Recital

Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NO ENSINO DE FÍSICA: ELEMENTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Comics Stories in Physics Teaching: Theoretical and Conceptual Elements for Teacher Training

Ramon Alves dos SANTOS
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
ramonalvesfernandes@gmail.com

Rafael Casaes de BRITO
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
raffael2.casaes@gmail.com

Benedito Gonçalves EUGÊNIO
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
benedito.eugenio@uesb.edu.br

Ferdinand Martins da SILVA
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
ferdinand.silva@uesb.edu.br

Luan Santos LEMOS
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
luan.santoslemos144@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v6i3.599

Resumo

Este artigo apresenta um estudo sobre a ocorrência de certos conceitos e princípios da Física explorados nas Histórias em Quadrinhos publicadas pelas editoras *Marvel Comics* e *DC Comics*. O estudo em questão possui caráter qualitativo e, quanto à sua natureza, classifica-se como uma pesquisa bibliográfica e explicativa, pois visa analisar obras que já foram publicadas, além de descrever e explicar certos trechos desse material. Empregamos a Análise de Conteúdo como técnica para organizar os dados produzidos e buscamos discuti-los à luz de um conjunto de conceitos e princípios físicos. Os resultados obtidos demonstram que as representações da Física esboçadas nos quadrinhos destoam da realidade e que, apesar disso, configuram-se como um recurso didático relevante para explorar novos tópicos. Além dessa potencialidade, também discutimos como a teoria do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, proposta por Lee Shulman, é capaz de orientar o professor na execução de atividades que envolvam as Histórias em Quadrinhos. Por fim, nas considerações finais, destacamos a relevância deste tipo de pesquisa no âmbito da Educação Básica, dos cursos de licenciatura e no contexto da pós-graduação.

Palavras-chave: Ensino de Física. Formação de Professores. Histórias em Quadrinhos.

Abstract

This article presents a study on the occurrence of certain concepts and principles of Physics explored in comic books published by Marvel Comics and DC Comics. The study in question is qualitative in nature and is classified as bibliographical and explanatory research, as it aims to analyze works that have already been published, in addition to describing and explaining certain excerpts from this material. We used Content Analysis as a technique to organize the data produced and sought to discuss them in light of a set of physical concepts and principles. The results obtained demonstrate that the representations of Physics outlined in the comic books differ from reality and that, despite this, they are configured as a relevant teaching resource for exploring new topics. In addition to this potential, we also discuss how the theory of Pedagogical Content Knowledge, proposed by Lee Shulman, is capable of guiding teachers in the execution of activities involving comic books. Finally, in the final considerations, we highlight the relevance of this type of research in the context of Basic Education, undergraduate courses and in the context of postgraduate studies.

Keywords: Teaching Physics. Teacher training. Comics.

INTRODUÇÃO

A narrativa e o universo dos super-heróis são produtos da literatura estadunidense que surgiram a partir de condições históricas, políticas e econômicas específicas. Nessa direção, a escassez de fontes de entretenimento trouxe grandes implicações para a difusão de produções culturais em um contexto mundial. Devido à sua amplitude, as obras de ficção científica, sejam elas filmes, livros, jornais, revistas, Histórias em Quadrinhos (HQs) ou adaptações de outra natureza, não têm como objetivo extrair fatos da realidade, ainda que possam conter elementos verídicos e reais, mas compõem um terreno fértil à imaginação e à ludicidade (GRESH; WEINBERG, 2005; ROBB, 2017), o qual tem sido explorado, discutido e interpretado de

diversas maneiras e em diferentes campos de estudo (FERREIRA; JUNIOR; VALENTIM, 2020; PAVARINA; ZAFALON; BARBOZA, 2023; LIU; SILVA; LIMA, 2019; TOLEDO, 2021; TAVARES, 2020).

Atualmente, o cenário educacional brasileiro tem se deparado com um conjunto de transformações estruturais relacionadas à Formação de Professores, as quais, por sua vez, se manifestam devido à instituição dos documentos normativos que regulamentam essa seara (NOGUEIRA; BORGES, 2021; OSTERMANN; REZENDE, 2021). Nesse contexto, as HQs se apresentam como um recurso promissor para o Ensino de Física e, devido à linguagem acessível, tendo em vista seus elementos visuais e tramas bem construídas, tais obras podem ser utilizadas em diferentes perspectivas, seja como aporte didático nas diferentes modalidades da Educação Básica (MACETI *et al.*, 2021), seja como um instrumento nas pesquisas de pós-graduação voltadas à Formação Inicial e Continuada de Professores (MENESES; CRUZ; LINHARES, 2022; SOUSA; SANTANA, 2017). A confecção e utilização de histórias em formato físico e digital (VERGUEIRO, 2007; VERGUEIRO; RAMOS, 2009) possibilitam a exploração desse material no desenvolvimento de projetos interdisciplinares focados em leitura, escrita, interpretação e argumentação científica (ZANETIC, 2005; 2006) e além disso, também auxiliam o(a) professor(a) no planejamento e na elaboração das aulas, bem como na reflexão da sua própria prática pedagógica.

De antemão, ainda que as HQs e a divulgação científica mantenham uma relação simbiótica entre si, é preciso diferenciar ambas. A primeira se refere às narrativas que combinam elementos textuais, não-textuais e imagéticos, alinhados à apresentação de personagens em um tempo e espaço, a fim de relatar diferentes acontecimentos, conforme argumentam Cunha (2021) e Vieira (2023). A segunda, por outro lado, corresponde ao conjunto de ações cujo objetivo é difundir, democratizar e facilitar o acesso ao conhecimento científico por meio de atividades que possuem diferentes naturezas, instituídas em espaços formais e não-formais de Educação que, além da sala de aula, incluem museus históricos, planetários e teatros (PORTO; BROTAS; BORTOLIERO, 2011; ROCHA; OLIVEIRA, 2019). Estas atividades, como se apresentam, estão relacionadas à escritas de textos com uma linguagem simples e acessível, bem como a produção de materiais pedagógicos que busquem aproximar os saberes oriundos da Ciência com o imaginário social e as práticas culturais.

Desse modo, há uma relação entre o ensino e a divulgação científica, manifesta na utilização das HQs, tendo em vista seu caráter didático e pedagógico. Este material, tal como é considerado por estudiosos como André (2015) e Rama *et al.* (2004), possui um formato e uma organização que o diferencia de obras tradicionais, além de conter múltiplos elementos que sinalizam caminhos de interdisciplinaridade e, justamente pela linguagem dinâmica e acessível, facilitam os processos de ensino e aprendizagem. Em vista disso, sustentamos a tese de que as HQs, enquanto recurso educacional, apresentam múltiplas potencialidades a serem discutidas no Ensino de Física, ao enfatizar as diferentes vertentes e temáticas que o compõem. Também esperamos que os resultados obtidos neste artigo possibilitem que exploremos diversos princípios e conceitos físicos, os quais, nessa perspectiva, são utilizados de maneira recorrente em áreas como Mecânica Clássica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Teoria da Relatividade e na Física das Radiações. Além disso, tomamos como premissa o fato de que as pautas apresentadas neste material dão maior dinâmica e ludicidade aos tópicos discutidos pelo professor (KISHIMOTO, 2008; LUCKESI, 2015), ao passo que mantém o rigor e a sistematização dos conceitos.

Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar um conjunto de situações presentes nas HQs publicadas pela *Marvel Comics* e pela *DC Comics*, de modo a discutir, com base em princípios físicos, se tais ocorrências são, de fato, verídicas ou não. Para isso, lançamos mão de algumas estruturas conceituais, como a teoria do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (tradução para *Pedagogical Content Knowledge* ou simplesmente PCK) proposta por Lee Shulman (1986; 1987). O referido aporte teórico consiste na mobilização e articulação entre as diferentes bases que compõem a natureza socioprática das ações pedagógicas construídas pelo professor e perpassa pelo caráter instrucional do componente curricular que o mesmo leciona. Há, nesse caso, um conjunto de habilidades mobilizadas pelo docente que o diferenciam de um pesquisador ao tomarmos como base suas respectivas áreas de atuação. Dessa forma, utilizamos esse referencial para descrever e explicar tais situações e, em certa medida, também buscamos destacar o potencial deste recurso para as pesquisas em Ensino de Física, o qual pode ser utilizado ora como estratégia didática, ora como um material complementar às aulas da Educação Básica.

1 REVISÃO DA LITERATURA[1]

As pesquisas mais recentes da literatura especializada têm apontado uma multiplicidade de abordagens direcionadas ao Ensino de Física que utilizam as HQs como instrumento didático e pedagógico. De acordo com Silva (2019), as HQs devem ser consideradas como um material paradidático complementar às aulas, pois essas obras facilitam o entendimento de conceitos científicos, além de ser um elemento importante para as pesquisas em Ensino de Física desenvolvidas na Educação Básica, pois seu potencial pode ser explorado de maneira conjunta com as diversas teorias educacionais. Nessa direção, Neto e Queiroz (2020) criaram uma HQs em formato digital baseada nos aspectos culturais da região nordeste do Brasil, cujo objetivo principal é a divulgação e popularização da Ciência, sobretudo das ideias relacionadas à Física de Partículas e áreas afins. Os autores consideram que a difusão do conhecimento científico nas mídias, sejam elas físicas ou digitais, é uma das diversas estratégias que compõem o tripé pesquisa-ensino-extensão, considerado como uma interação entre a sociedade e a comunidade acadêmica para o enfrentamento de demandas sociais.

À guisa de discussão, Oliveira e Teixeira (2021) reforçam os argumentos acima expostos com base na análise de trabalhos acadêmicos (livros, artigos, dissertações e teses), buscando demonstrar como as HQs podem ser utilizadas na produção de materiais de cunho educacional voltados à divulgação científica. Para tanto, os autores buscaram, previamente, realizar um levantamento, mediante um questionário, sobre o interesse dos estudantes de uma escola pública em aprender tópicos de Física por meio das HQs e se houve algum contato prévio dos mesmos com essas obras. Além disso, Oliveira e Teixeira (2021) desenvolveram um conjunto de atividades sob a forma de perguntas problematizadoras acerca dos conceitos de Física presentes na construção de personagens como Hulk, Superman e Flash para que os discentes pudessem discutir entre si. Tal ação foi desenvolvida com o objetivo de fomentar debates produtivos, reflexões e questionamentos na turma e, nesse contexto, os pesquisadores observaram que os estudantes conseguiram, de fato, apontar conclusões coerentes sobre os princípios físicos e apresentaram um grande interesse em participar das tarefas propostas.

[1] Buscamos, nesta seção, apresentar um panorama geral sobre as pesquisas mais recentes que abordam a Física no universo dos super-heróis.

De modo análogo, Miranda (2020) apresenta um projeto direcionado ao Ensino de Ciências desenvolvido em turmas do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, no qual houve a discussão sobre elementos presentes na cultura *pop*, com papel de destaque para os super-heróis. Com esse objetivo, o autor selecionou um conjunto de textos relacionados com os conteúdos ministrados em aula, além de fontes que buscavam complementar a proposta pedagógica, cujas discussões se amparam em tópicos voltados à Natureza da Ciência e aos aspectos do conhecimento científico. Miranda (2020) relata que as turmas foram divididas em grupos para que houvesse uma troca de ideias e um maior fluxo de informações entre os seus componentes. Na sequência, o professor distribuiu um texto de autoria própria para que os estudantes pudessem analisar os argumentos ali expostos e emitir uma opinião sobre a temática proposta por meio de uma resenha. Após a análise do material produzido pelos estudantes, o autor conclui que os mesmos adquiriram uma capacidade crítica e reflexiva sobre os conteúdos estudados ao longo do ano.

Seiffert (2021), por outro lado, apresenta um estudo teórico que buscou investigar a influência da ficção científica estadunidense sobre a produção das revistas em quadrinhos. Nesse sentido, a autora demonstra, por meio de um levantamento bibliográfico, o marco literário que deu origem ao gênero *science fiction* e sua influência sobre a mitologia dos super-heróis no despontar das décadas de 1930 e 1940. Desse modo, Seiffert (2021) dá o devido destaque para Hugo Gernsback, Frank R. Paul, Jerry Siegel, Joe Shuster, Marek Wasilewski, (dentre tantos outros), como os escritores mais influentes e proeminentes da época mencionada, pois, para o primeiro autor, a ficção científica não é apenas literatura, mas sim um poderoso instrumento para educar o público. Por fim, a referida autora afirma que, em decorrência dos impactos causados pela Segunda Guerra Mundial, a publicação de livros sobre ficção científica rareou e, paulatinamente, deu margem para o surgimento das HQs, cujo formato e enredo das histórias agradou ao grande público, além de contribuir para os períodos conhecidos popularmente como Era de Prata e Era de Ouro dos quadrinhos.

Ramires (2022) discorre sobre um conjunto de atividades de caráter interdisciplinar desenvolvidas no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) que utilizam as HQs como elemento pedagógico para abordar conceitos associados à radioatividade. Para isso, a autora constrói um estudo qualitativo do tipo investigação-ação e, como instrumento para a produção de dados, a mesma utiliza o diário de campo e anotações feitas por meio da observação, tomando como estratégia metodológica os 3 Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007), de modo que os estudantes foram desafiados a criar um super-herói (ou heroína) cujos poderes fossem explicados com base em leis da Química e da Física. Com base nos resultados obtidos, Ramires (2022) consegue demonstrar que a atividade – desenvolvida nos moldes de uma pesquisa-ação – contribuiu para uma integração de conceitos químicos e físicos da radioatividade, e, por fim, a autora conclui que os objetivos propostos inicialmente foram cumpridos, tendo em vista a construção de conhecimentos interdisciplinares relacionados às diferentes áreas.

Complementando essas abordagens, Silva, Carneiro-Leão e Rodrigues (2023), analisaram por meio de um estudo qualitativo, os limites e as possibilidades exploradas com o uso das HQs a partir das vivências escolares e acadêmicas de licenciandos em Física. Para tal, os autores utilizaram um questionário eletrônico como instrumento para a produção de dados, o qual foi respondido por 12 estudantes de diferentes semestres. No que se refere à discussão dos resultados, os pesquisadores, ao analisarem as respostas obtidas, pontuam a pouca experiência

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 3, set/dez 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

dos estudantes em utilizar as HQs como um recurso pedagógico, pois, na concepção destes últimos, tais histórias podem ser consideradas como um material de apoio complementar às aulas expositivas. Por fim, Silva, Carneiro-Leão e Rodrigues (2023) reforçam a necessidade de mais pesquisas voltadas à Formação Inicial e Continuada nos moldes discutidos, uma vez que as HQs podem ser utilizadas tanto no contexto da Educação Básica quanto no da Educação Superior.

2 PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS

O estudo em questão foi desenvolvido a partir de ações de um grupo de pesquisa voltado à Formação de Professores e à Prática Docente. Logo, esta investigação configura-se como uma pesquisa qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994; CRESWELL, 2014; GAMBOA, 2012) e, quanto a sua abordagem, classifica-se como uma pesquisa bibliográfica e explicativa (BOCCATO, 2006; TRIVIÑOS; 1987), tendo em vista que tais qualificações são as mais adequadas para se referir à investigação que se apresenta nos moldes aqui expostos.

Justificamos o caráter qualitativo desta investigação com base nos argumentos de Gamboa (2012), pois esse tipo de estudo traz à tona as motivações e inquietações do pesquisador, as quais, por sua vez, resultam da observação das relações entre fenômenos – sejam eles sociais, políticos, econômicos e científicos. Consequentemente, tais atribuições implicam na construção de uma possível resposta para uma situação-problema, além de aprofundar os conhecimentos em uma certa área de pesquisa e/ou preencher as lacunas nela existentes.

De acordo com os pressupostos de Boccato (2006) e de Triviños (1987), a pesquisa bibliográfica consiste no levantamento das obras que irão orientar o trabalho acadêmico. É com base nesta afirmação que justificamos o caráter bibliográfico aqui exposto, pois nos debruçamos sobre uma vasta e ostensiva literatura ficcional já publicada, cujo objeto de estudo refere-se aos conceitos físicos presentes nas HQs. Ainda na concepção dos autores, é necessário que o pesquisador organize e sistematize o material a ser investigado mediante quadros e tabelas e, além disso, é importante que o mesmo leia, reflita, faça apontamentos e compare diferentes resultados.

Dando continuidade aos elementos desta investigação científica, destacamos os aspectos explicativos deste estudo a partir dos argumentos de Triviños (1987), o qual considera que essa abordagem enfatiza a explicação de fatos da realidade. Dessa forma, relacionamos essas características com o presente estudo, tendo em vista que buscamos analisar de maneira suficientemente detalhada os fenômenos que aqui se apresentam, com o objetivo de identificar suas causas e, consequentemente, elaborar uma interpretação qualitativa de acordo com os Princípios da Física.

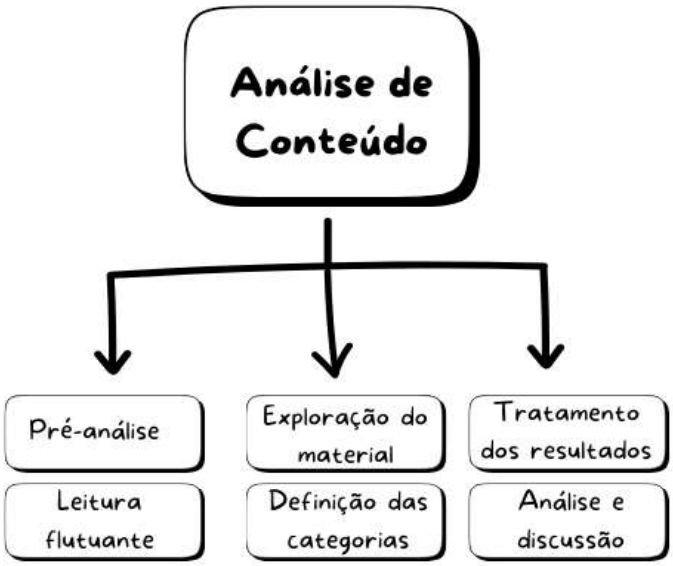
2.1 PROCEDIMENTOS

Nesta subseção apresentamos a operacionalização dos pressupostos metodológicos expostos acima. Diante disso, o *corpus* que compõe esta pesquisa refere-se às edições mais recentes das HQs publicadas pelas editoras *Marvel* e *DC Comics*, de modo que definimos e delimitamos o material analisado no recorte temporal relativo aos anos de 2014, 2018, 2021 e 2023. Justificamos a aleatoriedade desse marco cronológico com base no fato de que o único

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 3, set/dez 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

parâmetro adotado para a seleção desse conjunto de obras, em particular, correspondeu à presença de situações que possibilitasse a discussão conceitual. Nesse sentido, utilizamos a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2010) como técnica para organização dos dados produzidos no escopo deste estudo, pois, de acordo com a autora, esse tipo de análise corresponde a um conjunto de instrumentos metodológicos que se aplicam a diversos contextos.

Figura 1 – Representação esquemática simplificada sobre a Análise de Conteúdo.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Bardin, 2010.

Na primeira fase desse procedimento técnico, denominada por Bardin (2010) de pré-análise, realizamos a "leitura flutuante" e buscamos selecionar e organizar a amostra a ser investigada em um quadro que contém informações referentes à editora, título, autor e ano de publicação. À vista disso, as HQs foram selecionadas de maneira prévia e, desse modo, escolhemos versões mais completas desse material, publicado no Brasil em edições mais atuais sob a forma de compêndios de capa dura que contêm informações adicionais sobre as obras.

Quadro 1 – Informações gerais sobre o *corpus* da pesquisa.

Editora	**Distribuidoras**	**Título**	**Autor(es)**	**Ano de publicação**
DC Comics	Eaglemoss	*Flash:* Ponto de Ignição	Geoff Johns	2011
	Panini *Comics*	O Relógio do Juízo Final	Geoff Johns	2021
	Panini *Comics*	*Flash:* a guerra de um minuto	Dan Mora *et al.*	2023

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 3, set/dez 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Marvel Comics	*Marvel Comics*	*The Amazing Spider-Man: learning to crawl*	Dan Slott	2014
	Panini *Comics*	*Vingadores vs X-men*	Brian Michael Bendis	2018
	Panini *Comics*	Hulk contra o mundo	Greg Park	2018

Fonte**:** Autores, 2024.

Feito isso, procedemos com a segunda fase, a qual consiste na exploração do material. Ademais, realizamos uma leitura apurada das obras que integram o presente trabalho e buscamos, com base em um exame minucioso, definir as categorias que implicam (direta ou indiretamente) no conteúdo comunicado pelas HQs. Dessa forma, as categorias foram definidas *a posteriori*, tendo em vista o contato inicial com o material investigado. Na sequência, buscamos evidenciar, ao longo das histórias, os conceitos físicos abordados nas diferentes séries e modalidades da Educação Básica, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2 – Categorias de análise e conceitos explorados.

Categorias	**Tópicos e conceitos**
Mecânica Clássica	Massa e Inércia
	2º Lei de Newton
	Princípio da Conservação da Energia
	Conservação do Momento Linear
	Forças Dissipativas
	Lei de Hooke
Eletromagnetismo	Intensidade do Campo Magnético
	Materiais Magnéticos
Relatividade Especial	Postulados da Teoria da Relatividade Especial
	Momento Linear Relativístico
	Energia Relativística
Física das Radiações	Efeitos da Radiação no Corpo Humano

Fonte: Autores, 2024.

Por fim, na terceira fase, a qual compreende o tratamento dos resultados e as possíveis inferências e interpretações que podem ser feitas sobre o material investigado, buscamos analisar, de maneira crítica e reflexiva, em que medida as situações apresentadas nas HQs se

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 3, set/dez 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

aproximam ou não da realidade, ao relacionar os tópicos e conceitos presentes no quadro 2 com os poderes e as habilidades dos super-heróis. De acordo com a própria Bardin (2010), essa etapa corresponde à "operação lógica, pela qual se admite uma proposição em virtude da sua ligação com outras proposições já aceitas como verdadeiras" (BARDIN, 2010, p. 41).

Após a utilização dos pressupostos metodológicos referentes à Análise de Conteúdo (BARDIN, 2010), realizamos um recorte de alguns trechos das HQs publicadas no Brasil e discutimos os conceitos e princípios físicos que se apresentam neste material. Para tanto, buscamos explorar os poderes e habilidades de conjunto seleto de super-heróis, de modo a relacionar as situações expostas nas HQs com as teorias e estruturas conceituais que estão no cerne da Física e que se fazem presentes nas diferentes modalidades da Educação Básica. Dessa forma, apresentamos, abaixo, uma sequência de imagens que buscam retratar tais situações.

3. ANÁLISE DAS OBRAS

3.1 O VELOCISTA ESCARLATE

Embora as HQs sejam obras de ficção que não necessitem, obrigatoriamente, seguir as leis da Física à risca, é interessante observar como alguns princípios são utilizados ou até mesmo "desobedecidos" de forma criativa pelos autores e roteiristas. De modo geral, podemos lançar mão de certos conceitos da Física Clássica e da Física Moderna para compreendermos como funcionam os poderes adquiridos por Barry Allen, o *Flash*, após um acidente ocorrido no laboratório em que trabalhava (JHONES, 2011). Do ponto de vista clássico, podemos considerar o personagem como um sistema de referência não inercial, visto que o mesmo possui uma aceleração associada ao seu movimento. À guisa de discussão, verifica-se que o velocista escarlate contradiz aos postulados da Teoria da Relatividade Especial, tendo em vista que ele não obedece a um conjunto de leis físicas. Como exemplo, podemos destacar sua supervelocidade, a qual supera a velocidade da luz no vácuo, tida como o valor limite em nosso universo (GREENE, 2001; 2005; HAWKING, 2015; 2016).

Figura 2 – *Flash* em patrulha pela cidade.



Fonte: Johnes, 2011.

Ainda sobre o referido personagem, é possível verificar que, de acordo com os pressupostos da Relatividade Especial, à medida que o personagem se desloca com uma velocidade próxima à

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 3, set/dez 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

da luz, sua massa relativística aumenta significativamente.[2] Dessa forma, partilhamos dos argumentos de Ostermann e Ricci (2004) sobre o termo Massa Relativística, pois, de acordo com a autora, esta grandeza está relacionada com o aumento da Inércia. Esta situação pode ser exemplificada por meio de uma técnica executada pelo velocista escarlate conhecida como soco de massa infinita, pois, nessa situação, o personagem se move à velocidade da luz para aumentar a sua inércia. Feito isso, o *Flash* dá um soco em seus inimigos e, devido a esse aumento da Massa Relativística (Inércia), o impacto e os danos causados são consideráveis, de modo que há liberação de ondas de choque e rajadas de energia.

Figura 3 – Soco de massa infinita



Fonte: Mora *et al.*, 2023.

O personagem possui um grande repertório de habilidades que também estão relacionadas ao seu movimento, com destaque para a supervelocidade (conforme discutido no parágrafo anterior) e a intangibilidade. No caso desta última, o *Flash* a utiliza para vibrar todas as moléculas do seu corpo com certa frequência e velocidade para atravessar objetos sólidos. No campo da ficção, é necessário que essa oscilação satisfaça um padrão constante que depende de vários parâmetros físicos. Por outro lado, esse fenômeno, tal como se apresenta, não leva em consideração a influência de fatores externos, como o calor e a temperatura do ambiente (somente para citar alguns exemplos), visto que qualquer acréscimo ou decréscimo nessas variáveis cessa a intangibilidade.

3.2 MAGNETO

No que se refere ao Eletromagnetismo**,** Erik Magnus Lehnsherr – conhecido popularmente nas histórias como Magneto – é um personagem de origem judaica que viveu no período de antissemitismo na Alemanha e, devido a uma mutação genética, apresenta poderes de manipulação de Campos Magnéticos, além do controle de metais. Podemos interpretar o Campo Magnético como uma região no espaço que pode influenciar o movimento de uma partícula que possui carga elétrica (HEWITT, 2002). De modo geral, a origem de tais campos está relacionada ao movimento de partículas eletricamente carregadas e a sua intensidade está associada à interação entre os pares dessas partículas (*ibidem*, 2002). Em várias histórias o

[2] Sobre essa afirmação, é preciso esclarecer que não existe um consenso entre os pesquisadores da área de Ensino de Física quanto à definição de massa relativística. A título de exemplo, comparamos o trabalho de Ostermann (2004) – no qual a autora considera que o aumento da massa relativística está associado à inércia do objeto – com as ideias apresentadas por Calçada e Sampaio (2012) e verificamos que existe certa divergência entre o posicionamento desses autores.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 3, set/dez 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

personagem Magneto gera um campo unidimensional que afeta somente um objeto metálico, sem que haja a manifestação do magnetismo em outros objetos.

Figura 4 – Magneto manipulando metais em Vingadores vs X-men.



Fonte: Bendis, 2018.

O problema dos poderes aqui discutidos reside no fato de que o Campo Magnético gerado não afeta todos os materiais e substâncias que contêm propriedades paramagnéticas e ferromagnéticas em um local, pois, de acordo com os Princípios do Eletromagnetismo, todos os objetos com tais características deveriam ser afetados. É impossível que o personagem em questão tenha a capacidade de influenciar os elétrons que compõem um metal para gerar um campo magnético somente ao redor deste, e, ao mesmo tempo, consiga "anular" essa mesma característica presente em outros metais. Contudo, existem materiais que não apresentam as propriedades aqui descritas, de modo que não há nenhuma influência de caráter magnético sobre os mesmos.

3.3 DR. MANHATTAN

No ano de 1986 os escritores e roteiristas Alan Moore e Dave Gibbons (criadores do universo *Watchmen*) deram vida a um personagem que desafia basicamente todas as leis da Física: o Doutor *Manhattan*[3]. A sua origem é descrita em uma história que relata a vida de Jon Osterman, um físico que obteve seu doutorado em pesquisas nucleares no ano de 1958 pela Universidade de Princeton e que, em 1959, sofreu um acidente de laboratório nas instalações do Projeto *Manhattan* que lhe concedeu poderes inimagináveis à mente humana. O referido personagem possui habilidades relacionadas à emissão de radiação e rajadas de energia, alteração de massa e volume, manipulação atômica/molecular, constructos de luz sólida, teletransporte, viagens temporal e dimensional, criação de objetos, além de inteligência aprimorada.

[3] O referido personagem foi criado originalmente pelos autores citados e foi utilizado em uma história que representa um *crossover* entre o universo de super-heróis da *DC Comics* com o universo *Watchmen*.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 3, set/dez 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Figura 5 – O Dr. Manhattan prevê o futuro.



Fonte: Johns, 2021.

Os poderes de teletransporte e manipulação de luz sólida contradizem ambos os postulados da Relatividade Especial, uma vez que, para o personagem aqui discutido, as leis da Física possuem diferentes formas, isto é, podem ser alteradas (violação do 1º postulado). Além disso, é impossível solidificar ondas eletromagnéticas, pois essa ação vai de encontro à constância da velocidade da luz no vácuo, pois os pulsos luminosos emitidos por um objeto estariam em repouso com relação a um sistema referência que está parado (violação do 2º postulado). Sobre a habilidade de teletransportar a si próprio, tal característica também viola a constância da luz, justamente pelo fato de possibilitar o deslocamento entre duas regiões diferentes do espaço de modo instantâneo. Também ocorre a violação do Princípio da Conservação de Energia, visto que o Dr. Manhattan mostrou-se capaz de criar objetos sólidos a partir do vácuo.

3.4 HOMEM-ARANHA

Por outro lado, existem personagens no universo dos super-heróis cujas habilidades podem ser explicadas em total concordância com as leis da Física. Tendo em vista os índices de popularidade da *Marvel Comics*, o material publicado sobre o *Spider-Ma*n – conhecido popularmente no Brasil como Homem-Aranha – conta a história de Peter Parker, um jovem estudante da Escola de Ciência e Tecnologia de Midtown, que adquire poderes aracnídeos a partir da picada de uma aranha radioativa (BENDIS; BAGLEY, 2014). Ao se balançar em suas teias[4] pela cidade de Nova York, podemos utilizar certos conceitos da Mecânica Clássica para compreendermos a dinâmica do personagem. Dessa forma, se considerarmos que o sistema físico em questão é conservativo, podemos recorrer à Lei da Conservação de Energia e à Conservação do Momento Linear, uma vez que o Homem-Aranha utiliza a altitude dos prédios, juntamente com a elasticidade das teias, para se deslocar e dar continuidade ao seu movimento; nesse caso, há transformação das energias potencial gravitacional e potencial elástica em energia cinética. Além disso, ele também pode usar a sua velocidade para ganhar altitude, de modo a converter integralmente a energia cinética em energia potencial.

[4] Sobre esta afirmação é preciso esclarecer que o referido personagem desenvolve um fluido que, em contato com o ar, torna-se sólido. Tal substância é armazenada em cartuchos recarregáveis e é bastante similar às teias produzidas pelas aranhas.

Figura 6 – O *Spider-man* se balança pela cidade.



Fonte: Sloot, 2014.

Para complementar essa análise, podemos considerar que a trajetória descrita pelo personagem é similar àquela realizada por um pêndulo físico[5] cujo deslocamento se inicia de modo paralelo ao solo. Ao considerarmos a resistência do ar, há uma perda de energia cinética (tendo em vista que o sistema físico aqui discutido é formado pela teia juntamente com o Homem-Aranha) e, consequentemente, também há uma diminuição da velocidade; dessa forma, é necessário que o fluido de teia seja lançado repetidas vezes para que haja a continuidade do movimento. Portanto, é razoável afirmar que, durante a descida, há uma diminuição das energias potencial gravitacional e potencial elástica, as quais, por sua vez, se convertem em energia cinética, tendo como consequência um valor máximo para a velocidade no ponto mais baixo da trajetória, tendo o solo como sistema de referência.

Contudo, temos que considerar o caso real, em que o sistema físico analisado é não-conservativo, pois há forças e/ou ações de natureza dissipativas devido à resistência do ar e ao atrito da teia com seu ponto fixo. É preciso esclarecer que o movimento descrito pelo Homem-Aranha deve ser tratado de um ponto de vista clássico, pois sua massa não varia em função do tempo, ou seja, a massa, nesse caso, é uma grandeza constante. Além disso, o movimento dá-se em uma velocidade muito menor que a velocidade da luz, reforçando a afirmação anterior. Para compreender a dinâmica de movimento do referido personagem com maior profundidade, podemos recorrer à Segunda Lei de Newton e à Lei de Hooke. Dessa forma, podemos associar a elasticidade da teia com a deformação x de uma mola e, se soubermos o valor da constante k, é possível determinar a aceleração do sistema físico em questão, visto que a massa é conhecida.

3.5 HULK

Na década de 1960, os escritores Stan Lee e Jack Kirby criaram o *Hulk*, personagem este que representa o alter-ego do físico nuclear Bruce Banner, um cientista que trabalhava no Departamento de Defesa Nuclear dos EUA. Após sofrer um acidente com uma bomba de raios gama, Banner sofre uma mutação genética que lhe concede superpoderes como força aprimorada, resistência elevada, capacidade de regeneração, emissão e absorção de ondas eletromagnéticas, além de outras habilidades. Mas sabemos que os Efeitos da Radiação no

[5] O pêndulo físico se diferencia do pêndulo simples, pois, para este a massa é desprezível, enquanto que, para aquele, a massa afeta o movimento do sistema (Hewitt, 2002).

Corpo Humano, sobretudo das ondas eletromagnéticas que se encontram na faixa dos raios gama, são, em certa medida, danosos aos seres vivos, pois um tempo de exposição prolongado viria a causar danos irreparáveis na estrutura genética do organismo e, consequentemente, a morte das células que o compõe.

Figura 7 – Capa da HQ *Hulk* contra o mundo.



Fonte: Park, 2018.

Devido à enorme energia, a exposição a esse tipo de radiação, em particular, pode causar uma ionização (processo em que há a perda ou ganho de elétrons) nos átomos e moléculas do corpo humano e, dessa forma, romper as ligações químicas e causar danos à estrutura do DNA. Em razão da quebra dessas ligações, as células sofrem modificações genéticas durante o seu processo de divisão, resultando em doenças prejudiciais à saúde humana, a exemplo do câncer. Por serem ondas eletromagnéticas, os raios gama não contêm massa nem carga elétrica, de modo que não são defletidos pela ação de Campos Elétricos e Magnéticos, sendo este um fator que reforça ainda mais a necessidade de dosagens pequenas para o tratamento de enfermidades e um cuidado redobrado nos protocolos de segurança.

3.6 CONTRIBUIÇÕES DAS HQs PARA O ENSINO DE FÍSICA COM BASE NA TEORIA DO PCK

Com base nas exposições da subseção anterior, apresentamos argumentos que vão ao encontro dos pressupostos pedagógicos que evidenciam a potencialidade das HQs e sua contribuição para o Ensino de Física, seja como estratégia didática para introduzir novos conceitos ou como um material complementar às aulas. De fato, as HQs têm sido utilizadas, de modo recorrente, como um recurso didático que pode ser empregado tanto nas diferentes modalidades da Educação Básica quanto como objeto de pesquisa no contexto da pós-graduação (LEMOS *et al.*, 2023; SANTOS, 2020; SILVA, 2019). Diante de tal assertiva, essa ação pode ser feita de modo complementar à Formação Inicial e Continuada de Professores, tendo como aporte os pressupostos da teoria PCK de Lee Shulman (1986; 1987).

Shulman (1986; 1987), ao considerar as bases de conhecimento que caracterizam a prática pedagógica em sala de aula, busca sistematizar os conhecimentos que diferenciam um professor de um especialista em uma dada área de pesquisa. Com base nas ideias do referido teórico, evidenciamos que o uso das HQs como recurso educacional, requer, por parte do professor, o conhecimento do conteúdo que se pretende ensinar, isto é, um amplo domínio sobre os diferentes campos da Física e seus respectivos conceitos. Além disso, a utilização desse material

permite que o professor disponha do conhecimento pedagógico geral, com o objetivo de pensar em estratégias voltadas ao ensino de conteúdos e conceitos específicos, de modo a executá-las ao longo do processo avaliativo. Por sua vez, o conhecimento pedagógico do conteúdo apresenta uma interface entre as duas bases de conhecimento citadas acima, uma vez que o docente é capaz, por meio da sua didática, de tornar os tópicos ensinados compreensíveis para os estudantes.

Além disso, as HQs se constituem como um recurso pedagógico que podem ser utilizadas pelo professor de modo complementar ao livro didático. Para isso, atividades de diferentes naturezas podem ser pensadas e elaboradas para os estudantes ao se discutir novos conteúdos. Deve-se enfatizar a criação de histórias que ponham em voga os super-heróis e seus respectivos poderes, baseados em princípios e conceitos da Física, tendo como referência as próprias HQs (em formato físico ou digital) e as obras cinematográficas e literárias. É importante que o professor dê liberdade aos discentes nesse processo criativo para que eles sejam capazes de analisar, comparar e interpretar informações de cunho científico veiculadas em outras mídias, tomando-as como base para a criação de seus personagens. A narrativa apresentada nessas produções sinaliza caminhos de interdisciplinaridade entre as diferentes áreas devido à mescla de diversos elementos pontuados ao longo deste artigo, ao passo que também estimula a construção do conhecimento de maneira colaborativa.

No que se refere ao conhecimento dos discentes e suas características, é necessário que o professor faça uma análise sobre os conceitos prévios (NARDI; GATTI; 2005; ZARA; WEIZENMANN, 2020) que os estudantes carregam consigo ao trabalhar com as HQs, além de buscar investigar sobre os aspectos socioculturais atrelados a eles. Nesse sentido, ao explorar conceitos de Física Moderna (conforme mostrado na subseção anterior), sugere-se que o docente traga à tona ideias centrais sobre Mecânica Clássica e trace um quadro comparativo acerca dessas concepções com os conceitos de Física Moderna, tendo em vista que tópicos relacionados a esta área pouco se fazem presentes na Educação Básica do Brasil (CASTILHO; SARAIVA; NOGUEIRA, 2020; PINHEIRO; SILVA, 2020). Soma-se a isso o fato de que o conhecimento do contexto é um importante elemento para que o docente compreenda o meio social, político e econômico no qual os discentes estão imersos, uma vez que essas características são responsáveis por moldar a relação do estudante com a escola.

Sobre o conhecimento dos objetivos, finalidades e valores educacionais, o professor, ao lançar mão das HQs como instrumento pedagógico, poderá explorar as diferentes visões e perspectivas relacionadas a uma temática, seja por meio de uma abordagem histórica – como exemplo, destacamos as diferenças conceituais que residem na Mecânica Clássica e na Teoria da Relatividade Especial com base nos personagens discutidos – ou até mesmo sobre os impactos do desenvolvimento científico sobre a sociedade. Dessa forma, os objetivos traçados de maneira prévia serão alcançados, tendo em vista uma formação crítica e reflexiva, compromissada com os princípios éticos e morais que fundamentam as pesquisas em Ensino de Física (LIMA *et al.*, 2019; NARDI, 2022; RAICIK; ANGOTTI, 2019).

Por fim, o conhecimento do currículo demanda do professor uma articulação entre a sua capacidade de planejamento e a implementação do currículo escolar, tendo como parâmetros os objetivos de aprendizagem e os valores educacionais. Desse modo, o docente deverá abordar os tópicos e conteúdos presentes no material didático e na ementa escolar e, diante disso, será possível construir um contexto em que os processos de aprendizagem favoreçam uma situação

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 3, set/dez 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

propícia que destoe das perspectivas e concepções apresentadas no Ensino de Física tradicional (CARVALHO, 2022; ELIAS, 2023; FERNEDA, 2021).

À luz dessa discussão, as HQs mostram-se como recurso interessante para organizar e estruturar um conjunto de atividades pensadas para os estudantes mediante uma sequência didática (SILVA; GUIMARÃES; PASSOS, 2021; TABOSA; PEREZ, 2021). Nesse sentido, a teoria proposta por Shulman (1986; 1987) pode orientar na elaboração de tais atividades, uma vez que a discussão aqui esboçada dá margem para que se possa introduzir novos conceitos e, a partir daí, explorar elementos históricos com base na concepção de diferentes cientistas. Além disso, o professor também poderá propor uma atividade em que os estudantes terão que desenvolver uma história própria, atribuindo-lhe cientificidade por meio dos conceitos discutidos.

Como fecho desta subseção, nos valemos dos argumentos de Gamboa (2012) para mostrar que as HQs constituem um elemento importante no âmbito da pesquisa em ensino – compreendida como um subconjunto da pesquisa educacional –, a qual está relacionada a um fenômeno de interesse. Nessa perspectiva, as ideias apresentadas pelo referido autor estão em concordância com as bases de conhecimento propostas por Shulman (1986; 1987), visto que tal fenômeno, conforme aqui discutido, refere-se ao uso das HQs como um instrumento didático e pedagógico, o qual perpassa pela discussão entre ensino, aprendizagem, currículo e contexto escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas discussões esboçadas neste artigo, conclui-se que os conceitos apresentados nas histórias publicadas pela *Marvel Comics* e pela *DC Comics*, ao tentar dar alguma cientificidade às situações analisadas, destoam, em sua grande maioria, dos princípios e leis da Física. As editoras utilizam uma série de recursos visuais para tentar retratar os fenômenos físicos de maneira criativa e acessível aos diversos públicos, desde conceitos elementares da Mecânica Clássica à tentativa de dar forma às representações de ideias mais complexas como a violação de princípios físicos, viagem no tempo, transporte de matéria, viagem dimensional, dentre outros aspectos.

Diante o exposto, atemo-nos somente à análise e discussão sobre a veracidade de um conjunto seleto de elementos conceituais tidos como fundamentais em diversas áreas da Física. Tal fato não esgota a possibilidade de uma investigação analítica sobre os conceitos relacionados à Termodinâmica, Óptica, Ondulatória, Física Nuclear, Física de Partículas, Mecânica Quântica, dentre outros campos, mas abre caminho para a realização e ampliação de outros estudos. Desse modo, as HQs oferecem um vasto e ostensivo itinerário bibliográfico sobre a qual os pesquisadores podem se debruçar e explorar aspectos relativos à História da Ciência, às implicações da relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), à modelagem de fenômenos e à resolução de problemas.

A literatura ficcional explorada pelo universo de super-heróis apresenta múltiplas possibilidades de abordagens, discussão e interpretações, visto que a interseção de todos esses elementos desperta o interesse dos estudantes, ainda que a Física das HQs se distancie da realidade. Devido à liberdade criativa dos escritores e roteiristas para a construção de tramas e narrativas envolventes, as histórias no formato aqui discutido também possibilitam que estas sejam consideradas como um veículo de divulgação científica e popularização da ciência e, assim, estabelecem uma interface entre as pesquisas atuais com as investigações em ensino.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 6, n. 3, set/dez 2024.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

As HQs mostraram-se como instrumentos que podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos e/ou ações interdisciplinares voltados à integração entre áreas afins, seja na Educação Básica, nos cursos de licenciatura ou até mesmo nas iniciativas governamentais que buscam proporcionar uma experiência profissional no início de carreira. Dessa forma, concluímos que esse material pode ser utilizado a partir de múltiplos enfoques, vieses e abordagens, no que se refere tanto à elaboração de sequências didáticas e cursos de Formação Inicial e Continuada, quanto à produção de textos acadêmicos/científicos e à confecção de oficinais instrutivas com o objetivo de orientar e auxiliar a criação de histórias ambientadas nesse formato.

Como fecho deste artigo, ressaltamos a importância e a necessidade das pesquisas desenvolvidas pelas instituições públicas de ensino, sobretudo àquelas realizadas tanto no âmbito da pós-graduação (artigos, dissertações e teses) – além das ações dos grupos de pesquisa e projetos de extensão (produção de livro e *e-books*) – quanto às iniciativas que intencionam uma maior integração entre as investigações acadêmicas com as diferentes modalidades da Educação Básica. O uso dos elementos presentes na ficção científica permite que o professor pense, elabore e execute atividades confeccionadas a partir das HQs e complemente seu plano de trabalho com outras fontes e referências, de modo a estimular o pensamento crítico e reflexivo dos estudantes.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGEn) e à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* Vitória da Conquista, pelos recursos materiais e intelectuais que permitiram a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, T. L. **Histórias em quadrinhos e o ensino de Física: Unindo ciência, arte e educação**. Londres: Novas Edições Acadêmicas, 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.

BENDIS, B. M.; BAGLEY, M. **Ultimate Homem-Aranha – Poder e responsabilidade**. Salvat, 2014.

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896> Acesso em: 22 maio. 2024.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Física Clássica 3: Eletricidade e Física Moderna**. 1. ed. São Paulo: Atual, 2012.

CARVALHO, A. M. P. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: As Pesquisas que desenvolvemos no LaPEF. **Experiências em Ensino de Ciências**, *[S. l.]*, v. 16, n. 3, p. 1 – 19, 2021. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/996/880>. Acesso em: 01 jun. 2024.

CHICO, M. T. Uma proposta de metodologia para a análise de histórias em quadrinhos. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, n. 43, p. 121 – 131, 2020. Disponível em: <https://teste-periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3304>. Acesso em 20 maio. 2024.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa:** escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Curitiba: Penso, 2014.

CUNHA, R. M. **Histórias em Quadrinhos: Muito além do entretenimento**. São Paulo: Independente, 2021.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. E**nsino de ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2007.

ELIAS, A. P. de A. J. **Pesquisa em Ensino de Física**. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2023.

FERNEDA, T. **Literatura e cinema no ensino de ciências: Ensaios e Questões Para Sala de Aula**. 1. ed. São Paulo: EdUFSCAR, 2021.

FERREIRA, K. A. A.; OLIVEIRA, L. M. A Física e os super-heróis: uma combinação poderosa. **Extramuros – Revista de Extensão da UNIVASF**, Petrolina, v. 6, n. 1, p. 05 – 09, 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/extramuros/article/view/906/657>. Acesso em: 26 maio. 2024.

GAMBOA, S. S. **Pesquisa em Educação:** métodos e epistemologias. Chapecó: Argos, 2012.

GREENE, B. **O tecido do cosmo: o espaço, o tempo e a textura da realidade.** 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

GREENE, Brian. **O universo elegante: supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva.** 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

GRESH, L.; WEINBERG, R. **A Ciência dos Super-Heróis**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

HAWKING, S. **O universo numa casca de noz**. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2016.

HAWKING, S. **Uma breve história do tempo**. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

HEWITT, P. **Física Conceitual**. 9.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

JHONES, G. ***Flash:*** **Renascimento**. 1. ed. Barueri: Panini, 2011.

JOHNS, G. **O Relógio do Juízo Final.** Barueri: Panini Brasil, 2021.

JUNIOR, A. X. B.; VALENTIM, M. X. G. O ensino de física a partir dos quadrinhos do Homem-Aranha. **Revista Intersaberes**, [S. l.], v. 15, n. 36, p. 72 0– 736, 2020. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/1991>. Acesso em: 26 maio. 2024.

KISHIMOTO, T. M. (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LEMOS, P. B. *et al*. A pesquisa na pós-graduação stricto sensu acerca do uso de HQs no ensino de ciências: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Práxis**, *[S. l.]*, v. 15, n. 29, p. 2 – 17, 2023. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/4369>. Acesso em: 01 jun. 2024.

LIMA, N. W *et al*. A teoria do enunciado concreto e a interpretação metalinguística: bases filosóficas, reflexões metodológicas e aplicações para os estudos das ciências e para a pesquisa em educação em ciências. I**nvestigações em Ensino de Ciências**, *[S. l.]*, v. 24, n. 3, p. 258 – 281, 2019. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1470>. Acesso em: 1 jun. 2024.

LIU, A. S.; SILVA, R. C.; LIMA, L. S. As Histórias em Quadrinhos como materiais didáticos alternativos no ensino de ciências. **Revista Compartilhar**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 73 – 78, 2020. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/compartilhar/article/view/1201>. Acesso em: 22 maio. 2024.

LUCKESI, C. C. Ensinar, Brincar e Aprender. **APRENDER - Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação**, Vitória da Conquista, v. 9, n. 15, p. 131-136, 2015. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/aprender/article/view/2466>. Acesso em: 30 nov. 2024.

MACETI, H. *et al.* **Física com super-heróis**. Araras: Fundação Hermínio Ometto, 2021.

MENESES, A. S. de J.; CRUZ, M. A. da; LINHARES, R. N. As tecnologias digitais de informação e comunicação na formação continuada de professores: o uso de HQs no espaço escolar do ensino fundamental. **Educere *et* Educare**, [S. l.], v. 17, n. 42, p. 168–189, 2022. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/26786>. Acesso em: 29 maio. 2024.

MIRANDA, L. M. de. Avaliando o impacto do uso de super-heróis no ensino de ciências sobre a motivação intrínseca de estudantes no ensino básico. **Com a Palavra, o Professor**, *[S. l.]*, v. 5, n. 12, p. 91–106, 2020. Disponível em: <http://revista.geem.mat.br/index.php/CPP/article/view/447>. Acesso em: 29 maio. 2024.

MORA, D. *et al*. **Flash: a guerra de um minuto – vol. 2**. São Paulo: Panini *Comics*, 2023.

NARDI, R. A. pesquisa em Ensino de Ciências e a sala de aula. **Experiências em Ensino de Ciências**, *[S. l.]*, v. 17, n. 1, p. 1 – 13, 2022. Disponível em:

<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1082/883>. Acesso em: 01 jun. 2024.

NARDI, R.; GATTI, S. R. T. Concepções Espontâneas, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas três décadas. **Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 1, n. 1, p. 27 – 39, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1471>. Acesso em: 01 jun. 2024.

NETO, J. P. da S.; QUEIROZ, F. da S. Particuleiro Nordestino: Uma abordagem em quadrinhos para a divulgação da Física de Partículas. **Indico CERN**, 2020. Ementa (material de divulgação científica criado pelos autores). Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/referencia-site-abnt/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

NOGUEIRA, A. L.; BORGES, M. C. A BNC-Formação e a Formação Continuada de professores. **Revista on line de Política e Gestão Educacional**, Araraquara, v. 25, n. 1, p. 188–204, 2021. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/13875>. Acesso em: 27 nov. 2024.

OLIVEIRA, R. H. M. de; TEIXEIRA, R. R. P. Super-heróis de histórias em quadrinhos e divulgação científica sobre física. **Revista Eletrônica *Ludus Scientiae***, *[S. l.]*, v. 5, n. 1-2, 2021. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/2824>. Acesso em: 29 maio. 2024.

OLIVEIRA, M. V. S.; CASTILHO, W. S.; QUEIROS, W. P. Uso de história em quadrinhos na abordagem do conteúdo quantidade de movimento e impulso. ***Revista de Ensenãnza de la Física***, *[S. l.]*, v. 34, n. 2, p. 47 – 59, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/365847305_Uso_de_historia_em_quadrinhos_na_abordagem_do_conteudo_quantidade_de_movimento_e_impulso>. Acesso em: 20 maio. 2024.

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. BNCC, Reforma do Ensino Médio e BNC-Formação: um pacote privatista, utilitarista minimalista que precisa ser revogado. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, *[S. l.]*, v. 38, n. 3, p. 1381–1387, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/85172>. Acesso em: 27 nov. 2024.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. F. Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, *[S. l.]*, v. 21, n. 1, p. 83–102, 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6440>. Acesso em: 26 maio. 2024.

PAVARINA, E. C.; ZAFALON, Z. R.; BARBOZA, T. B. Representação de histórias em quadrinhos: análise de metadados. **Tendências da Pesquisa Brasileira e Ciência da Informação**, *[S. l.]*, v. 14, p. 1 – 26, 2021. Disponível em: <https://revistas.ancib.org/index.php/tpbci/article/view/592/545>. Acesso em: 22 maio. 2024.

PINHEIRO, D. S. R.; SILVA, R. P. Análise de algumas publicações de física moderna no contexto da educação básica. **Revista Saberes Docentes**, Juína, v. 5, n. 10, p. 52 – 62, 2020.

Disponível em: <https://www.revista.ajes.edu.br/index.php/rsd/article/view/347/297>. Acesso em: 01 jun. 2024.

PORTO, C. de M.; BROTAS, A. M. P.; BORTOLIERO, S. T. (Orgs.). **Diálogos entre Ciência e Divulgação Científica: Leituras Contemporâneas**. Salvador: SciELO - EDUFBA, 2011.

RAICIK, A. B.; ANGOTTI, J. A. P. A escolha teórica em controvérsias científicas: valores e seus juízos à luz de concepções kuhnianas. **Alexandria**, Santa Catarina, v. 12, n. 1, p. 331 – 349, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2019v12n1p331>. Acesso em: 01 jun. 2024.

RAMA, A. *et al*. **Como usar as Histórias em Quadrinhos em sala de aula**. 4. ed. São Paulo. Contexto, 2004.

RAMIRES, J. R. Heróis em Quadrinhos: radioatividade a partir de uma perspectiva interdisciplinar em um subprojeto PIBID. **Kiri-Kerê – Pesquisa em Ensino**, São Mateus, v. 1, n. 14, p. 14 – 38, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/kirikere/article/view/34926/26245>. Acesso em: 29 maio. 2024.

ROBB, B. **A identidade secreta dos superheróis –** história e as origens dos maiores sucessos das HQs: do Super-Homem aos Vingadores. Rio de Janeiro: Editora Valentina, 2017.

ROCHA, M. B.; OLIVEIRA, R. D. V. L. de. (Orgs.). **Divulgação Científica: textos e contextos**. 1. ed. São Paulo: LF Editorial, 2019.

SANTOS, M. O. **Fisicartoons:** escalas na astronomia por meio de quadrinhos. 2020. 161 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2020. Disponível em: <https://www1.fisica.org.br/mnpef/fisicartoons-escalas-na-astronomia-por-meio-de-quadrinhos>. Acesso em: 01 jun. 2024.

SEIFFERT, A. S. Os super-heróis das histórias em quadrinhos e sua relação com a ficção científica americana das décadas de 1930 e 1940. **Anos 90**, *[S. l.]*, v. 28, p. 1–18, 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/anos90/article/view/111643>. Acesso em: 29 maio. 2024.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, California, v. 15, n. 4, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of a new reform. **Harvard Educational Review**, Harvard, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SILVA, D. G. **Abordagem do fenômeno da supercondutividade na educação básica**. 2022. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Departamento de Física, Instituto Federal do Amazonas, Manaus, 2022. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=12337838>. Acesso em 20 maio. 2024.

SILVA, C. P. **Física de partículas para o ensino médio em quadrinhos**. 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru,

2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/36824>. Acesso em: 01 jun. 2024.

SILVA, R. J. F.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; RODRIGUES, K. C. Possibilidades e limites do uso de Histórias em Quadrinhos em aulas de física a partir das vivências escolares e acadêmicas dos licenciados/as em física. *In:* Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 14, , Caldas Novas. **Anais** [...] Campina Grande: Editora Realize, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV181_MD1_ID2193_TB1016_13032023225224.pdf>. Acesso em: 29 maio. 2024.

SILVA, V. P.; GUIMARÃES, M. H. U.; PASSOS, M. M. Sequência Didática para o ensino de Astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, *[S. l.]*, v. 38, n. 2, p. 1135 – 1165, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/72529>. Acesso em: 1 jun. 2024.

SLOOT, D. ***The Amazing Spider-Man:*** *learning to crawl*. Nova York: Marvel, 2014.

SOUSA, A. S.; SANT'ANA, C. de C. Formação de professores e histórias em quadrinhos na Educação Matemática: possibilidades e desafios. **Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências**, *[S. l.]*, v. 6, n. 1, p. 137-152, 2017.Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/rbba/article/view/1516>. Acesso em: 29 maio. 2024.

TABOSA, C. E. S.; PEREZ, S. Análise de sequências didáticas com abordagem de Ensino por Investigação produzidas por estudantes de licenciatura em Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, *[S. l.]*, v. 38, n. 3, p. 1539-1560, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/74226>. Acesso em: 1 jun. 2024.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VERGUEIRO, W. A atualidade das histórias em quadrinhos no Brasil: a busca de um novo público. **História, imagem e narrativas**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, 2007. Disponível em: <https://www.academia.edu/9240544/A_atualidade_das_hist%C3%B3rias_em_quadrinhos_no_Brasil_a_busca_de_um_novo_p%C3%BAblico>. Acesso em: 29 julho 2021.

VERGUEIRO, W. de C.; RAMOS, P. **Quadrinhos da Educação:** Da Rejeição à Prática. São Paulo: Contexto, 2009.

VIEIRA, E. F. **Da curiosidade à elaboração de sentidos: Histórias em Quadrinhos para a Formação Inicial de Professores de Física**. 1. ed. Curitiba: Appris Editora, 2023.

ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e cultura**, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n3/a14v57n3.pdf>. Acesso em: 22 maio. 2024.

ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde**, Rio de Janeiro, v. 13. p. 55 – 70, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/JDfShKQ4dxHXV7zWDx85ZcC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 maio. 2024.

ZARA, R. A.; WEIZENMANN, L. M. Sequência didática para ensino de eletricidade a partir de concepções espontâneas. **Arquivos do Mudi**, *[S. l.]*, v. 24, n. 3, p. 256-266, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/55486>. Acesso em: 01 jun. 2024.

Recebido em: *01 de agosto 2024.*

Aceito em: *11 de dezembro 2024.*