



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

MANOEL PEDRO DE SOUSA MORAIS

**A FICÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
FÍSICA: uma análise conceitual**

**TERESINA
2025**

MANOEL PEDRO DE SOUSA MORAIS

A FICÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE
FÍSICA: uma análise conceitual

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) 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. Haroldo Reis Alves de Macêdo

TERESINA

2025

A FICÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA: uma análise conceitual

Manoel Pedro de Sousa Morais¹
Haroldo Reis Alves de Macêdo²

RESUMO

A utilização da ficção científica como recurso pedagógico no ensino de Física possibilita a exploração de conceitos complexos de forma envolvente e acessível. Este estudo busca investigar a plausibilidade científica das habilidades de heróis da ficção científica, utilizando-as como ponto de partida para propor estratégias pedagógicas que tornem o ensino de Física mais dinâmico e engajador. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, com análise teórica baseada em obras de ficção científica e literatura acadêmica, considerando critérios de relevância científica e potencial pedagógico. Por meio da avaliação de habilidades fictícias, pretende-se discutir os fundamentos físicos que as sustentam, identificar as limitações impostas pelas leis naturais e propor maneiras de integrar essas análises ao ensino de física. Essa metodologia visa promover uma conexão entre a física e imaginação, despertando o interesse dos estudantes e facilitando a compreensão de conceitos complexos.

Palavras-chave: Ensino de Física; Ficção científica; Habilidades fictícias.

ABSTRACT

The use of science fiction as a pedagogical resource in teaching Physics allows for the exploration of complex concepts in an engaging and accessible way. This study seeks to investigate the scientific plausibility of the skills of science fiction heroes, using them as a starting point to propose pedagogical strategies that make the teaching of physics more dynamic and engaging. The research adopts a qualitative approach, with theoretical analysis based on science fiction works and academic literature, considering criteria of scientific relevance and pedagogical potential. Through the evaluation of fictitious abilities, it is intended to discuss the physical foundations that sustain them, identify the limitations imposed by natural laws and propose ways to integrate these analyses into the teaching of physics. This methodology aims to promote a connection between physics and imagination, arousing the interest of students and facilitating the understanding of complex concepts.

Keywords: Physics teaching; Science fiction; Fictional skills.

Data de aprovação: 08/07/2025

1 INTRODUÇÃO

¹ Graduando(a) em Licenciatura em Física. Instituto Federal do Piauí. E-mail: pedrohg1227@gmail.com

² Professor de Física do Instituto federal do Piauí - orientador. E-mail: haroldoram@ifpi.edu.br

A ficção científica apresenta-se como uma ferramenta poderosa para o ensino de física, ao conectar conceitos abstratos a narrativas imaginativas que despertam o interesse e facilitam a compreensão. Embora amplamente conhecida como entretenimento, essa abordagem também pode enriquecer o aprendizado ao contextualizar conteúdos científicos em situações próximas à realidade dos estudantes, promovendo debates críticos e reflexões éticas como apontam Piassi e Pietrocola (2006), ao defenderem que o gênero desperta questionamentos sobre ciência e sociedade, ampliando a compreensão e o engajamento dos alunos. Pesquisadores como Martín-Díaz et al. (1992) também defendem que a ficção científica pode elevar a motivação dos alunos, fomentar atitudes positivas em relação à ciência e incentivar a criatividade e o pensamento crítico. No entanto, desafios como a falta de contextualização no ensino tradicional e a necessidade de selecionar obras cientificamente precisas ainda limitam sua aplicação em sala de aula. Além disso, estudos como o de Mello e Rezende Filho (2024) alertam para o fenômeno do turvamento — a confusão entre ficção e conhecimento científico —, que pode ocorrer quando filmes de ficção científica são utilizados sem uma mediação adequada, reforçando a importância de estratégias pedagógicas bem planejadas para evitar interpretações equivocadas.

Este estudo busca analisar as habilidades de heróis da ficção científica sob a perspectiva dos princípios da Física, explorando as bases teóricas que sustentam (ou contradizem) tais capacidades. Por meio dessa análise, pretende-se avaliar como essas representações podem ser utilizadas como recursos pedagógicos para ensinar conceitos fundamentais de Física de maneira mais atrativa e contextualizada. Serão investigadas tanto a plausibilidade científica das habilidades quanto sua aplicação em atividades didáticas, com o objetivo de aproximar os estudantes da Física por meio de narrativas envolventes e populares.

Este estudo aborda a necessidade urgente de revitalizar o ensino de física, uma disciplina essencial no currículo escolar, mas que frequentemente é percebida pelos alunos como abstrata e desconectada da realidade. Essa desconexão tem resultado em baixos níveis de interesse e desempenho, exigindo soluções pedagógicas inovadoras. A proposta de integrar a ficção científica às aulas de física surge como uma alternativa promissora para tornar o ensino mais acessível e envolvente, conectando os conceitos científicos às vivências cotidianas dos estudantes. Estudos, como os de Carvalho (2021) afirmam que a ficção científica estimula o pensamento criativo e

antecipa desafios futuros, enquanto Ferraz e Mendes (2020) ressaltam o impacto positivo da contextualização na aprendizagem. Além disso, Martins (2007) observa que a dificuldade está em como introduzir esses conhecimentos em sala de aula, sugerindo a necessidade de metodologias adaptadas.

A ficção científica oferece um contexto narrativo criativo que possibilita uma abordagem interdisciplinar, unindo ciência e literatura, como enfatizado por Lima (2018). Essa estratégia estimula conexões entre o conteúdo escolar e questões do mundo real, incluindo tecnologias emergentes e implicações éticas da ciência, ajudando a formar cidadãos críticos e conscientes. Ao explorar tais narrativas, os alunos podem desenvolver habilidades analíticas e uma compreensão mais profunda e reflexiva da ciência e seu papel na sociedade. Este trabalho, ao investigar a integração da ficção científica no ensino de física, busca fornecer ferramentas práticas e teóricas para educadores, promovendo um ensino mais significativo, engajador e adaptado à diversidade dos estudantes, contribuindo para a renovação da pedagogia e a ampliação do impacto educacional.

O objetivo geral deste estudo é analisar as habilidades de heróis da ficção científica sob a ótica da Física, avaliando sua plausibilidade científica e explorando seu potencial como ferramenta pedagógica no ensino dessa disciplina. Entre os objetivos específicos, destacam-se a identificação de heróis e habilidades presentes em obras de ficção científica veiculadas em filmes, quadrinhos e literatura que possam ser associadas a conceitos físicos fundamentais, a análise crítica das bases teóricas que sustentam ou contradizem essas capacidades e a proposição de estratégias didáticas que utilizem essas análises para tornar o aprendizado mais dinâmico e engajador. Busca-se, assim, enfrentar desafios comuns do ensino de Física, como a baixa motivação dos estudantes e as dificuldades com conceitos abstratos, oferecendo alternativas para contextualizar o conteúdo de forma criativa e significativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A integração de obras de ficção científica no ensino de física tem se mostrado, por meio de estudos como o de Silveira e Carvalho (2021), ser uma forma inovadora de envolver os alunos e promover a compreensão de conceitos abstratos. Esta abordagem inspira criatividade, pensamento crítico e aplicações práticas de conteúdo. Nesse aspecto, este referencial teórico explora os fundamentos epistemológicos que

sustentam esta abordagem, bem como as pesquisas que demonstram sua eficácia em um melhor aprendizado, proporcionando uma perspectiva interdisciplinar e motivacional no ensino de física.

2.1 O POTENCIAL DA FICÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA: REFLEXÕES ÉTICAS E SOCIAIS

A ficção científica é um gênero que sempre chamou a atenção de muitos por trazer à tona assuntos relevantes como a descoberta e emprego de tecnologias futurísticas que em alguns casos se baseia em outras já existentes, mas outras são tão distantes da realidade que chegam a ser encaradas apenas como sonho.

O ensino de física nas escolas, bem como o ensino de ciências no geral passa por vários desafios, um deles é encontrar uma maneira de repassar conteúdos encarados como abstratos, de uma maneira simples e que seja eficaz. Ao refletir sobre isso e em como a ficção científica pode ser atraente, podemos então fazer uma ponte entre os dois e examinar o potencial que ela tem, como é bem destacado por Piassi:

Incorporar a ficção científica no ensino de ciências, no entanto, faz sentido se pudermos aproveitar todo esse potencial de inovação e questionamento, as características próprias ao gênero que são aquilo que ele tem de melhor a oferecer aos professores de ciências [...] é necessário partir de uma concepção de conteúdo escolar mais ampla do que o mero ensino de conceitos e leis da ciência, ou seja, o que denominamos de esfera conceitual-fenomenológica, que é em geral identificada como o “conteúdo em si”. [...] (PIASSI, 2007, p. 142).

O autor ressalta um ponto fundamental para a utilização eficaz da ficção científica no ensino de ciências, incluindo a Física: a importância de ultrapassar o simples repasse de conceitos e leis. Ao destacar a necessidade de uma abordagem mais abrangente, que englobe a esfera conceitual-fenomenológica, o autor sugere que a ficção científica pode enriquecer o processo de ensino ao estabelecer conexões entre os conceitos teóricos e contextos mais amplos e significativos. Essa perspectiva amplia a visão convencional do conteúdo escolar, integrando a ciência com questões filosóficas, sociais e culturais, promovendo um ensino mais crítico e interdisciplinar.

A capacidade inovadora desse gênero narrativo modifica o ambiente de aprendizagem em um espaço de descobertas, estimulando não apenas o entendimento das leis da Física, mas também a reflexão sobre suas consequências para o futuro da ciência e da sociedade. De acordo com Martín-Díaz et al. (1992), o uso da ficção científica no ensino de Ciências pode aumentar a motivação dos estudantes, fomentar atitudes positivas em relação à ciência, estimular o pensamento crítico e permitir que conceitos científicos sejam compreendidos em contextos dramatizados e socialmente relevantes. Diante disso, os professores precisam adotar uma abordagem que vá além da mera memorização de equações, incentivando a compreensão da conexão entre a ciência e a vida real. Ao abordar questões éticas e os efeitos de tecnologias emergentes, os educadores de Física tornam a experiência educacional mais cativante e pertinente.

Dessa forma, a introdução da ficção científica na educação possibilita o desenvolvimento do pensamento crítico e questionamento por parte dos estudantes, por trazer dilemas éticos e sociais, como é comentado por Piassi:

Se acreditamos que um aluno não deveria sair do ensino básico sem ter alguma vez travado contato, por exemplo, com a discussão sobre as armas nucleares temos que pensar também que aspectos dessa discussão têm que ser levados à sala de aula e qual é o papel específico que cabe ao professor de ciência neste processo. [...] A ficção científica, mais do que se fixar no aspecto das leis naturais envolvidas na bomba atômica ou de qualquer outro tema, suscita um debate sobre as implicações sociais das possíveis descobertas, invenções e fenômenos concebíveis. Põe em questão a tecnologia, que é fundamental na vida, que está visceralmente ligada à ciência. O uso da ficção científica é um meio de tratar de questões sociais e tecnológicas sem ensinar tecnologia, sem converter o ensino de ciências em um curso de tecnologia, mas enfocando-o como uma reflexão sobre o presente para um pensar-agir no futuro. (PIASSI, 2007, p. 143).

O autor ressalta a importância de discutir questões sociais e éticas relevantes, como o impacto das armas nucleares, no campo da educação. A ficção científica se mostra uma forma eficaz de abordar essas temáticas complexas de maneira acessível e cativante, permitindo que os estudantes investiguem as implicações sociais e éticas das descobertas científicas. Além de ensinar aspectos técnicos, o papel do professor envolve estimular reflexões sobre o impacto das tecnologias no mundo real, utilizando

a ficção científica como ferramenta para unir conceitos físicos a questões éticas e sociais, enriquecendo o ensino de Física.

Além disso ele destaca a distinção entre o ensino de ciência e tecnologia. A ficção científica não transforma o ensino de Física em um curso de tecnologia, mas utiliza a tecnologia como ponto de partida para discussões sobre o futuro e suas consequências sociais. Isso auxilia os estudantes a compreenderem avanços científicos, concentrando-se no impacto e na responsabilidade social. Dessa forma encorajando os alunos a ponderarem sobre o futuro da ciência e tecnologia, motivando-os a analisar como essas ideias podem se desenvolver e influenciar a sociedade. Essa abordagem prepara os alunos para refletirem criticamente sobre suas próprias ações e descobertas.

Em Contato é uma descoberta que traz amplas repercussões. Há a descoberta um sinal obtido do espaço, identificado como sendo de origem inteligente e, em seguida a descoberta de que tal sinal contém uma mensagem que propõe a construção de um veículo. Embora o filme não explore as consequências de longo prazo, a reação social imediata imaginada é retratada no filme, e diversos debates envolvendo o conhecimento científico são apresentados. (PIASSI; PIETROCOLA, 2006, p. 9)

O cenário do referido filme destacado pelo autor é útil para os estudantes, pois possibilita a análise de como a ciência pode influenciar a sociedade de forma abrangente, não apenas sob o aspecto técnico, mas também em relação à ética, política e filosofia. Incluir esses elementos na abordagem de ensino pode auxiliar os alunos a perceberem a ciência como um fenômeno social e não apenas como um conjunto de leis e equações.

2.2 FICÇÃO CIENTÍFICA COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA

Para Almeida (2008) a utilização de filmes de ficção científica como recurso educacional pode ter um impacto relevante na promoção do interesse e da conscientização sobre a ciência real e sua relação com o mundo. Ao incorporar filmes de ficção científica no ensino de matérias como Física, Química e Biologia, os professores têm a chance de tornar essas áreas mais acessíveis e atrativas para os

estudantes. Com o apoio adequado e a capacitação dos educadores para aplicar essas estratégias, é viável modificar a visão negativa que muitos alunos têm em relação à ciência, possibilitando uma abordagem mais cativante e estimulante para o aprendizado das disciplinas científicas.

De acordo com Piassi e Pietrocola:

[...] o sabre de luz de Star Wars e a dobra espacial de Jornada nas Estrelas. Em ambos os casos temos elementos de altíssima repercussão narrativa e baixa cientificidade. Porém, no primeiro caso, a consistência lógico causal, embora não-nula, é baixa. Não há no filme uma menção a causas, consequências, leis ou fenômenos que contextualizem o sabre de luz em relação a suas propriedades específicas.[...] No caso da dobra espacial, porém, algumas explicações são fornecidas e essas se vinculam a outros elementos da obra, como o motor de dobra, a anti-matéria, a velocidade de impulso, de forma que há uma riqueza de elementos que formam uma estrutura conceitual ficcional que pode suscitar análises e discussões em sala de aula na comparação com os conhecimentos científicos, verificar inconsistências, possibilidades teóricas, violação de leis fundamentais e assim por diante. (PIASSI; PIETROCOLA, 2006, p. 6).

Os autores mostram um excelente exemplo de como essa ferramenta pedagógica deve ser usada. É destacado uma diferença importante entre elementos ficcionais. O sabre de luz apresenta uma consistência científica baixa e uma falta de contextualização teórica, enquanto que a dobra espacial tem uma estrutura conceitual bem mais robusta, permitindo que os alunos possam refletir e comparar esses termos com aspectos físicos reais. E são esses detalhes e lógica, usada para criar esses elementos, que influenciam na eficácia desse gênero como uma ferramenta pedagógica.

No entanto como destacado por Santos (2019) é preciso estar atento para equilibrar o que é ficção com o que é ciência real. Como boa parte das obras de ficção científica apresentam mais itens imaginários que reais, é preciso dedicação por parte do professor para que seus alunos aprendam os conceitos científicos corretos, complementado a apresentação de filmes com explicações claras e concisas.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa de natureza teórica, fundamentada na análise interpretativa de obras de ficção científica em consonância com conceitos da Física. Conforme destaca Minayo (2001), a pesquisa qualitativa busca compreender fenômenos por meio de interpretações, considerando a complexidade dos contextos e significados, sendo particularmente adequada quando se deseja investigar construções simbólicas e culturais, como é o caso da interação entre ficção científica e a física.

A princípio, a escolha dos personagens que iam ser analisados seguiu dois critérios principais: relevância para os conceitos físicos abordados, a fim de escolher algo que possa ser embasado cientificamente, e reconhecimento popular, com o objetivo de garantir uma abordagem que fosse significativa do lado da Física, mas que ao mesmo tempo, fosse fácil a identificação pelos alunos.

Após selecionar os heróis, deu-se início ao processo de análise, que seguiu uma abordagem que fosse individualizada para cada personagem, mas que fosse orientada por um mesmo roteiro. Em primeiro lugar, foram descritas as principais características do herói, mostrando também um pouco da sua origem, conforme podemos ver em filmes, quadrinhos e séries. Em seguida, foi realizada uma análise crítica dos poderes, associando eles a conceitos da Física. Essa etapa incluiu identificar que fenômenos físicos relevantes podem ser usados, como da termodinâmica, da mecânica quântica, mecânica clássica.

A partir disso foram buscadas fontes para a fundamentação científica, que foi conduzida de uma maneira direcionada, mas sem restrições a bases acadêmicas pré-determinadas. A partir dos conceitos físicos, previamente identificados para cada herói, foram selecionados livros, artigos científicos e outros materiais acadêmicos para fornecer o embasamento teórico. Este processo foi feito de uma forma avulsa, com a escolha dessas fontes guiada pela necessidade de fundamentar cada análise específica, o que permitiu criar uma abordagem flexível e adaptada a cada caso. A partir dessas fontes podemos iniciar uma discussão sobre como a Física pode explicar, contradizer ou expandir os limites dos elementos apresentados nas histórias.

É importante ressaltar aqui o cuidado na escolha dos conceitos físicos que vão ser analisados, optando por algo que tem muita disponibilidade de materiais na literatura acadêmica, isso vai facilitar a busca por embasamento e também garantir que as análises sejam acessíveis e relevantes para os estudantes.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Neste capítulo, como citado na metodologia, vamos analisar as habilidades dos heróis da ficção científica que foram selecionados de acordo com conceitos físicos que também vão ser abordados. Dessa forma o objetivo é analisar como essas habilidades podem se sustentar de acordo com as leis da Física, ou se tornar realmente inviáveis, e suas possíveis consequências.

4.1 A INTANGIBILIDADE DA LINCE NEGRA: A FÍSICA DE ATRAVESSAR PAREDES

Nos quadrinhos, a Lince Negra, também conhecida como Kitty Pryde, é uma mutante que tem a capacidade de atravessar matéria sólida através da manipulação de sua intangibilidade. E essa habilidade de ficar intangível que vamos tentar explicar ou refutar por meio da Física. A Marvel explica que a sua habilidade deriva da capacidade que ela tem de atravessar os espaços vazios entre os átomos, um conceito que apesar de possuir uma base na Física tem muitas limitações (CLAREMONT; BYRNE, 1980).

Para compreendermos isso vamos partir da configuração atômica. Um átomo é constituído por um núcleo central denso, formado por prótons (carga positiva) e nêutrons (sem carga), e orbitando ao redor desse núcleo temos os elétrons (carga negativa). Entre o núcleo e a nuvem eletrônica, que é onde se localiza os elétrons, existe um grande espaço vazio, o que, teoricamente, poderia possibilitar que partículas de outros corpos usassem esse espaço para atravessar (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Para entender melhor as dimensões de um átomo, recorremos ao que diz Ostermann e Cavalcanti (2001):

As dimensões no átomo são as seguintes: os elétrons e os quarks (as partículas sem estrutura interna) têm um “tamanho” de 10^{-18} metros; o próton e o nêutron, 10^{-15} metros; o núcleo, 10^{-14} metros e o átomo, 10^{-10} metros. ... Se o próton e o nêutron tivesse 1 metro de diâmetro, os quarks e os elétrons teriam 1 milímetro. o núcleo teria 10 metros e o átomo inteiro, 100 quilômetros. (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2001, pag. 17-18).

Assim, podemos ter uma ideia da quantidade de espaço vazio que compõe um átomo. Mas ainda assim, essa estrutura aparentemente "vazia" do átomo não quer dizer para nós que ele seja de fácil de penetrar. As forças eletrostáticas e a densidade energética do núcleo criam barreiras consideráveis. Ao se sentar em uma cadeira, por exemplo, não estamos realmente encostando nela; como tanto a cadeira quanto nosso corpo possuem a mesma carga, os elétrons de um átomo repelem os elétrons de outro átomos por meio da força eletrostática, o que resulta em uma repulsão suficiente para manter uma pequena distância entre eles. Para atravessar uma parede, a Lince Negra poderia explorar esse espaço entre os átomos, mas ainda precisaria neutralizar a repulsão entre seus elétrons e os da parede. Isso requer a superação da força eletrostática, que é regida pela Lei de Coulomb (NUSSENZVEIG, 2015).

Dessa forma seria necessário que ela neutralizasse ou superasse a força repulsiva entre os elétrons de seu corpo e os da matéria sólida. Para tal feito seria necessária uma tecnologia ou habilidade ainda não conhecida dentro dos limites da Física clássica. De acordo com Griffiths (2011) podemos sugerir uma manipulação de campos eletromagnéticos para reduzir a repulsão entre os átomos de seu corpo e os da parede. Mas esse processo exigiria uma grande quantidade de energia, visto que a força eletrostática se destaca entre as interações mais intensas no nível atômico.

Mas ao partirmos para a Mecânica Quântica, podemos analisar o fenômeno de tunelamento que propõe uma possível explicação para a intangibilidade. Segundo a equação de Schrödinger, partículas como elétrons têm uma probabilidade não nula de atravessar barreiras energéticas que, sob condições clássicas, seriam intransponíveis, como explicam Eisberg e Resnick:

Assim, a penetração em uma região classicamente proibida de largura limitada a partícula pode ser observada, tanto antes como depois de atravessar a barreira, com energia total menor do que a energia potencial na região classicamente proibida. (EISBERG; RESNICK, 1979, p.258).

Em outras palavras, embora uma partícula esteja confinada por barreiras de energia potencial, ela ainda pode escapar desse confinamento, mesmo que sua energia cinética seja inferior à energia potencial da barreira, é como se, ao se apoiar em uma parede, houvesse uma pequena, mas ainda assim possível, chance de aparecer do outro lado dela. E quanto menor essa barreira, maior a probabilidade de o elétron aparecer do outro lado (EISBERG; RESNICK, 1979).

Conforme Kakalios (2005), no caso da Lince Negra, seria fundamental que ela tivesse a habilidade de manipular as condições de modo que seus átomos tunelassem, explicando sua capacidade de atravessar objetos sólidos, assim, sua habilidade na verdade seria de alterar o tamanho de barreira que seus átomos conseguem atravessar através do tunelamento. Mas mesmo assim estamos tratando de uma teoria probabilística, ou seja, a Lince Negra poderia aparecer do outro lado de uma parede, mas também em qualquer outro lugar, ou continuar no mesmo lugar.

Dessa forma podemos supor outra explicação para os poderes da Lince Negra, como a possibilidade dela se transformar em matéria escura. Uma parcela da matéria que compõem as galáxias é suscetível à interação com a luz, enquanto uma boa parte não apresenta essa interação, tornando-se invisíveis, e sendo percebidos apenas por sua gravidade. Por isso, os cientistas denominam essa fração invisível de "matéria escura" e "energia escura". De acordo com teorias e evidências recentes, o universo observável – composto por partículas como prótons, elétrons e nêutrons, que interagem com a luz – representa apenas 5% do total. O restante é predominantemente formado por energia escura, que corresponde a cerca de 68%, e matéria escura, que compreende aproximadamente 27% (ALVES-BRITO; MASSONI, 2019).

Se a Lince Negra tivesse a capacidade de modificar sua composição para incorporar as características da matéria escura, ela se tornaria realmente intangível em relação à matéria bariônica, partindo do princípio que essas duas formas de matéria não interagem. Porém, conforme indicado por Ramires, Massoni e Moriggi (2022), a matéria escura ainda tem a capacidade de interagir de forma tênue com a matéria ordinária, ou matéria bariônica, através da força fraca e da força gravitacional. Assim, mesmo que a lince negra adquirisse essa intangibilidade, ainda seria atraída pela gravidade do planeta, mas não teria o solo para exercer uma força contrária, entrando em um estado de queda livre em direção ao centro da Terra.

4.2 O SOCO RELATIVÍSTICO DO FLASH

Os super-heróis dos filmes e quadrinhos estão sempre desafiando as leis da física ao realizar feitos inimagináveis que extrapolam os limites das leis do universo que conhecemos. Uma desses feitos é o 'soco relativístico' do Flash, que devido a sua

capacidade de atingir velocidades próximas ou superiores à da luz resulta em muitas implicações físicas e, no contexto do mundo real, potencialmente catastróficas.

A sua habilidade de correr em velocidades muito altas é explicada nas histórias de filmes e quadrinhos como sendo uma conexão dele com a força de aceleração, que se trata de uma entidade fictícia que fornece para ele a capacidade de manipular propriedades do espaço-tempo, especialmente a velocidade, é descrita como a existência se movendo através da realidade (WAID; LAROCQUE; GUICE, 2017). Entretanto, segundo a teoria da relatividade restrita, que foi formulada por Albert Einstein em 1905, a ideia de atingir ou ultrapassar a velocidade da luz ($c = 3,0 \times 10^8 m/s$) entra em conflito direto com a nossa realidade Física (PIATTELLA, 2020).

Segundo a relatividade, à medida que um objeto com massa se aproxima da velocidade da luz, sua energia cinética aumenta, conforme expressa na seguinte equação:

$$E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - mc^2 \quad (\text{Eq. 01})$$

Onde:

E_k : Energia cinética relativística

c : Velocidade da luz no vácuo

m : Massa do objeto

v : Velocidade relativística do objeto

Esta fórmula indica que a energia necessária para acelerar um objeto com massa aumenta indefinidamente conforme a velocidade se aproxima de “ c ”, tornando impossível superar esse limite (NUSSENZVEIG, 1998).

Mas o flash nos quadrinhos consegue ignorar essas limitações, e se move a velocidades relativísticas, mas isso implicaria numa violação da causalidade, conforme sugerido pela relatividade geral (TIPLER; MOSCA, 2014).

Se ele realmente pudesse alcançar 99,999% da velocidade da luz, até mesmo um punho pequeno de uma pessoa, com massa aproximada de 0,5 kg, liberaria uma energia suficiente para provocar uma explosão equivalente a milhões de bombas

nucleares. E esses dados não são aleatórios, a Física de altas energias nos fornece informações muito interessantes de experimentos substanciais como os realizados no Grande Colisor de Hádrons (LHC), onde partículas subatômicas aceleradas a velocidades relativísticas demandam quantidades enormes de energia (EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH, 2025).

As consequências de um impacto dessa magnitude seriam devastadoras. A liberação dessa energia concentrada em um único lugar resultaria em uma explosão com efeitos globais. Conforme modelagens de explosões nucleares, como as elaboradas durante o Projeto Manhattan, uma energia dessa magnitude resultaria em uma bola de fogo com dezenas de quilômetros de diâmetro, seguida por ondas de choque capazes de derrubar construções em continentes inteiros (RHODES, 2012).

4.3 O ESCUDO DO CAPITÃO AMÉRICA: UM ESTUDO SOBRE DINÂMICA E TERMODINÂMICA

O escudo do Capitão América é um ícone muito reconhecido pelas pessoas nas narrativas de super-heróis, sendo amplamente explorado em histórias em quadrinhos, de onde se originou, e adaptações cinematográficas da Marvel Comics.

O escudo por sua vez é descrito como sendo feito de Vibranium, um material fictício e com propriedades únicas. No universo da Marvel, o Vibranium foi introduzido pela primeira vez em *Daredevil #13* (1966), e após isso foi continuamente explorado como um metal raro originário de Wakanda, uma nação fictícia na África. O Vibranium africano tem a capacidade de absorver todo tipo de impactos e vibrações, reforçando as ligações intermoleculares. Podemos analisar essa propriedade partindo do princípio da conservação de energia, que, conforme a primeira lei da termodinâmica afirma, a energia não pode ser destruída, mas apenas transformada. (SERWAY & JEWETT, 2018)

Com relação a composição do escudo, podemos pegar como exemplo as katanas japonesas, elas têm uma combinação de aço de baixo carbono no núcleo, para uma melhor flexibilidade, e aço de alto carbono na superfície, para ter dureza, isso resulta em uma lâmina que combina resistência a impactos e a capacidade de manter um fio cortante (MIODOVNIK, 2013). Podemos usar esse mesmo princípio para a construção do escudo do Capitão América, com camadas externas duras e resistentes e um núcleo mais flexível.

Mas algo que realmente intriga é que em algumas cenas de filmes e quadrinhos, vemos o escudo ricochetear em múltiplos alvos e depois retorna ao lançador, uma habilidade que podemos analisar partindo do princípio da conservação do momento linear e da energia. Conforme a segunda lei de Newton:

$$(\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}) \quad (\text{Eq. 02})$$

Onde:

$\vec{F}$: Força resultante

$\frac{d\vec{p}}{dt}$: Taxa de variação do momento linear

A força aplicada ao escudo durante o lançamento define a taxa de variação do momento, que é descrito por:

$$(\vec{P} = m \cdot \vec{v}) \quad (\text{Eq. 03})$$

Onde:

$\vec{P}$: Momento linear do corpo

m : Massa do corpo

$\vec{v}$: velocidade do corpo

Dessa forma para que o escudo continue ricocheteando e em seguida retorne, seria necessário que a sua superfície e composição minimizassem a dissipação de energia em cada impacto, preservando tanto o momento linear quanto a energia cinética (NUSSENZVEIG, 1996).

Na Física clássica, podemos explicar a conservação de momento por meio de sistemas isolados, onde o somatório dos momentos antes e depois de uma colisão permanece constante, desde que não haja forças externas significativas atuando (HALLIDAY, RESNICK & WALKER, 2016).

$$(\sum \vec{P}_{antes} = \sum \vec{P}_{depois}) \quad (\text{Eq. 04})$$

Onde:

$\vec{P}$: Momento linear do corpo

Mas se o vibranium, conforme os filmes, absorve completamente os impactos, a energia deveria ser convertida em outro tipo de energia, seja ela sonora, ou térmica, e isso por sua vez inviabilizaria o ricochete. Dessa forma para resolver esse problema na narrativa, podemos supor a presença de uma camada de adamantium, um outro material fictício do universo dos filmes, na borda do escudo, como ele é extremamente rígido isso reduziria as perdas de energia por deformação do material. Dessa forma, nós deduzimos uma possível solução para esse problema, pois quando o escudo é lançado, a força normal que é exercida pelo alvo no escudo durante a colisão altera a sua direção do momento, mantendo parte da sua magnitude para permitir os próximos ricochetes.

Mas também podemos fazer uma análise termodinâmica do escudo, considerando o destino dessa energia absorvida. De acordo com Halliday, Resnick & Walker (2016) a primeira lei da termodinâmica diz a energia de um sistema isolado é constante, e dessa forma qualquer energia cinética absorvida pelo escudo seria transformada em calor, som ou armazenada como energia interna.

Ainda segundo Halliday, Resnick & Walker (2016) a temperatura (T) de um gás é diretamente proporcional à energia cinética média das moléculas que compõe esse gás. Partindo de um sistema com um gás ideal, as moléculas estão em constante movimento, e sua energia cinética (E_c) é dada por:

$$E_c = \frac{3}{2} n.R.T \quad (\text{Eq. 05})$$

Onde:

E_c : Energia cinética das moléculas do gás

n: Numero de mols do gás

R: Constante universal dos gases

T: Temperatura absoluta do gás

Isso mostra que, ao aumentar a temperatura de um gás, a energia cinética média de suas moléculas também aumenta. Mas se nós diminuirmos a energia cinética

desse gás, a temperatura vai reduzir. Partindo disso, se o vibranium absorvesse também as vibrações moleculares do ar, ele poderia reduzir a energia cinética média das moléculas que estão ao seu redor, resultando em uma diminuição da temperatura, dessa forma o escudo do capitão américa teria que ser extremamente gelado, uma vez que o calor que nós sentimos no ambiente é diretamente proporcional à energia cinética média das moléculas ao redor (NUSSENZVEIG, 1996).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal desse estudo foi o de analisar as habilidades de heróis e objetos da ficção científica, mas levando em conta a Física, avaliando se é cientificamente possível, ou se não passa apenas de imaginação, e dessa forma avaliando e explorando seu potencial como ferramenta pedagógica. Os resultados alcançados, que são justamente as análises feitas, deixam claro que o uso da ficção científica como recurso pedagógico tem um grande potencial e pode contribuir para uma melhor compreensão de conceitos complexos da Física. As análises que foram realizadas sobre a intangibilidade da Lince Negra, o soco relativístico do Flash e o escudo do Capitão América demonstraram que essas habilidades podem ser amplamente exploradas para dar um contexto a conteúdos teóricos, despertando um maior interesse por parte dos estudantes.

A intangibilidade da Lince Negra, por exemplo, levanta discussões sobre a estrutura atômica e das interações eletrostáticas, demonstrando como conceitos como a Lei de Coulomb e o tunelamento quântico podem ser usados para explicar o funcionamento dessa habilidade, levando em conta o contexto fictício. E por outro lado a análise do soco relativístico do Flash, introduz os estudantes à teoria da relatividade e aos efeitos devastadores que uma energia tão grande poderia ter, podendo por conta disso, até mesmo ser abordado pelo ponto de vista da ética. Por fim, o escudo do Capitão América feito de vibranium, oferece um ponto de partida para explorar questões de conservação de energia, termodinâmica, dando início a discussões enriquecedoras sobre como a energia é absorvida, armazenada e redistribuída em sistemas fictícios e reais.

Dessa forma foi possível ver a viabilidade de integrar a ficção científica ao ensino de Física, servindo como uma ponte entre os conceitos teóricos e o cotidiano dos estudantes, ou seja, é um belo ponto de partida. E isso acaba por enriquecer o

processo de aprendizagem, além de promover reflexões sociais e éticas sobre a física. No entanto, a seleção dessas obras merece atenção, pois devem ter uma consistência científica suficiente para embasar as discussões.

Futuramente pode-se aumentar o repertório de análises com outras obras de ficção científica que abordem outros conceitos físicos, além de investigar o impacto dessa abordagem em diferentes contextos educacionais, pelo desenvolvimento de materiais didáticos baseados nessas análises, e integrando tecnologias digitais. Dessa forma a finalidade é que as reflexões e análises que foram apresentadas contribuam para a ampliação desse debate sobre metodologias inovadoras no ensino de Física e possivelmente inspirar novos estudos nessa área, tornando o aprendizado mais significativo e transformador.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. R. **A ficção científica na ficção escolar: investigando as potencialidades do gênero no ensino de física**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4369>> Acesso em: 6 set. 2024
- ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T. **Astrofísica para a Educação Básica**: a origem dos elementos químicos no Universo. Curitiba: Appris Editora, 2019.
- CLAREMONT, C.; BYRNE, J. **The Uncanny X-Men**. 129. ed. Nova York: Marvel Comics, 1980.
- EISBERG, R; RESNICK, R. **Física Quântica. Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas**. São Paulo: Campus/Elsevier, 1979.
- EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH. **The Large Hadron Collider**. Genebra, 2025. Disponível em: <https://home.cern/science/accelerators/large-hadron-collider>. Acesso em: 20 jan. 2025.
- FERRAZ, R.; MENDES, A. Contextualização no ensino de ciências: estratégias para o engajamento estudantil. **Revista de Educação Científica**, v. 15, n. 2, p. 123-140, 2020.

GRIFFITHS, D. J. **Eletrodinâmica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2011

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**, volume 1: mecânica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**, Volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**, Volume 3: eletromagnetismo. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**, Volume 4: Óptica e física moderna. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

KAKALIOS, J. **The Physics of Superheroes**. Nova Iorque: Gotham Books, 2005

LIMA, C. **Interdisciplinaridade e inovação pedagógica**: desafios e possibilidades. Porto Alegre: Editora Universitária, 2018.

MARTÍN-DÍAZ, M. J.; PIZARRO A.; BACAS P.; GARCIA J.P.; PERERA F. Science fiction comes into the classroom: Maelstrom II. Physics Education, **Bristol**, v. 27, n. 1, p. 18-23, 1992.

MARTINS, A.F.P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. V.24, n.1, p.112-131, 2007.

Marvel Comics. **Daredevil #13**. Marvel Entertainment, 1966

MELO, R.; FILHO, L. A. C. R. Turvamento entre ficção e conhecimento científico em filmes de ficção científica no ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, 2024.

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

MIODOVNIK, M. **Stuff Matters**: Exploring the Marvelous Materials That Shape Our Man-Made World. Nova York: Houghton Mifflin Harcourt, 2013.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**: Mecânica volume 1. São Paulo: Blucher; 1996.

NUSSENZVEIG, H.M. **Curso de Física Básica**: Eletromagnetismo volume 3. São Paulo: Blucher, 2015.

NUSSENZVEIG, H.M. **Curso de Física Básica** volume 4. São Paulo: Blücher, 1998

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C.J.H. Um pôster para ensinar Física de partículas na escola. **Física na escola**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 13-18, 2001.

PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. Possibilidades dos filmes de ficção científica como recurso didático em aulas de Física: a construção de um instrumento de análise. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2006, Londrina. **Anais** [...]. Londrina 2006. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epef/x/sys/resumos/T0047-1.pdf>> Acesso em: 6 set. 2024

PIASSI, L.P.C. **Contatos**: a ficção científica no ensino de ciências em um contexto sociocultural. 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-10122007-110755/>>. Acesso em: 22 jan. 2025.

PIATTELLA, O. F. O artigo fundador da teoria da relatividade restrita: Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento. **Cadernos de astronomia**, Espírito santo, v. 1, n. 1, p. 157-176, 2020.

RAMIRES, G.A.N.G.; MASSONI, N.T.; MORIGGI, A.V. Matéria escura e energia escura: uma revisão da literatura sobre um dos maiores enigmas da física e cosmologia contemporâneas. **Textos de apoio ao professor de física**, Porto Alegre, v. 33, n. 1, 2022

RHODES, R. **The making of the atomic bomb. 25th anniversary ed.** New York: Simon & Schuster, 2012.

SANTOS, L. J. B. **Ensino de física e cinema de ficção científica**: possibilidades didático pedagógicas de ensino e aprendizagem. 2019. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2019. Disponível em: <<https://tede2.pucgoias.edu.br:8080/handle/tede/4407>> Acesso em: 06 set. 2024

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. **Física para Cientistas e Engenheiros**: luz, óptica e física moderna. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

FILHO, W. J. C. A importância da ficção científica para a formação de cientistas e na produção de novas tecnologias. **Revista Água Viva**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2021. DOI: 10.26512/aguaviva.v6i2.38282. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/aguaviva/article/view/38282>. Acesso em: 20 ago. 2025.

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica. Tradução e revisão técnica: Paulo Machado Mors. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

WAID, M.; LAROCQUE, G.; GUICE, J. **Flash: O retorno de Barry Allen**. 50. ed. São Paulo: Eaglemoss, 2017.