação, organizados em três etapas principais: planejamento, aplicação e avaliação (ZABALA, 1998, p. 18).

Além disso, Zabala (1998, p. 55) descreve quatro fases importantes para a aplicação de uma sequência didática: comunicação da lição, estudo individual do conteúdo, revisão do conteúdo trabalhado e, por fim, a avaliação realizada pelo professor. Ele destaca que o principal objetivo dessa metodologia é:

[...] introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas. (ZABALA, 1998, p.54).

Sob essa perspectiva, o planejamento de uma sequência didática deve considerar não apenas os conteúdos a serem abordados, mas também as interações entre professores e alunos, bem como entre os próprios alunos. É essencial observar como os temas ou conteúdos influenciam essas dinâmicas e garantir que todos desempenhem um papel ativo no desenvolvimento das atividades. Além disso, aspectos como a organização dos conteúdos, a gestão do tempo e do espaço, a escolha dos recursos didáticos e a definição dos critérios de avaliação precisam ser cuidadosamente planejados para garantir o sucesso das atividades propostas.

Conforme Castro (1976, p. 55), a sequência didática pode ser comparada a um minicurso, sendo defendida pelo autor como uma metodologia de ensino eficaz, já que “a aprendizagem por meio de unidades atende às necessidades dos estudantes de maneira mais eficaz”. Contudo, essa abordagem é frequentemente questionada, sobretudo por conta da divisão do conhecimento em partes isoladas, o que pode resultar na fragmentação de temas e conteúdo.

Ainda assim, Zabala (1998, p. 139) destaca que as unidades didáticas, embora muitas vezes apresentadas de forma separada em sala de aula, ganham maior potencial educativo quando são integradas:

[...] apesar de que seguidamente se apresentem em classe de modo separado, têm mais potencialidade de uso e de compreensão quanto mais relacionados estejam entre si (ZABALA, 1998, p. 139).

Dessa forma, cabe ao professor buscar a interconexão entre os conteúdos e promover uma integração harmoniosa entre os saberes que, à primeira vista, podem parecer fragmentados. Isso garante que, conforme afirma Zabala (1998, p. 139), os conteúdos isolados ou específicos adquiram maior valor formativo ao serem conectados de forma significativa. Essa mudança de paradigma exige uma conduta didática que conecte os novos conceitos da FM aos conhecimentos prévios dos estudantes. Ao articular diferentes conteúdos de forma integrada, o professor pode favorecer a construção de um aprendizado significativo, evitando que a fragmentação dos temas dificulte a compreensão das transformações trazidas por essa área da física.

Os conceitos introduzidos pela FM provocaram transformações profundas na Física Clássica, especialmente no entendimento de fenômenos em escalas extremamente pequenas, como as atômicas e subatômicas. Além disso, a FM expandiu significativamente a compreensão sobre o movimento em velocidades próximas à da luz, contexto no qual as Leis de Newton (1643-1727) deixam de ser aplicáveis de forma tradicional. Suas contribuições foram essenciais para o desenvolvimento de áreas como eletrônica, medicina e telecomunicações, permitindo aos cientistas interpretar e explorar o universo de maneiras modernas.

A FM fundamenta-se em dois pilares principais: a Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica. A Teoria da Relatividade trouxe mudanças revolucionárias, introduzindo conceitos como a “fusão do tempo e do espaço [...], além de incorporar novos absolutos, como a velocidade da luz e o intervalo relativístico” (MARTINS, 1998, p. 103). Albert Einstein, frequentemente descrito como uma pessoa de intensa curiosidade, certa vez declarou: “Eu não sou nem especialmente inteligente, nem especialmente dotado. Sou apenas curioso, muito curioso” (MOREIRA, 2005, p. 39).

Foi essa curiosidade, somada à ousadia científica, que levou Einstein a, em 1905, publicar o artigo que deu origem à TRR. Inspirado pelos resultados obtidos no

experimento do interferômetro de Michelson e Morley, Einstein propôs um princípio de abrangente de relatividade, aplicável tanto às leis da mecânica quanto às da eletrodinâmica. Pela primeira vez, foi sugerido que o tempo e o espaço não são absolutos, mas sim relativos, variando de acordo com o referencial de observação (Tipler e Mosca, 2009). Sua teoria baseou-se em dois postulados fundamentais, sendo o primeiro, O Princípio da Relatividade e o segundo, A Constância da Velocidade da Luz:

"- As leis pelas quais os estados dos sistemas físicos passam por mudanças não são afetadas, seja qual for o sistema de coordenadas em movimento translacional uniforme ao qual essas mudanças de estado são referidas.
- A luz é sempre propagada no espaço vazio com uma velocidade definida c , que é independente do estado de movimento do corpo emissor." (Einstein, A. (1905). Sobre a Eletrodinâmica dos Corpos em Movimento. *Annalen der Physik*, 17, 891–921.)"

Os postulados da Relatividade Restrita trouxeram uma nova compreensão sobre o tempo, revelando que ele não é absoluto, como proposto pela Física Clássica, mas sim relativo ao movimento do observador. À medida que a velocidade de um objeto em relação a um observador aumenta, o tempo passa mais lentamente para esse objeto, em comparação com o tempo medido pelo observador em repouso. Essa descoberta introduziu a ideia de que o tempo é uma dimensão que se adapta ao movimento, integrando-se ao espaço na concepção de espaço-tempo.

Esses postulados reformulam a percepção do universo, interligando conceitos como tempo, espaço, causalidade e a relação entre massa e energia (Tipler e Mosca, 2009). Um dos efeitos mais marcantes é a dilatação temporal, que demonstra que o tempo depende do movimento relativo entre o observador e o objeto observado. Assim, para objetos em alta velocidade, o tempo "passa mais devagar" em relação a um observador estacionário. Essa interdependência do tempo e do espaço fundamenta a ideia do espaço-tempo, onde ambas as dimensões são moldadas pelo movimento.

A relatividade do tempo e a noção de espaço-tempo também suscitam debates sobre causalidade, exemplificados em paradoxos temporais, como o paradoxo do avô. Nesse cenário hipotético, um viajante do tempo impede que seu avô tenha descendentes, criando uma contradição lógica: se o viajante não nasceu, como ele pôde viajar no tempo? Embora a TRR não permita viagens no tempo de nenhuma forma, diferentemente do que é frequentemente retratado na ficção científica, ela

redefine os conceitos de simultaneidade e causalidade. A ordem dos eventos pode variar conforme o observador, mas a sequência causal permanece preservada.

Outro marco dessa teoria é a famosa equação $E=mc^2$, que estabelece a equivalência entre massa e energia. Essa relação revolucionou a visão da matéria e da energia, mostrando que a massa é uma forma condensada de energia. Essa descoberta teve consequências práticas, como no desenvolvimento da energia nuclear, e teóricas, cooperando a explicar fenômenos cósmicos e subatômicos.

Essas inferências transformaram nossa percepção do universo. Além de explicar fenômenos como a dilatação temporal, a TRR levantou questões profundas sobre o funcionamento do espaço-tempo e a natureza da causalidade, gerando desenvolvimento tecnológicos e reflexões filosóficas.

2.1. O GÊNERO DE FICÇÃO CIENTÍFICA

Em meados do século XIX, o termo FC ganha popularidade com as histórias de Júlio Verne (Vinte Mil Léguas Submarinas-1870, Viagem ao Centro da Terra-1864 e A Volta ao Mundo em Oitenta Dias-1872) e H. G. Wells (A Guerra dos Mundos-1898). O termo “ficção científica” que surgiu em 1929, é um subgênero da ficção especulativa, onde o enredo cria situações especulativas diferentes daquelas do presente e do passado conhecido, os textos também incluem um elemento humano, explicando os efeitos que acarretam o avanço científicos e terão sobre a humanidade no futuro.

É considerada literatura de menor narrativas aos que se dirigem à públicos específicos interessados pela proposta, mostrando um subgênero da ficção em prosa que explora mudanças na experiência humana com base em extrapolações do progresso científico, levando a reflexões sobre impactos dessas transformações (ALLEN, 1977). Destaca-se como um gênero narrativo em que as histórias frequentemente dialoguem entre a ciência e tecnologia no futuro, utilizando elementos científicos para desenvolver sua trama, e essas histórias envolvem leis fictícias parcialmente verdadeiras ou teorias da ciência, diferenciando-se da fantasia, pois pertencem a outro gênero narrativo (Asimov, 1984).

Ampla dificuldade de estabelecer uma definição apropriado para a ficção científica, os autores reconhecem o desafio e assim, Asimov (1984, p. 16) a coloca em um gênero mais amplo, que se conhece por ficção surrealista onde descreve “fatos que se verificam em ambientes sociais não existentes na atualidade e que jamais

existiram em épocas anteriores”. Conforme o pensamento de Allen (1976, p. 235), a ficção científica pode ser “de outros tipos de ficção pela presença de uma extrapolação dos efeitos humanos de uma ciência extrapolada”.

Dessa forma, compreende-se esse raciocínio de Allen como uma categoria que envolve uma forma qualquer de utilização de ideias científicas para a produção do conteúdo divulgado no texto, a partir de uma diretriz para sua construção. Uma visão próxima à de Asimov é apresentada por Umberto Eco (1989, p. 169), ao afirmar que a ficção científica envolve “a especulação contrafactual de um mundo estruturalmente possível”, construída a partir da extrapolação de tendências observadas no mundo real para imaginar cenários futuros. Da mesma forma, Allen (1976, p. 235) destaca o caráter de antecipação da FC, descrevendo-a como “uma conjectura baseada em linhas de tendência reais”. Assim, essa antecipação, fundamentada na lógica científica, permite explorar possibilidades do mundo real por meio da especulação.

[...] a boa ficção científica é cientificamente interessante não porque fala de prodígios tecnológicos [...], mas porque se apresenta como um jogo narrativo sobre a própria essência de toda a ciência, isto é, sobre a sua conjecturabilidade (ECO, 1989, p. 170).

Rabkin (1977, p. 120-121) argumenta que “a variação a partir do conhecimento aceito” constitui um dos traços centrais da FC, destacando que o essencial para definir o gênero não reside em elementos como “armas de raios ou aventais de laboratório”, mas sim na adoção de uma mentalidade científica. De forma complementar, Suvin (1984, p. 94) sugere que a FC deve ser caracterizada pelo domínio narrativo de um “novum” – entendido como uma novidade ou inovação – validado por uma lógica cognitiva, que reflete uma abordagem científica na construção da narrativa.

Dessa maneira, a ficção científica não é definida por uma ligação direta com a ciência em si, mas por sua utilização de um raciocínio científico para construir especulações sobre a realidade. Por meio da variação ou extrapolação, suas narrativas são estruturadas em conjecturas baseadas na racionalidade lógico-causal, com o objetivo de explorar os impactos humanos advindos de uma novidade introduzida. Por meio da variação ou extrapolação, suas narrativas são estruturadas em conjecturas baseadas na racionalidade lógico-causal, com o objetivo de explorar os impactos humanos advindos de uma novidade introduzida. As viagens temporais, por exemplo, são especulações trazidas pelas obras de FC, que, ao desencadear reflexões e conjecturas, tornam-se um dos pontos centrais do efeito literário do

gênero.

2.2. OBRAS ESCOLHIDAS PARA EXPLORAÇÃO DA FÍSICA MODERNA

A escolha das obras de FC neste trabalho justifica-se pela maneira em que o gênero pode auxiliar no ensino de Física. Contudo, é necessário ter cuidados específicos, uma vez que as obras apresentam uma grande diversidade de enfoques e incentivos, que podem impactar sua utilização didática. Como destaca Alves (2001), é essencial que os materiais interdisciplinares, como as obras de FC, sejam considerados como produtos culturais. Estes materiais são sujeitos a múltiplas interpretações e análises, influenciados por ações que, ao desvirtuar a realidade, aprimoram o saber e contribuem para o processo de obtenção de conhecimento. Essa conduta é variável e depende do momento, possibilitando uma maior compreensão da linguagem lúdica, tornando-a acessível para os estudantes.

Ao analisar as obras, é preciso entender que elas não são meras representações, mas sim descrições de momentos específicos da realidade. As produções cinematográficas atuais, por exemplo, buscam cada vez mais aproximar-se da realidade, refletindo essa preocupação nas suas representações. Nas obras analisadas neste trabalho, observou-se essa tentativa de representar uma realidade mais concreta, o que é um fator importante para sua utilização pedagógica.

Conforme Tavares (1986), na FC, a ciência é representada como um personagem, e não como uma coautora da narrativa. Isso implica que o professor deve estar atento à escolha da obra a ser trabalhada, diferenciando se a ciência apresentada tem uma conexão genuína com a realidade científica ou se é apenas uma construção fictícia para compor a história. A partir dessa análise crítica, é possível abordar os conceitos de forma eficaz, seja para ilustrar o uso correto ou para identificar e corrigir possíveis erros científicos. A Física, enquanto ciência que investiga a natureza e seus fenômenos de maneira ampla, possui um campo de atuação diversificado. Nesse sentido, é importante destacar a colaboração entre o cinema e os cientistas, com o propósito de assegurar que as representações científicas nas produções audiovisuais estejam em harmonia com os conhecimentos científicos reais (BRITO, 2011).

No caso do quadrinho *The Flash*, o professor pode explorar uma série de conceitos da FM em sala de aula como relação entre massa e energia, paradoxos

temporais e dilatação temporal. O personagem do velocista se apresenta como um recurso didático valioso, combinando entretenimento com conhecimento científico, histórico e literário. Quando bem utilizado no contexto educacional, o quadrinho pode suscitar a atenção dos estudantes para os temas abordados e estimular uma visão crítica sobre a Física. Além disso, ele serve como uma ponte para aproximar os jovens de questões científicas relevantes, promovendo reflexões significativas e construções de conhecimento mais profundas.

2.2.1. Quadrinho *The Flash*

O Flash, conhecido como o Velocista Escarlate, é um dos heróis mais icônicos da DC Comics. O quadrinho do gênero de superaventura foi criado em 1940 pelo escritor Gardner Fox e pelo artista Harry Lampert, tem classificação indicativa livre para todas as idades. O personagem original, Jay Garrick, estreou na revista Flash Comics #1 e desde então, o manto do Flash foi passado para outros personagens, como Barry Allen, Wally West e Bart Allen, cada um trazendo novas histórias e dimensões ao herói.

Figura 1- Flash Comics (1940), nº10.



Fonte: CartButtonName.

Serão trabalhadas exclusivamente a edição The Flash (Vol. 2) #150, intitulada *Chain Lightning: Conclusion*, que é uma edição marcante na história do Flash. O

volume 2 da série The Flash foi publicado entre 1987 e 2009. A edição específica #150 foi lançada em julho de 1999, que faz parte do arco "Chain Lightning", onde Wally West enfrenta desafios temporais e o vilão Zoom. Na conclusão, Wally ultrapassa seus limites, atingindo velocidades dez vezes superior à da luz para salvar sua cidade e seus entes queridos.

Essa edição é especialmente famosa por mostrar o Flash superando as limitações físicas impostas pela relatividade, graças à força de aceleração, um conceito exclusivo do universo dos quadrinhos da DC. A cena específica ilustra o personagem desafiando as leis da física ao se mover em velocidades impossíveis de acordo com a relatividade restrita, trazendo uma oportunidade única para discutir a distinção entre ciência real e as licenças criativas da ficção científica.

2.2.2. Série Jornada nas Estrelas (*Star Trek: The Original Series*)

Star Trek, uma das séries de ficção científica mais influentes de todos os tempos, foi criada por Gene Roddenberry e estreou em 1966 com classificação de 12 anos para seus utentes, abordando temas no gênero de ficção científica, fantasia e drama. Originalmente séries de televisão norte-americana chamada de Star Trek, porém renomeada posteriormente para Star Trek: The Original Series foi produzida inicialmente pela VC, a série tinha como objetivo explorar temas filosóficos e sociais por meio das viagens e descobertas da tripulação da nave estelar USS Enterprise. Em um cenário futurista do século XXIII, a série retrata a busca da humanidade por conhecimento e paz, abordando tópicos como diversidade cultural, ética, ciência e tecnologia.

Figura 2- Star Trek (1ª Temporada), 1966.



Fonte: CartButtonName.

A série original, hoje conhecida como *Star Trek: The Original Series*, teve três temporadas, totalizando 79 episódios. Com o tempo, deu origem a diversas franquias derivadas e filmes, consolidando-se como um marco na cultura popular e na ficção científica, com legião e fãs. Destacou-se por introduzir conceitos avançados da ciência, explorando-os de maneira visual e narrativa. Entre esses conceitos, a série aborda frequentemente a viagem no tempo e seus efeitos, facultando uma ferramenta única para discussão de temas complexos como paradoxos temporais.

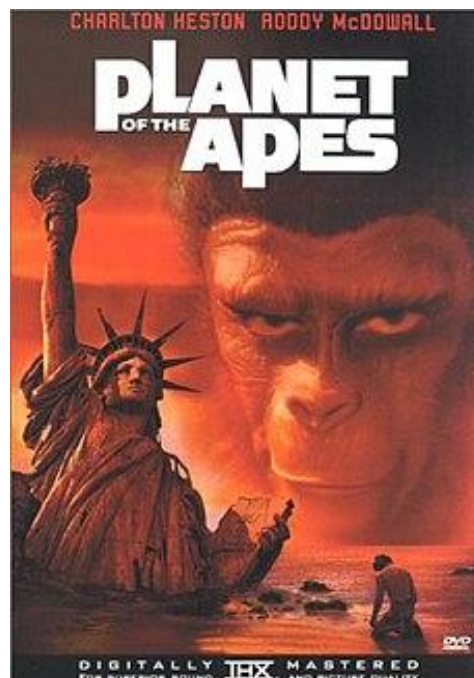
O episódio "Tomorrow is Yesterday", da série *Star Trek: The Original Series*, pertence ao gênero de ficção científica e possui duração aproximada de 50 minutos. Neste episódio, a nave USS Enterprise é transportada acidentalmente para o século XX, após um encontro com um buraco negro. Aos 6 minutos, inicia-se uma interação com o Capitão John Christopher, piloto de um caça militar, que é levado a bordo após seu avião ser danificado. Entre os 15 e 20 minutos, o episódio aborda o dilema central: o risco de que as ações do Capitão Christopher, ao retornar com conhecimento do futuro, possam alterar a linha do tempo. A solução proposta pela tripulação ocorre entre os 28 e 30 minutos, quando o Dr. Spock sugere uma manobra de "estilingue gravitacional" ao redor do Sol para restaurar a linha do tempo. Nos momentos finais, a nave retorna ao seu tempo original, apagando as memórias do Capitão Christopher e preservando a causalidade, destacando os desafios e soluções apresentados pelos

paradoxos temporais.

2.2.3. Filme O Planeta dos Macacos (*Planet of the Apes*)

O filme “o planeta dos macacos”, obra cinematográfica norte-americana foi dirigido por Franklin J. Schaffner e lançado em 1968, é uma obra clássica de ficção científica, baseada no romance de Pierre Boulle, *La planete des singes*, com Charlton Heston no papel principal possuindo indicação classificativa para maiores de 12 anos no Brasil. O enredo segue um astronauta sobrevivente de uma missão espacial que chega a um planeta semelhante à Terra. Lá, ele descobre que uma raça de macacos falantes domina e escraviza seres humanos, que, por sua vez, são mudos. Após uma longa viagem espacial, chegam a um planeta aparentemente estranho, onde macacos inteligentes dominam uma sociedade e os humanos são tratados como seres inferiores. Ao longo do filme, os personagens descobrem que, na verdade, estão na Terra, mas em um futuro distante, após milhares de anos tiram se passado.

Figura 3- Capa do DVD Planet of the apes,1968.



Fonte: Wikipédia.

Com duração de 115 minutos (1h e 55min), O Planeta dos Macacos (1968) oferece uma cena significativa para exemplificar a Relatividade Restrita.

Aproximadamente aos 22 minutos, quando George Taylor e sua tripulação entram em hibernação, a nave atinge velocidades altíssimas, iniciando o fenômeno de dilatação temporal. Esse conceito se torna evidente a partir de 1h31min, quando Taylor retorna à Terra e descobre que, enquanto para ele se passaram apenas alguns anos, séculos transcorreram no planeta. Outro tema relevante para abordagem em sala de aula é a reflexão sobre a evolução humana e seus impactos, representados no filme pelo domínio dos símios sobre os humanos.

Ao exibir essas cenas mesmo que selecionadas, é recomendada uma análise objetiva e didática, destacando os conceitos de dilatação temporal e suas implicações permitindo a contextualização interdisciplinar entre física moderna e cultura. O filme explora temas como evolução, sociedade e a natureza humana, mas é especialmente relevante por sua abordagem do tempo, sendo uma excelente obra para averiguação científica sobre conceitos complexos, como a relatividade do tempo.

2.3. Física Moderna no ensino médio: Contextos, Desafios e Estratégias

A FM, desenvolvida no início do século XX, trouxe mudanças profundas na compreensão dos fenômenos naturais. Entre seus principais marcos estão a TRR (1905) e a Teoria da Relatividade Geral (1915), ambas propostas por Albert Einstein. Esses progressos introduziram conceitos revolucionários, como a dilatação temporal, a equivalência entre massa e energia ($E=mc^2$) e a curvatura do espaço-tempo causada pela gravidade. Paralelamente, a Mecânica Quântica emergiu para descrever fenômenos em escalas atômicas e subatômicas, adotando uma visão probabilística e discreta da natureza. Pioneiros como Max Planck, Niels Bohr e Werner Heisenberg estabeleceram fundamentos que transformaram a ciência e impulsionaram avanços práticos, desde a energia nuclear até tecnologias como lasers e semicondutores.

Apesar de sua relevância, o ensino desses conceitos no nível médio continua sendo um desafio, exigindo abordagens didáticas mais criativas para facilitar a compreensão dos alunos (MEGID NETO; FRACALANZA; FERNANDES, 2005). No Brasil, o ensino de Física enfrenta desafios históricos e estruturais. A partir da década de 1960, com o desenvolvimento da tecnológica durante a Guerra Fria, houve maior incentivo à educação científica (GASPAR, 1995; MOREIRA, 2000). No entanto, problemas como a falta de laboratórios, a escassez de formação continuada para professores e a desvalorização da carreira docente persistem, dificultando o

aprendizado (KUSSUDA, 2012).

Políticas como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, 1997) trouxeram esforços para melhorar a qualidade do ensino, juntamente com programas como o Exame Nacional do ensino médio (ENEM) e o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), mas os avanços ainda são limitados, refletindo em evasão escolar e baixo desempenho em exames nacionais (TARTUCE; NUNES; ALMEIDA, 2010). Além disso, a formação de professores apresenta lacunas importantes, como a pouca ênfase em atividades experimentais nos cursos de licenciatura (KUSSUDA, 2013). A dependência excessiva de livros didáticos, aliada à falta de infraestrutura adequada, compromete a adoção de metodologias inovadoras (PENA, 2008). Nesse contexto, é essencial buscar estratégias que tornem o ensino mais dinâmico e conectado à realidade dos estudantes.

O uso de obras de FC é uma abordagem promissora para contextualizar temas complexos da FM. Produções como o quadrinho *The Flash*, a série *Star Trek: The Original Series* e o filme *O Planeta dos Macacos* podem ser utilizadas para explorar conceitos como paradoxo temporal, relação entre massa e energia e a dilatação temporal, alinhando-se às competências da BNCC EM13CNT101, EM13CNT102, EM13CNT103 e EM13CNT105. Essas narrativas provocam a curiosidade dos alunos, estimulam o pensamento crítico e proporcionam uma maneira acessível para a discussão de conceitos avançados.

Segundo Pena (2008), muitos projetos educacionais falham por desconsiderar as especificidades da realidade brasileira, reforçando a importância de propostas que se conectem ao cotidiano dos estudantes. Nesse sentido, a integração entre FC e atividades experimentais pode preencher lacunas conceituais e promover aprendizagens mais significativas. É indispensável, portanto, repensar o ensino de Física para superar suas limitações históricas, investindo na formação docente, no uso de tecnologias e em metodologias que promovam a participação ativa dos alunos. O ensino da FM no ensino médio é essencial para ampliar a compreensão dos fenômenos naturais e incentivar o olhar científico sobre o mundo.

Pesquisadores como Ostermann, Ferreira e Cavalcanti (1998, p. 270) apresentam e reforçam a importância de inserir esses conteúdos, destacando razões fundamentais para sua abordagem nesse nível de ensino:

- Despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles;
- Os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não vêem nenhuma Física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual ideias revolucionárias mudaram a ciência totalmente;
- É de o maior interesse atrair jovens para as carreiras científicas. Serão eles os futuros pesquisadores e professores de Física (OSTERMANN; FERREIRA; CAVALCANTI, 1998, p. 270).

O ensino de Física no Brasil tem enfrentado desafios para se atualizar de acordo com os avanços da ciência e da tecnologia. Como apontam Valadares e Moreira (1998, p. 121), "não podemos, em pleno século XXI, nos restringir à abordagem de conteúdos que remetem a uma Física de séculos passados", especialmente quando a própria ciência e a tecnologia avançam de forma acelerada. Esse panorama motivou a exigência, a partir de 1999, do Ministério da Educação (MEC) para a inclusão de conteúdos de FM no ensino médio, visando um ensino mais alinhado com os conhecimentos atuais e eficientes.

Em sala de aula, é importante que os alunos tragam questões relacionadas a temas da mídia e do cotidiano que envolvem a ciência. Muitas vezes, conceitos de Física Quântica e Moderna são explorados em filmes, séries e quadrinhos, mas raramente são abordados nas aulas. Áreas como Física de Partículas e Cosmologia geram grande interesse nos jovens deslumbrados pela área, que buscam compreender os princípios físicos por trás desses fenômenos, muitos dos quais são tratados exclusivamente na FM.

No Piauí, a atualização do currículo do ensino médio, ocorrida em 2021, alinhou-se à BNCC, dividindo o conteúdo em 1.800 horas para formação geral básica e 1.200 horas para os Itinerários formativos, conforme informações da Secretaria de Educação do Estado do Piauí (SEDUC-PI). Apesar disso, o conteúdo de FM é frequentemente abordado apenas nos últimos bimestres, e o tempo disponível não é suficiente para cobrir todos os tópicos. Isso ocorre, em parte, devido à falta de formação específica de muitos professores na área, o que prejudica o ensino e a aprendizagem de FM. Como resultado, o desempenho dos alunos nas avaliações externas, como o ENEM, é afetado, refletindo a superficialidade do tratamento dos conteúdos (GONÇALVES JR; BARROSO, 2014).

Embora os currículos do ensino médio incluam diretrizes para a FM, a Física Clássica ainda predomina, o que significa que mais de 100 anos de descobertas científicas não são contemplados nas grades curriculares (OLIVEIRA; VIANNA;

GERBASSI, 2007). Essa crítica refere-se à predominância da Física Clássica e não à sua exclusão do currículo, já que esses tópicos continuam sendo fundamentais para a compreensão de muitos fenômenos do cotidiano.

A Física é uma ciência experimental, e ao ser ensinada, precisa conectar as teorias físicas às experiências cotidianas dos alunos. Os PCNs indicam que a Física no ensino médio deve "aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida" (MEC, 2000, p. 96). Castro (2003) também enfatiza a importância de trazer temas modernos e mais próximos da realidade dos alunos para a sala de aula, quebrando a estrutura rígida dos conteúdos tradicionais.

Portanto, incluir a FM no currículo do ensino médio é crucial para a evolução do ensino da disciplina. Caso contrário, como alertam Castro, Correia e Gonçalves (2003, p. 3), "a indagação 'há um século de atraso no ensino de Física!' permanecerá por um longo tempo ainda". Para que isso não aconteça, é fundamental que os docentes se empenhem em incorporar os avanços da FM ao seu ensino, alinhando-o com as demandas do século XXI.

2.3.1. Conceitos Físicos Abordados

Nas três obras selecionadas, serão abordados conceitos diversos da FM, abrangendo os conceitos físicos da TRR de Einstein explorados a partir das obras escolhidas. Embora esses conceitos não costumem ser tratados de forma aprofundada nas ementas de FM do ensino médio, este trabalho propõe uma abordagem alternativa desses temas, com o desígnio de ampliar o conhecimento dos alunos.

2.3.2. Relação entre massa e energia na Teoria da Relatividade Restrita:

No início do século XX, Albert Einstein revolucionou a física com suas teorias da Relatividade Restrita (1905) e Geral (1915). Esses marcos científicos foram desenvolvidos com base em estudos sobre a natureza da luz, o movimento de corpos e o funcionamento do espaço-tempo, estabelecendo novos limites para o entendimento do universo.

Na TRR, Einstein postulou que a velocidade da luz no vácuo (aproximadamente 300.000 km/s) é uma constante universal e o limite máximo de velocidade para objetos com massa. Ao analisar obras como *the flash* sob o prisma, mas técnicos das teorias modernas da física, suas habilidades tornam-se exemplos claros de extrapolações

que desafiam as leis que regem os princípios mais fundamentais da FM. Dentre os quais, destaca-se a capacidade de correr mais rápido que a luz.

A TRR de Albert Einstein nos diz que, nenhum objeto com massa conseguirá atingir a velocidade da luz no vácuo (c), isso decorre devido à forma como a energia e a massa se comportam em velocidades muito altas. De acordo com a equação relativística da energia cinética, à medida que um objeto acelera e se aproxima de (c), sua massa relativística aumenta significativamente. Isso implica que a energia necessária para continuar acelerando o objeto também aumenta (Tipler e Mosca, 2009).

Figura 4- The Flash (Volume 2) #150 é uma edição da série The Flash (Volume 2) com uma data de capa de julho de 1999.



Fonte: CartButtonName.

As representações, embora fascinantes, evidenciam a importância de distinguir entre as impossibilidades científicas e as licenças criativas presentes na ficção. No ambiente educacional, compreender essas diferenças que colaboram para o desenvolvimento do pensamento crítico, permitindo que os alunos examinem nos limites do conhecimento humano e aprendam a reconhecer as fronteiras entre ciência e imaginação.

2.3.3. Paradoxo temporais (causalidade):

O conceito de paradoxo temporal surge da tentativa de compreender as implicações e contradições que viagens no tempo poderiam gerar no fluxo causal dos eventos. Um paradoxo ocorre quando uma ação interfere na linha temporal de maneira a criar um conflito lógico, onde causa e efeito se tornam indistinguíveis. Um exemplo clássico é o “paradoxo do avô”, no qual uma pessoa que volta no tempo e impede o casamento de seus avós nunca teria nascido, o que inviabilizaria a própria viagem no tempo. Essa problemática ilustra os desafios que a ideia de tempo não-linear apresenta à física teórica e à lógica.

Os paradoxos temporais ganharam destaque nos estudos científicos no século XX, principalmente com a TRR de Albert Einstein (1905). Essa teoria introduziu uma nova compreensão do tempo como uma dimensão integrada ao espaço, formando o contínuo espaço-tempo. Dentro da relatividade geral, a possibilidade de curvas temporais fechadas trajetórias que permitiriam retornar ao próprio passado foi considerada em condições específicas, como em torno de buracos de minhoca ou objetos supermassivos. No entanto, a existência real desses fenômenos é considerada improvável, dado os limites impostos pelas leis físicas, como a segunda lei da termodinâmica e o princípio de causalidade, (Resnick, 2008).

No episódio "Tomorrow is Yesterday" (amanhã é o ontem) de *Star Trek: The Original Series*, a nave USS Enterprise é acidentalmente transportada para o século XX após um encontro com um buraco negro. Aos 3 minutos, a Enterprise aparece em órbita da Terra, sendo rapidamente detectada por radares militares dos EUA. Como resultado, o Capitão John Christopher, piloto de um caça da Força Aérea, é enviado para investigar.

A interação com o caça começa aos 6 minutos e, após um confronto com a nave, o caça é danificado e Christopher é transportado a bordo. Esse é o ponto de partida para o dilema dos paradoxos temporais, que começa a ser explorado com mais profundidade entre os 15 e 20 minutos. A tripulação percebe que, ao conhecer o futuro, o Capitão Christopher pode alterar a linha do tempo, representando uma violação das leis temporais.

O dilema central é o risco de mudar o futuro se o piloto retornar com o conhecimento do que viu. Entre 28 e 30 minutos, o Dr. Spock sugere uma solução: usar a manobra ao redor do Sol para restaurar a linha do tempo (estilingue

gravitacional). A execução dessa manobra ocorre aos 38 minutos, quando a Enterprise faz a viagem no tempo para devolver o Capitão Christopher ao momento exato em que foi retirado, apagando suas memórias.

Nos 40 minutos finais, a linha do tempo é restaurada com sucesso, e o episódio termina com Christopher sendo devolvido ao seu ponto de origem, sem lembranças do ocorrido, garantindo que a história siga sem alterações. Esse episódio oferece uma maneira clara e acessível de explorar paradoxos temporais, abordando os riscos e soluções envolvidas na alteração de eventos passados.

Figura 5- O Capitão John Christopher e o Capitão Kirk, 19.º episódio da 1.ª temporada de *Star Trek*, episódio “Tomorrow Is Yesterday”.



Fonte: Wikipédia.

O dilema central gira em torno do conceito de causalidade, que é a ideia de que eventos no futuro dependem de ações no passado. Se um evento do passado for alterado, pode-se criar um ciclo de causalidade quebrada, levando a contradições no futuro, como o paradoxo do avô. Na Física, os paradoxos temporais são frequentemente associados a discussões sobre a relatividade e a possibilidade de viagens no tempo. Se fosse possível viajar no tempo, as mudanças no passado poderiam afetar eventos subsequentes de maneira imprevisível, quebrando a continuidade lógica do tempo.

Embora a FM, em especial a TRR de Einstein, permita a existência de fenômenos como dilatação do tempo, o conceito de viajar para o passado e alterar eventos ainda não é suportado pela teoria física. Os paradoxos temporais questionam

as complicações de manipular o tempo e suas consequências lógicas, sendo um tema central em discussões teóricas sobre as leis que regem o universo.

2.3.4. Relatividade do tempo (dilatação temporal):

Em 1905, com a publicação da TRR, Einstein demonstrou que o tempo não é absoluto, mas relativo ao referencial de cada observador, especialmente quando velocidades próximas à da luz estão envolvidas. Esse fenômeno, conhecido como dilatação temporal, foi complementado em 1915 pela Teoria da Relatividade Geral, que explicou como a gravidade influencia a passagem do tempo. Em contextos de intensa gravidade, como nas proximidades de buracos negros, ou em velocidades altíssimas, o tempo desacelera para quem se encontra nessas condições, em relação a quem está em repouso ou em um campo gravitacional menos intenso (Resnick, 2014).

No campo da FC, a dilatação temporal foi explorada de maneira marcante no filme *O Planeta dos Macacos* (1968), baseado no romance de Pierre Boulle, *La Planète des Singes* (1963). Na história, o astronauta George Taylor e sua equipe viajam pelo espaço a velocidades altíssimas, o que resulta em uma dilatação temporal significativa. Enquanto a tripulação experimenta apenas alguns anos de viagem, séculos se passam na Terra. Ao retornar, Taylor descobre que o mundo que conhecia foi profundamente alterado, com a humanidade sendo substituída como espécie dominante pelos símios.

Figura 6- Os três astronautas observam primeira vez os humanos selvagens daquele planeta.



Fonte: *O planeta dos macacos*, 1968.

A cena que introduz o conceito de dilatação temporal em *O Planeta dos Macacos* (1968) ocorre quando a nave de George Taylor e sua tripulação entra em hibernação. Esse momento começa aproximadamente aos 22 minutos do filme, quando a nave atinge uma velocidade muito alta. A dilatação temporal é indicada durante o retorno à Terra, a partir de 1h31min, quando Taylor e os outros astronautas retornam após o que parece ser apenas alguns anos para eles, mas na Terra já se passaram séculos.

Esse enredo encontra respaldo na FM, especialmente nos efeitos previstos pela TRR. De acordo com Einstein, à medida que um objeto se aproxima da velocidade da luz, o tempo para esse objeto desacelera em relação a um observador externo. Esse princípio pode ser ilustrado pelas equações do fator de Lorentz, que descrevem a relação entre o tempo do viajante e o tempo do observador em repouso. No caso de *O Planeta dos Macacos*, a alta velocidade da nave é suficiente para causar uma discrepância temporal extrema, permitindo que a narrativa explore os efeitos da dilatação temporal de forma acessível e impactante.

Historicamente, a física da relatividade estabeleceu flexibilidade para compreender fenômenos antes inimagináveis, como o funcionamento dos satélites e as viagens interestelares. Ao apresentar esses conceitos em um contexto fictício, como o de *O Planeta dos Macacos*, professores podem contextualizar historicamente o desenvolvimento dessas teorias e seus impactos na ciência e na cultura. O filme, portanto, oferece uma oportunidade valiosa para explorar o tema da relatividade do tempo de forma interdisciplinar, conectando ciência e narrativa de modo imersivo.

3. METODOLOGIA

De acordo com os PCNEM, o ensino de Física deve ser direcionado ao desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos. A BNCC também exerce papel crucial na definição dos objetivos pedagógicos. Nesse contexto, a presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa de natureza aplicada, voltada ao desenvolvimento de um recurso didático. Trata-se de uma pesquisa aplicada devido a criação de uma sequência didática como produto afim de explorar os fundamentos teóricos da FM, em especial os conceitos relacionados à TRR. A pesquisa é voltada ao desenvolvimento de um recurso didático porque o foco é elaborar um material que

poderá ser utilizado por professores e justifica-se pela intervenção direta do professor no processo de ensino, com ajustes realizados conforme a necessidade.

O estudo também desenvolve, por meio de revisões bibliográficas, propor uma sequência didática que favoreça uma experiência de aprendizagem mais satisfatória em FM, com enfoque nos conceitos introdutórios da TRR. Para isso, utiliza-se a análise de cenas específicas de obras de FC como um ponto inicial de abordagem. A elaboração da sequência foi fundamentada em pesquisas acadêmicas, livros didáticos e outros materiais de apoio que tratam dos aspectos da FM.

A pesquisa inclui a análise de conceitos físicos presentes nas obras selecionadas, considerando a relação entre propriedades científicas e a representação ficcional, além de criar um modelo pedagógico que abrange planos de aula, propostas de questionários para cada tema e obra, e estratégias metodológicas. Entre os instrumentos sugeridos estão: aulas expositivas para resgatar conhecimentos prévios, interpretação de cenas das obras indicadas, questionário contendo 04 questões conforme a atividade trabalhada e a elaboração de relatórios finais, como forma de avaliação.

Os materiais desenvolvidos foram organizados em um produto educacional, consistindo em uma sequência didática que busca aprimorar a compreensão dos conceitos da TRR. Dividida em três etapas principais, essa proposta é direcionada a professores que visam trabalhar o conteúdo de TRR com turmas do ensino médio, especialmente nos últimos bimestres. As etapas são as seguintes:

ETAPA I – Identificação e integração de conteúdos, habilidades e competências relacionadas à FM no currículo de Física do ensino médio.

ETAPA II – Investigação da prática docente e análise da eficácia do ensino, com base em estudos de artigos, livros e outras fontes relevantes.

ETAPA III – Desenvolvimento de uma sequência didática, incluindo planos de aula e questionários com quatro perguntas para cada obra analisada.

Embora reconheça que nem todos os desafios possam ser solucionados de imediato, a intenção é fornecer subsídios para que os professores utilizem essa metodologia como uma alternativa pedagógica, contribuindo para a evolução da prática de ensino. O foco principal da pesquisa é investigar como as obras de FC podem funcionar como ferramentas didáticas no ensino da TRR.

As obras selecionadas para análise foram escolhidas com base em critérios como relevância no contexto da FM, representações de paradoxos temporais e

abordagens sobre a relatividade do tempo, além de sua adequação ao ensino médio. O quadro abaixo foi elaborado para detalhar os conceitos trabalhados, os desafios epistemológicos associados, as competências previstas pela BNCC e as obras e cenas utilizadas na integração do conteúdo programático. Segue abaixo o quadro 1:

Quadro 1: Referências e Aplicações entre Conceitos e Recursos Didáticos.

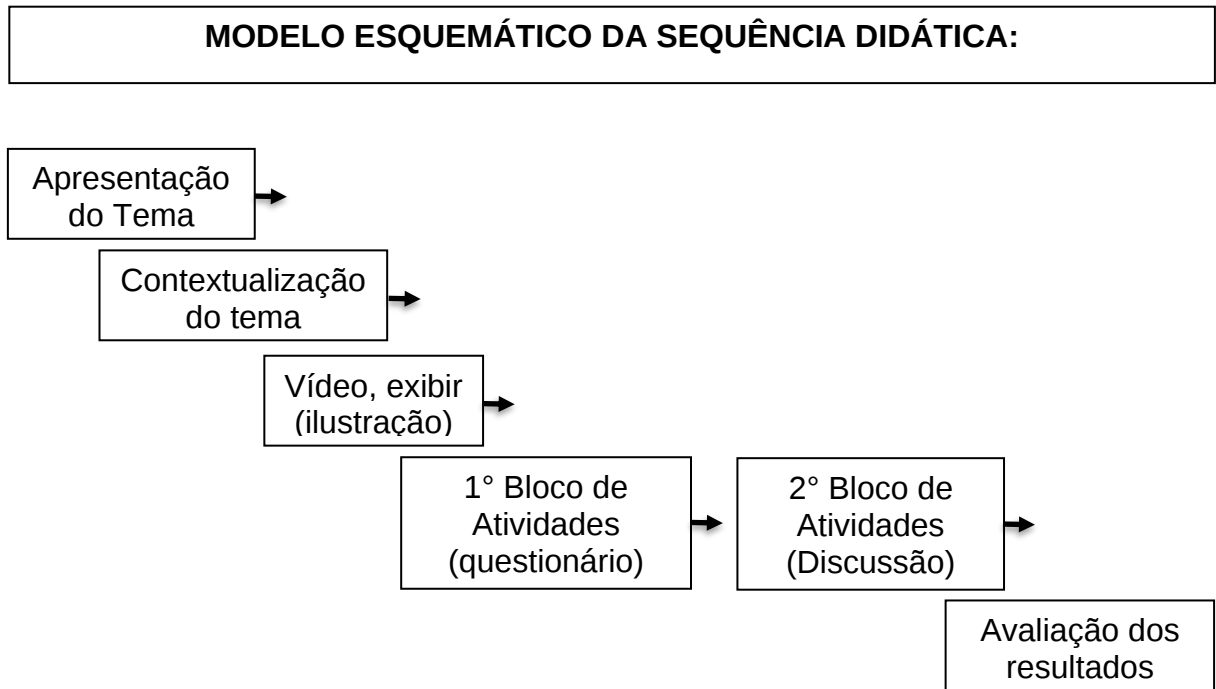
CONCEITOS FÍSICOS OBSERVADOS	POSSÍVEIS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS	HABILIDADES/COMPETÊNCIAS BNCC	OBRA	CENAS
Relação entre massa e energia.	Como massa e energia estão relacionadas na relatividade restrita? Como a relatividade restrita aborda os limites de velocidade de um corpo com massa e como isso impossibilita os poderes do flash? O que teoricamente aconteceria se fosse possível para um corpo viajar na velocidade da luz?	EM13CNT101 EM13CNT102 EM13CNT103	The Flash (Vol.2)#150 (edição lançada em julho de 1999)	Flash viajando mais rápido que a luz.
Paradoxo temporal (causalidade).	O que é um paradoxo temporal? O que significa causalidade? Quais são as limitações reais da física em relação à viagem no tempo?	EM13CNT101 EM13CNT102 EM13CNT105	Jornada nas Estrelas (1966): A Série Original– "O Amanhã é Ontem"	Interação com o Capitão Christopher (6 minutos) e solução com estilingue gravitacional (28-30 minutos).
Relatividade Restrita (dilatação)	Como a dilatação temporal ocorre de acordo com a teoria da	EM13CNT101 EM13CNT102 EM13CNT105	O Planeta dos Macacos	Hibernação e dilatação temporal

temporal).	relatividade restrita? O que significa viajar em velocidade relativística? O que justifica a dilatação temporal evidenciada no final do filme “O planeta dos macacos”?		(1968)	(22 minutos) e a descoberta do impacto da dilatação temporal ao retornar à Terra (1h31min)
------------	---	--	--------	--

Fonte: Autoria própria.

O uso de obras de FC pode ser uma estratégia eficiente para integrar os conceitos da Física com outras áreas do conhecimento. Para essa abordagem, foi desenvolvida uma sequência didática que pode ser aplicada nas três obras sugeridas, o quadrinho The Flash, a série Star Trek e o filme O Planeta dos Macacos. Outras fontes podem ser incluídas, desde que atendam aos critérios de relevância temática, classificação indicativa adequada e cenas específicas que abordem os conceitos propostos. O foco principal é trabalhar temas relacionados ao espaço, universo e super-heróis, com destaque para a relatividade restrita de Albert Einstein.

O planejamento da implementação da sequência didática foi estruturado para ser claro e progressivo, organizado em temas e conteúdos apresentados de maneira gradual. Essa abordagem visa garantir uma sucessão lógica que facilite o aprendizado dos estudantes de forma consistente e significativa. Espera-se que o produto educacional, embasado em princípios éticos, reflexivos e dialógicos, contribua para uma formação mais sólida, permitindo aos alunos distinguirem os limites entre a ciência real e o imaginário. A sequência foi organizada em etapas específicas, com o destino de promover discussões, explorações e a compreensão dos conceitos fundamentais da FM. De acordo com o modelo proposto, a sequência didática contempla as seguintes fases:



Fonte: Autoria própria.

Assim, a sequência didática interdisciplinar, com seu caráter interativo, proporcionará um espaço para a discussão crítica das dimensões específicas abordadas na pesquisa. A exibição de cenas particulares das obras selecionadas de FC favorece a visualização de conceitos abstratos, demonstrando ser uma estratégia didática motivadora e eficaz, sobretudo para a abordagem de temas relacionados à FM no ensino médio. A metodologia dessa ação foi organizada em seis etapas principais, estruturadas para facilitar na compreensão dos conceitos e o comprometimento dos alunos:

1. Apresentação do tema, introdução com questões norteadoras e exibição de cenas breves relacionadas ao tema.
2. Contextualização do tema afim de exploração inicial para conectar o conteúdo à realidade dos alunos.
3. Vídeo/ilustração, para a exibição de recursos audiovisuais como suporte à compreensão.
4. Primeiro bloco de atividades, como coleta de conhecimentos prévios e discussões em grupo para construção coletiva de ideias.
5. Segundo bloco de atividades: Aprofundamento teórico, aplicação de questionário e debates.

6. Avaliação dos resultados acerca da reflexão final e análise do aprendizado, identificando avanços e pontos de melhoria.

A sequência didática proposta será detalhada no apêndice, incluindo planos de aula específicos para cada obra analisada, fundamentados nas habilidades da BNCC e nos obstáculos epistemológicos. Nesse contexto, o Quadro 1 será uma referência essencial, pois reúne todas as informações necessárias para esse procedimento.

Além disso, um questionário avaliativo com quatro perguntas será elaborado para medir o conhecimento prévio e avaliar o impacto das obras na compreensão dos conceitos. A análise, baseada em literatura teórica, identificará os impactos na interação professor-aluno, no engajamento dos estudantes e na compreensão de FM. Os resultados contribuirão para o aprimoramento da proposta e para a consolidação de uma metodologia que une ensino de qualidade com inovação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Há uma percepção generalizada de que, no ambiente escolar, muitas vezes, a ciência não é considerada como uma ferramenta inovadora, o que limita o uso de abordagens como a FC. Contudo, diversos educadores concordam que trazer elementos da cultura popular para a sala de aula pode melhorar a comunicação entre professores e estudantes, além de alinhar o conteúdo pedagógico com os interesses dos alunos. Especificamente, referências à FC têm o potencial de engajar crianças e jovens em atividades voltadas para o desenvolvimento científico e tecnológico. Diante disso, a questão que orienta este estudo é: como o uso do gênero de FC pode revelar potencialidades e ser empregado como recurso pedagógico no ensino de FM no ensino médio?

Os resultados esperados desta pesquisa fundamentam-se na análise das estratégias de ensino, onde permite o professor quanto mediador em sala de aula, abordar grandes temas de forma articulada conectando diferentes áreas do conhecimento e promovendo uma visão interdisciplinar. Obras do gênero de FC podem ser ferramentas pedagógicas eficazes, pois favorecem uma comunicação dialógica e estimulam discussões que transitam entre o senso comum e o

conhecimento científico formal. Para explorar nossa questão central, recorreremos a uma abordagem amplamente defendida na literatura: o uso da FC como motivadora da aprendizagem de conceitos científicos. Em sua obra intitulada “Aprenda Física Brincando”, o autor russo J. Perelman (1970) destaca a relevância da FC, afirmando no prefácio:

"Considerando que esta última [a ficção científica] se adapta perfeitamente a livros do gênero deste, recorreremos amplamente a exemplos tirados de Júlio Verne, H. G. Wells, Mark Twain e outros escritores porque, além de proporcionar entretenimento a nossos leitores, as fantásticas experiências que eles descrevem podem servir para ilustrar, de modo instrutivo, aulas de Física." (PERELMAN, 1970, p. 15).

Para reforçar essa perspectiva, autores como John D. Bransford e Ann L. Brown também discutem o papel das narrativas na educação, destacando que elas facilitam a compreensão e promovem a construção de conexões significativas entre os aprendizados. Do mesmo modo, Carl Sagan, em sua obra *Cosmos*, argumenta que a FC desempenha um papel essencial ao despertar o fascínio e a curiosidade científica em leitores e espectadores. O uso de obras de FC na educação apresenta diversas vantagens, como a ampla variedade de temas abordados, o estímulo à interdisciplinaridade, e o incentivo à criatividade e ao pensamento crítico. Esse gênero literário e cinematográfico conecta ciência e arte, aproximando as culturas humanista e científica. Tal interação desafia o senso comum e promove transformações na prática pedagógica, nos conteúdos didáticos e na formação docente.

Como estratégia facilitadora, a proposta didática busca tornar esse processo mais claro e objetivo ao longo de seu desenvolvimento. Sua elaboração ocorreu durante a realização da pesquisa, fundamentando-se nas bases da formação científica e no ensino de FM, com ênfase na TRR e sua relação com a FC. Em síntese, essa atividade estruturada tem como objetivo de pesquisa é investigar as possibilidades do uso de obras do gênero de FC como ferramenta didática para abordagem de conceitos sobre a TRR no ensino médio, ou seja, a abordagem interativa com obras ficcionais busca combater um pensamento baseado exclusivamente no senso comum, promovendo a construção de uma consciência crítica e reflexiva.

Nessa perspectiva, a proposta de ensino não se configura como:

“(...) mera transposição didática de uma escola para outra. Muito menos um material didático pronto para ser manipulado por professores e estudantes. Pelo contrário, é vivo, contém fluência, movimento e nunca está pronto e acabado, porque representa a dinâmica das aulas” (SOUSA, 2015, p.4).

De acordo com as ideias de Gaston Bachelard, a transição do senso comum para o conhecimento científico é frequentemente marcada por obstáculos epistemológicos. O uso do quadro 1 se revela especialmente eficaz nesse contexto, pois ele ilustra claramente esses obstáculos, comuns em metodologias tradicionais e fragmentadas, que limitam a compreensão de conceitos inovadores. No caso da FM, esses desafios não resultam de uma ruptura com a ciência clássica, mas sim da superação de ideias profundamente arraigadas no senso comum. Para alunos do ensino médio, cujo repertório de Física Clássica muitas vezes se restringe ao contexto escolar, a interpretação de conceitos modernos torna-se ainda mais desafiadora, o quadro 1 categoriza esses obstáculos elencando suas relações com a BNCC e as obras ficcionais analisadas.

O quadro 1 estabelece uma conexão essencial entre os desafios e o objetivo da pesquisa, permitindo uma análise detalhada e direta que facilita a realização das atividades nos conceitos abordados, das dificuldades epistemológicas envolvidas, das competências previstas na BNCC e das obras e cenas selecionadas para integrar o conteúdo programático. Dessa forma, ele contribui para alcançar o propósito central do estudo, que é investigar as possibilidades do uso de obras de FC como recurso didático na abordagem da TRR no ensino médio.

Este estudo mostra que as metodologias baseadas na FC podem ajudar a superar tais barreiras ao rodear os alunos em processos de ruptura epistemológica. Por meio de filmes, por exemplo, os estudantes são estimulados a refletir e criar conceitos a partir das narrativas e imagens apresentadas, promovendo uma aprendizagem significativa.

Não se pretende esgotar o tema, mas levantar questões que fomentem discussões sobre o papel dos obstáculos cognitivo-epistemológicos no ensino da FM. As análises e conclusões aqui apresentadas visam contribuir para o debate sobre o uso de metodologias inovadoras, como a FC, no ensino da Física, incentivando práticas criativas e reflexivas. Espera-se que este trabalho possa auxiliar professores de Física na contextualização de conteúdo do currículo escolar, contribuindo para

práticas mais dinâmicas e acessíveis. Além disso, almeja-se ampliar o interesse dos estudantes pela ciência, permitindo que eles enxerguem o mundo por meio de uma perspectiva científica favorecedor e crítica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a literatura, há uma evidente necessidade de metodologias alternativas para o ensino FM no ensino médio, considerando o caráter tecnicista e a limitada abordagem conceitual e filosófica predominante na disciplina (LUNKES; ROCHA FILHO, 2011). Nesse cenário, o uso de obras de FC surge como uma estratégia promissora para tornar conteúdos complexos mais acessíveis e atrativos aos estudantes. A atitude em si, desperta o interesse e impulsiona maior desempenho, além de consequentemente contribuir para a construção de um aprendizado mais profundo.

Ao incorporar elementos da cultura popular à sala de aula, como filmes, séries e quadrinhos, é possível estabelecer conexões mais diretas com a realidade dos alunos. Isso facilita a introdução de temas considerados complexos e abstratos, como a TRR, promovendo um entendimento inicial que pode ser ampliado ao longo do tempo. Além disso, essas obras ampliam o repertório cultural dos estudantes e estimulam habilidades importantes, como criatividade, curiosidade científica e pensamento crítico.

A integração de obras de FC ao currículo transforma o aprendizado em um processo mais dinâmico e magnético. Dessa forma, a prática incrementa novas perspectivas sobre a ciência no cotidiano, promovendo uma visão mais ampla e contextualizada do mundo. Assim, os professores podem romper com a abordagem tradicional e apresentar conteúdos de maneira mais significativa, conectando o conhecimento científico à vivência dos alunos.

A proposta deste projeto é voltada para professores, com o intento de oferecer novas perspectivas pedagógicas. A principal motivação é preencher lacunas existentes na abordagem da FM no ensino médio, formulando uma metodologia mais próxima do cotidiano dos alunos. Esse esforço busca combater falhas estruturais que ainda persistem em muitos projetos educacionais no Brasil, os quais frequentemente não se adaptam à realidade dos estudantes (PENA, 2008).

Ressalta-se ao aplicar o presente recurso didático em sala de aula, o professor

pode enfrentar algumas dificuldades, como a necessidade de um conhecimento prévio sólido sobre relatividade restrita para mediar as discussões de forma precisa e aprofundada. A abordagem da relação entre massa e energia dentro de um contexto de ficção científica pode demandar uma adaptação metodológica, visto que alguns alunos podem ter dificuldades em distinguir os conceitos físicos reais das licenças artísticas presentes na obra analisada. Outro desafio possível é a limitação de tempo no cronograma escolar, que pode restringir a exploração completa dos tópicos propostos. Por isso, é essencial que o professor ajuste a aplicação do material conforme a realidade de sua turma, garantindo que os objetivos educacionais sejam alcançados de maneira eficiente.

Espera-se que este trabalho sirva de inspiração para professores interessados em inovar suas práticas pedagógicas, incentivando os alunos a desenvolverem uma relação mais próxima e positiva com a Física. Mais do que transmitir conteúdos tradicionais, é essencial que o ensino dessa disciplina instigue a reflexão, a investigação e o desejo de aprender.

Como afirmou Albert Einstein: "A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original." Que essa citação seja um lembrete do poder transformador da educação e do impacto positivo que metodologias inovadoras podem ter na formação de novos pensadores críticos e criativos.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, L. David. *No Mundo da Ficção Científica*. São Paulo: Summus Editorial, 1977.
- ALLEN, L. D. *No mundo da ficção científica*. São Paulo: Summus, 1976.
- AMÉLIA DOMINGUES CASTRO et al. *Didática para a escola de 1º e 2º graus*. São Paulo: Pioneira, 1976.
- ARRIASSECQ, Irene; CAYUL, Esther; GRECA, Ileana. *Enseñanza de la teoría general de la relatividad en la escuela secundaria: por qué, qué y cómo*. 2017.
- ASIMOV, I. *No mundo da ficção científica*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1984.
- BARBOSA, Patrynie Garcia; AQUINO, Arthur Marques; CALHEIRO, Lisiane Barcellos. *Representações sociais de alunos da educação básica sobre buracos negros*. Revista de Enseñanza de la Física, v. 32, p. 135-142, 2020.
- BARROS, Brendon SM; DE SOUZA, Emanuel V. *Study of gravitational waves in high school: a theoretical and experimental approach*. arXiv preprint arXiv:2003.08543, 2020.
- BERLAND, Leema K. et al. *Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students*. Journal of Research in Science Teaching, v. 53, n. 7, p. 1082-1112, 2016. DOI: 10.1002/tea.21257.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 02 fev. 2025.
- BRASIL. *Conselho Nacional da Educação/Conselho Pleno*. Resolução n. 4, de 17 de dezembro de 2018. Institui a Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio (BNCC). Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br>. Acesso: 16 dez. 2024.
- BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Brasília, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. *PCN+Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias: Física*. Brasília: MEC, 2002a.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 1999. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/educacao-basica>. Acesso em: 04 dez. 2024.

BRASIL. PCN+: *Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2002. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/educacao-basica>. Acesso em: 01 jan. 2025.

CARUSO, F.; CARVALHO, M.; SILVEIRA, M. C. *Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos*. Ciência & Sociedade, 2002. Disponível em http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/cs00802.2006_12_08_10_29_32.pdf. Acesso em: 23 dez. 2024.

CASTRO, Amélia Domingues et al. *Didática para a escola de 1º e 2º graus*. São Paulo: Pioneira, 1976.

DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna. A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna (orgs). *Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

ECO, U. *Sobre o espelho e outros ensaios*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1989.

Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, 2000.

GASPAR, A. *Cinquenta anos de ensino de Física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor*. In: XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, 1995, Natal-RN. Anais..., 1995. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/projetos-ef.html>. Acesso em: 12 janeiro de 25.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. *Fundamentos de Física*. 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014, v. 4.

INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ. Manual de normalização de trabalhos acadêmicos do IFPI. Teresina: IFPI, 2021.

JARDIM, Wagner T.; OTOYA, Victor J. Vasquez; OLIVEIRA, Cristiane Garcia S. *A teoria da relatividade restrita e os livros didáticos do Ensino Médio: Discordâncias sobre o conceito de massa*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, p. 2506-1-2506-7, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11173721768>. Acesso em 21 dez. 2024.

KUSSUDA, S. R. *A escolha profissional de licenciados em física de uma universidade pública*. Bauru, Dissertação, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, São Paulo, Brasil, 2012.

KUSSUDA, S.R.; NARDI, R. *Motivações para a permanência ou abandono do magistério segundo licenciados em Física de uma universidade pública* In: XX. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 20, 2013, São Paulo Atas... São Paulo, Sociedade Brasileira de Física, 2013.

LARA, Marilda Lopes Ginez de; SMIT, Johanna Wilhelmina. *Temas de pesquisa em Ciência da Informação no Brasil*. São Paulo: Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.repositoriobib.ufc.br/000005/00000588.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2024.

LUNKES, M. J.; ROCHA FILHO, J. B. *A baixa procura pela Licenciatura em Física, com base em depoimentos de estudantes do Ensino Médio Público do Oeste Catarinense*. Ciências & Educação. v. 17, n. 1, p. 21-34, 2011.

MASSONI, Neusa Teresinha; CARVALHO, Felipe de Araújo. *Caminhos para a inserção da Natureza da Ciência na Educação Básica: alguns resultados de pesquisa a partir de uma disciplina na Licenciatura de Física*. REXE: revista de estudios y experiencias en educación. Concepción. Vol. 21, n. 45 (abr. 2022), p. 183-208, 2022. <https://doi.org/10.21703/0718-5162.v21.n45.b0>. Acesso em: 27 dez. 2024.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H.; FERNANDES, R. C. A. *O que sabemos sobre a pesquisa em educação em ciências no Brasil (1972-2004)*. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., 2005, Bauru. Anais... Bauru: Abrapec, 2005, p. 1-10.

MUELLER, Suzana Pinheiro Machado; PERUCCHI, Valmira. *Universidades e a produção de patentes: tópicos de interesse para o estudioso da informação tecnológica*. Perspectivas em Ciência da Informação, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 15-36, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/22922>. Acesso 24 de mar. 2025.

OSTERMANN, F., FERREIRA, L.M. & CAVALCANTI, C.J. H. (1998). *Tópicos de Física Contemporânea no Ensino Médio: Um Texto para Professores sobre Supercondutividade*. Revista Brasileira de Ensino de Física, 20(3): 270-288. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/veiculos_de_comunicacao/ENF/ENF20N3/ENF20N3_10.PDF. Acesso em 26 dez. 2024.

OSTERMANN, Fernanda.; MOREIRA, Marco Antonio. *Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”*. Investigações em Ensino de Ciências, v. 5, n. 1, p. 23–48, 2000.

OSTERMANN, Fernanda; RICCI, Trieste dos Santos Freire. *Relatividade restrita no ensino médio: contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física*. Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis. Vol. 19, n. 2 (ago. 2002), p. 176-190, 2002.

PERELMAN, J. *Aprenda física brincando*. São Paulo: Hemus, 1970.

PENA, F. L. A. *Relação entre a pesquisa em ensino de Física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área*. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 424-438, 2008.

RABKIN, E. *The fantastic literature*. New Jersey: Princeton University, 1977.

SILVA, Girlene Feitosa da. *Formação de professores e as tecnologias digitais: a contextualização da prática na aprendizagem*. 1. ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2019.

SOUSA, M. Do C. de. *Produtos educacionais de Matemática elaborados por professores da Educação Básica no âmbito do NIPeM*, 2015. Disponível em: <http://www.enrede.ufscar.br/participantesarquivos/E3SousaTA.pdf>. Acesso em: 20

nov. 2024.

SPERANDIO, Daniele Spadotto et al (org.) I. *Manual de normalização de trabalhos acadêmicos do IFPI*. Teresina: IFPI, 2017.

SUVIN, D. *Metamorfosis de la ciencia ficción: sobre la poética y la história de um género literario*. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1984.

TAVARES, Bráulio. *O Que é Ficção Científica*. São Paulo: Brasiliense, 1986. 169 p.

TEIXEIRA, Elenaldo Celso. *O papel das políticas públicas no desenvolvimento local e na transformação da realidade*. 2002c. Disponível em: http://www.dhnet.org.br/dados/cursos/aatr2/a_pdf/03_aatr_pp_papel.pdf. Acesso em: 4 jan. 2025.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros*. 6. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.v.3.

TIPLER, Paul. Relatividade e paradoxos temporais. In: RESNIK, Robert (Org.). *Física moderna*. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. p. 120-140.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo; MENEZES, Luiz Carlos de. *Perspectivas para a inserção da física moderna na escola média*. 1994.

VERNE, J. *20.000 léguas submarinas*. São Paulo: Martin-Claret, 2003.

VERNE, Jules. *Viagem ao centro da Terra*. São Paulo: Martin-Claret, 2004.

ZABALA, Antoni. *A prática educativa como ensinar*. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Reimpressão 2010. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZOLLMAN, Dean. Oersted Lecture 2014: *Physics education research and teaching modern Modern Physics*. 2016. <https://doi.org/10.1119/1.4953824>. Acesso em: 9 dez. 2024.

APÊNDICE A – PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTEGRADA AS TRÊS OBRAS DO GÊNERO DE FICÇÃO CIENTÍFICA

OBRAS:	The Flash (HQ)/Star Trek (série)/Planeta dos Macacos (filme)
CONTEÚDO:	Relatividade Restrita
TEMPO ESTIMADO:	03 aulas (150 minutos)
ETAPAS/ATIVIDADES:	
1. Apresentação do tema:	Introdução ao tema da Relatividade Restrita com questões norteadoras. Exemplo: "O que acontece com o tempo e o espaço em velocidades próximas à da luz?" Exibição de cenas breves das três obras, destacando situações relevantes (ex.: viagens temporais em <i>The Flash</i> e <i>Star Trek</i> , efeitos do tempo em <i>Planeta dos Macacos</i>).
2. Contextualização do tema:	Discussão inicial sobre como a Relatividade Restrita está presente nas obras e no cotidiano. Debate guiado: "Como a ciência real pode influenciar a ficção científica? Quais limitações físicas aparecem nas obras?". Reflexão sobre a relação entre ciência e imaginação.
3. Vídeo/Ilustração:	Exibição de cenas selecionadas das três obras. Exemplos: (1) <i>The Flash</i> : corrida em velocidades extremas; (2) <i>Star Trek</i> : efeitos de dilatação do tempo em viagens espaciais; (3) <i>Planeta dos Macacos</i> : diferença temporal entre os astronautas e a Terra. Reflexão em grupo sobre o que foi observado.
4. Primeiro bloco de atividades:	Coleta de conhecimentos prévios com um questionário diagnóstico. Exemplo de perguntas: "O que você já ouviu sobre dilatação do tempo?" Após isso, discussão em grupos para compartilhar ideias e construir conceitos iniciais sobre a Relatividade Restrita
5. Segundo bloco de atividades:	Aprofundamento teórico com explicações claras sobre a Relatividade Restrita, conectando os conceitos às cenas vistas. Ex.: equação de Lorentz, dilatação temporal e contração do espaço. Aplicação de questões práticas e debate sobre as representações das obras.
6. Avaliação dos resultados:	Reflexão final sobre os aprendizados. Os alunos analisam como as obras ajudaram na compreensão da Relatividade Restrita e discutem os limites entre ciência e ficção. Análise de respostas do questionário final para verificar o progresso.

APÊNDICE B – PROPOSTA DE PLANO DE ENSINO E QUESTIONÁRIO

OBRA I: QUADRINHO THE FLASH

ESCOLA: _____ ÁREA DE CONHECIMENTO: _____ COMPONENTE CURRICULAR: _____ SÉRIE: _____ PROFESSOR: _____
COMPONENTE CURRICULAR: FÍSICA
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA: (EF09CI01) – Reconhecer, explicar e utilizar os conceitos de física para compreender fenômenos naturais e as interações entre os diferentes tipos de matéria e energia, interpretando situações do cotidiano e questões relacionadas à ciência e à tecnologia.
HABILIDADES: - EM13CNT101 – Compreender as leis da física e sua aplicação em situações cotidianas. - EM13CNT102 – Analisar fenômenos naturais por meio de explicações científicas e reconhecer as implicações de teorias físicas. - EM13CNT103 – Aplicar os conceitos da física, como a relatividade restrita, na análise de situações hipotéticas ou fictícias, como os desafios enfrentados por personagens em obras de ficção científica, como "The Flash".
OBJETO DO CONHECIMENTO: O objeto do conhecimento é a análise da relação entre massa e energia na ficção científica, com ênfase na teoria da relatividade restrita, aplicada à obra The Flash, (Vol. 2) #150, na qual os conceitos de velocidade relativística são explorados em um contexto narrativo.
TEMA DA AULA: A relação entre massa e energia e a Teoria da Relatividade Restrita – O impacto das velocidades relativísticas nos personagens e em suas ações, conforme ilustrado na edição "The Flash" (Vol. 2) #150, (1999).
ORIENTAÇÕES: O professor mediará as discussões, incentivando os alunos a explorarem as limitações impostas pela relatividade restrita em contextos fictícios, como o uso da velocidade acima da luz por Wally West para salvar sua cidade. O objetivo é estimular a análise crítica e a aplicação de conceitos físicos para interpretar a obra.

PLANO DE ATIVIDADES	
CONTEÚDO: • Relação entre massa e energia • Velocidade relativística	
OBJETIVO DA AULA: Compreender a relação entre massa e energia em contextos de velocidades relativísticas, explorar suas implicações e analisar como esses conceitos se conectam à Teoria da Relatividade Restrita, conforme ilustrado na ficção científica.	
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	
INTRODUÇÃO: 1. Apresentação da obra "The Flash" (Vol. 2) #150 (1999), com destaque para a cena em que Wally West atinge velocidades superiores à da luz. 2. Introdução aos conceitos fundamentais da Teoria da Relatividade Restrita, como massa, energia e velocidade relativística.	
DESENVOLVIMENTO: 3. Análise do contexto narrativo na edição "The Flash", discutindo as representações de impossibilidades físicas, como a superação da velocidade da luz. 4. Exploração de como a Teoria da Relatividade Restrita aborda fenômenos como dilatação temporal e paradoxos temporais, relacionando-os à narrativa.	
CONCLUSÃO: 5. Reflexão crítica sobre as diferenças entre os limites físicos reais da ciência e as interpretações da ficção científica. 6. Discussão sobre a relação entre ciência e ficção científica, destacando como uma pode inspirar e influenciar a outra.	
RECURSOS	
• Quadro, pincéis e apagador. • Livro didático (referências sobre relatividade restrita).	

- Projetor multimídia (exibição de trechos de "The Flash" ou vídeos de "Star Trek" ou "Planeta dos Macacos").
- Recursos audiovisuais (vídeos e quadrinhos sobre conceitos de relatividade restrita).
- Atividades impressas (exercícios reflexivos e/ou questionários).
- Equipe de trabalho (grupos de 3 a 4 alunos para discussões e análises).

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita com base na participação nas discussões, na capacidade de aplicar os conceitos de relatividade restrita aos exemplos da obra The Flash e nas respostas ao questionário.

QUESTIONÁRIO PROPOSTO

- Qual das alternativas a seguir é verdadeira de acordo com a teoria da relatividade restrita?
 - () Nada pode ultrapassar a velocidade da luz.
 - () Um objeto pode viajar mais rápido que a luz sem violar as leis da relatividade.
 - () A velocidade da luz é uma constante universal, mas pode ser ultrapassada por certos objetos fictícios.
- Explique como a relatividade restrita demonstra a impossibilidade de viajar mais rápido que a luz, e o que isso implica para os personagens em "The Flash".

- No contexto da relatividade restrita, a relação entre massa e velocidade da luz é expressa pela famosa equação $E=mc^2$. Essa relação implica que a massa de um objeto é uma forma de _____, podendo ser convertida completamente em outras formas, como luz ou calor.
- De acordo com a equação $E=mc^2$, que descreve a relação entre massa e energia na relatividade restrita, qual das opções abaixo está correta?

- a) A massa de um objeto permanece constante, independentemente de sua energia.
- b) A massa de um objeto pode ser considerada uma forma de energia armazenada.
- c) Energia e massa são conceitos independentes e não estão relacionados.

GABARITO

1. (a) Nada pode ultrapassar a velocidade da luz.
2. A relatividade restrita explica que a velocidade da luz é um limite absoluto no universo. Nada pode ultrapassá-la, e ao se aproximar desse limite, o tempo e o espaço se distorcem. Isso é ilustrado no fato de que Wally West, ao viajar mais rápido que a luz, enfrenta paradoxos temporais e distorções físicas.
3. Energia.
4. b) A massa de um objeto pode ser considerada uma forma de energia armazenada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Base Nacional Comum Curricular de 2018. Ministério da Educação. Brasil, 2018.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Fundamentos de Física. 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014, v. 4.

NAPOLITANO, M. Como usar o cinema na sala de aula. São Paulo: Contexto, 2005.

TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R. A., Física Moderna, 6ª. Edição, LTC, Rio de Janeiro, 2014.

APÊNDICE C – PROPOSTA DE PLANO DE ENSINO E QUESTIONÁRIO
OBRA II: SÉRIE STAR TREK

ESCOLA: _____ ÁREA DE CONHECIMENTO: _____ COMPONENTE CURRICULAR: _____ SÉRIE: _____ PROFESSOR: _____
COMPONENTE CURRICULAR: FÍSICA
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA: (EF09CI01) – Reconhecer, explicar e utilizar os conceitos de física para compreender fenômenos naturais e as interações entre os diferentes tipos de matéria e energia, interpretando situações do cotidiano e questões relacionadas à ciência e à tecnologia.
HABILIDADES: - EM13CNT101 – Compreender as leis da física e sua aplicação em situações cotidianas. - EM13CNT102 – Analisar fenômenos naturais por meio de explicações científicas e reconhecer as implicações de teorias físicas. - EM13CNT105 – Aplicar conceitos de física moderna, como a teoria da relatividade e os paradoxos temporais, na análise de situações fictícias ou hipotéticas, como os apresentados no episódio "<i>Tomorrow is Yesterday</i>" da série <i>Star Trek</i>.
OBJETO DO CONHECIMENTO: Análise dos paradoxos temporais e do princípio da causalidade, no contexto de viagens no tempo e manipulação gravitacional, conforme apresentado no episódio " <i>Tomorrow is Yesterday</i> " da série <i>Star Trek</i> .
TEMA DA AULA: Paradoxo temporal (causalidade) e estilingue gravitacional (movimento orbital e energia gravitacional) – O objetivo é compreender o conceito de causalidade dentro dos paradoxos temporais e explorar como o estilingue gravitacional pode ser uma solução fictícia para restaurar a linha do tempo.
ORIENTAÇÕES: O professor mediará a discussão, incentivando os alunos a explorarem o conceito de causalidade e suas implicações para a linha do tempo, a partir do episódio " <i>Tomorrow is Yesterday</i> ". A aula também abordará como a ficção científica utiliza o estilingue gravitacional para corrigir ou restaurar a causalidade,

conectando a física real aos conceitos apresentados na narrativa.
PLANO DE ATIVIDADES
CONTEÚDO: Paradoxo temporal (causalidade)
OBJETIVO DA AULA: Compreender os paradoxos temporais, sua relação com a causalidade e a teoria da relatividade.
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS
INTRODUÇÃO: - Apresentação do episódio "<i>Tomorrow is Yesterday</i>" de <i>Star Trek</i>, explicando a situação em que a nave USS Enterprise acidentalmente viaja no tempo e interage com a linha do tempo do século XX. - Introdução ao conceito de paradoxos temporais e causalidade, com foco nas implicações desses conceitos para a linha do tempo. DESENVOLVIMENTO: - Análise das ações do Capitão Christopher e o dilema da interferência temporal, explorando o impacto das ações passadas sobre o futuro. - Explicação do conceito de estilingue gravitacional, com destaque para a física envolvida no movimento orbital e na manipulação gravitacional como possível solução para paradoxos temporais. CONCLUSÃO: - Discussão sobre como a ficção científica utiliza conceitos da física para criar soluções imaginárias para paradoxos temporais, relacionando-os à teoria científica. - Reflexão sobre as limitações reais da física em relação à viagem no tempo e como a ficção científica lida com esses limites de forma criativa.
RECURSOS
- Quadro, pincéis e apagador (para esquemas e explicações dos conceitos de causalidade e estilingue gravitacional). - Livro didático (para aprofundamento dos conceitos de relatividade restrita e

movimento orbital).

- Projetor multimídia (para exibição de trechos do episódio "*Tomorrow is Yesterday*" e vídeos complementares sobre viagens no tempo).
- Recursos audiovisuais (vídeos e trechos de *Star Trek* ilustrando paradoxos temporais e manipulação gravitacional).
- Atividades impressas (exercícios individuais ou em grupo, como questões reflexivas sobre os conceitos discutidos).
- Equipe de trabalho (divisão dos alunos em grupos para discutir as implicações dos paradoxos temporais e as possíveis soluções).

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita com base na participação nas discussões, na análise crítica dos conceitos apresentados no episódio de *Star Trek* e nas respostas ao questionário, que abordam o entendimento dos paradoxos temporais e da física relacionada.

QUESTIONÁRIO PROPOSTO

1. O que é um paradoxo temporal?

- Um evento que altera a causalidade e cria uma contradição no tempo.
- Uma viagem no tempo que permite conhecer o futuro sem mudar o presente.
- Uma consequência inevitável de viagens no tempo que não afeta a linha do tempo.

2. Explique como o conhecido "Paradoxo do avô" se relaciona com os eventos observados no episódio de *Star Trek*?

3. A interação do Capitão Christopher com o futuro poderia resultar em _____ caso suas ações não fossem corrigidas. (preencha a lacuna)

4. Quais são as limitações reais da física em relação à viagem no tempo?

- a) () A viagem no tempo é possível dentro das leis da física moderna.
- b) () A física moderna não permite a viagem no tempo devido a paradoxos temporais e à violação da causalidade.
- c) () A viagem no tempo é possível com o uso de buracos negros, sem efeitos colaterais.

GABARITO

- 1. a) () Um evento que altera a causalidade e cria uma contradição no tempo.
- 2. No episódio "*Tomorrow is Yesterday*", a nave Enterprise é transportada ao passado da Terra, arriscando alterar eventos históricos e gerando um dilema de causalidade semelhante ao "Paradoxo do Avô".
- 3. Paradoxo temporal.
- 4. b) () A física moderna não permite a viagem no tempo devido a paradoxos temporais e à violação da causalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Base Nacional Comum Curricular de 2018. Ministério da Educação. Brasil, 2018.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Fundamentos de Física. 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014, v. 4.

NAPOLITANO, M. Como usar o cinema na sala de aula. São Paulo: Contexto, 2005.

TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R. A., Física Moderna, 6ª. Edição, LTC, Rio de Janeiro, 2014.

APÊNDICE D – PROPOSTA DE PLANO DE ENSINO E QUESTIONÁRIO
OBRA III: FILME O PLANETA DOS MACACOS

ESCOLA: _____ ÁREA DE CONHECIMENTO: _____ COMPONENTE CURRICULAR: _____ SÉRIE: _____ PROFESSOR: _____
COMPONENTE CURRICULAR: FÍSICA
COMPETÊNCIA ESPECÍFICA: (EF09CI01) – Compreender as leis da física que envolvem os fenômenos naturais e as interações entre diferentes tipos de matéria e energia, analisando situações do cotidiano e questões tecnológicas relacionadas a teorias científicas, como a relatividade restrita.
HABILIDADES: - EM13CNT101 – Compreender as leis da física que explicam fenômenos naturais e sua aplicação no cotidiano. - EM13CNT102 – Analisar as implicações das teorias físicas, como a relatividade restrita, para explicar fenômenos que ocorrem em situações reais e fictícias. - EM13CNT105 – Aplicar conceitos de física moderna, como a dilatação temporal, para resolver problemas e explicar situações da ficção científica.
OBJETO DO CONHECIMENTO: O objeto do conhecimento é o fenômeno da dilatação temporal como exemplo de relatividade restrita, apresentado no filme <i>O Planeta dos Macacos</i> . O conceito de diferença no tempo percebido por quem viaja em alta velocidade e por quem permanece na Terra será explorado a partir da experiência do personagem principal, George Taylor.
TEMA DA AULA: Relatividade do tempo e dilatação temporal – A diferença entre o tempo que passa para quem viaja em alta velocidade (como os astronautas) e quem permanece no planeta, explicada pela teoria da relatividade restrita.
ORIENTAÇÕES: O professor mediará a aula, promovendo a discussão sobre como a dilatação temporal é retratada no filme <i>O Planeta dos Macacos</i> e como ela se relaciona com a teoria da relatividade restrita. O objetivo será investigar como o tempo se comporta de maneira diferente para o astronauta que viaja em alta

velocidade e para os seres humanos que permanecem na Terra.

PLANO DE ATIVIDADES

CONTEÚDO:

- Relatividade Restrita (dilatação temporal).
- Diferença no tempo percebido por quem viaja em alta velocidade e por quem permanece no planeta.

OBJETIVO DA AULA: Entender como a dilatação temporal afeta a percepção do tempo, tanto na ficção quanto na ciência real, e explicar como a relatividade restrita proporciona uma compreensão dessa diferença.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

INTRODUÇÃO:

1. Apresentação do filme *O Planeta dos Macacos* e da cena em que George Taylor e sua tripulação entram em hibernação, exemplificando a dilatação temporal quando a nave atinge velocidades altas.
2. Introdução à teoria da relatividade restrita e à dilatação temporal.

DESENVOLVIMENTO:

3. Análise das implicações da dilatação temporal no filme, quando Taylor retorna à Terra e percebe que, enquanto para ele se passaram apenas alguns anos, séculos transcorreram no planeta.
4. Discussão sobre a aplicação real da teoria da relatividade restrita, com foco na diferença de tempo entre os viajantes e os habitantes da Terra.

CONCLUSÃO:

5. Reflexão sobre as limitações e os desafios que a teoria da relatividade impõe ao entendimento do tempo e sua aplicação em cenários da ficção científica.
6. Análise das implicações filosóficas e científicas da evolução humana retratada no filme.

RECURSOS

- Quadro, pincéis e apagador: Para anotações rápidas e esquemas explicativos sobre a dilatação temporal.
- Livro didático: Como fonte complementar para aprofundamento na teoria da relatividade restrita.
- Projetor multimídia: Para exibir trechos do filme *O Planeta dos Macacos* e ilustrar os efeitos da dilatação temporal.
- Recursos audiovisuais (vídeos e trechos do filme): Para mostrar os efeitos da dilatação temporal e suas consequências para os personagens.
- Atividades impressas: Exercícios sobre os conceitos da relatividade restrita e a dilatação temporal.
- Equipe de trabalho (3 a 4 estudantes): Discussões em grupos para fomentar a análise crítica e a reflexão sobre o impacto da dilatação temporal.

AVALIAÇÃO

A avaliação será feita com base na participação dos alunos nas discussões e nas respostas ao questionário, que abordará sua compreensão sobre os efeitos da dilatação temporal e a teoria da relatividade.

QUESTIONÁRIO PROPOSTO

1. O que ocorre com o tempo para quem viaja em alta velocidade, de acordo com a teoria da relatividade?
 - a) () O tempo passa mais devagar para quem viaja em alta velocidade.
 - b) () O tempo passa mais rápido para quem viaja em alta velocidade.
 - c) () O tempo se mantém o mesmo para todos, independentemente da velocidade.
2. Explique como a dilatação temporal é ilustrada no filme *O Planeta dos Macacos*. Como o personagem principal experimenta a passagem do tempo de _____ forma _____ diferente _____ da _____ Terra?

3. Quando George Taylor retorna à Terra, ele descobre que, enquanto para ele

se passaram _____ anos, na Terra se passaram _____.

4. Quais são as implicações científicas da dilatação temporal, segundo a teoria da relatividade?

- a) () A dilatação temporal é um fenômeno impossível, não aplicável ao mundo real.
- b) () A dilatação temporal é observada em altas velocidades e é uma consequência direta da relatividade restrita.
- c) () A dilatação temporal ocorre apenas em teorias fictícias, não tem base científica real.

GABARITO

1. (a) O tempo passa mais devagar para quem viaja em alta velocidade.

2. A dilatação temporal é ilustrada quando George Taylor e sua tripulação, ao viajar em alta velocidade, entram em hibernação e, ao retornar à Terra, descobrem que enquanto para eles se passaram apenas alguns anos, séculos passaram no planeta.

3. 1-2 anos / séculos.

4. (b) A dilatação temporal é observada em altas velocidades e é uma consequência direta da relatividade restrita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Base Nacional Comum Curricular de 2018. Ministério da Educação. Brasil, 2018.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. Fundamentos de Física. 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014, v. 4.

NAPOLITANO, M. Como usar o cinema na sala de aula. São Paulo: Contexto, 2005.

TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R. A., Física Moderna, 6ª. Edição, LTC, Rio de Janeiro, 2014.