

# RELATIVIDADE GERAL E BURACOS DE MINHOCA: UMA PROPOSTA DE ENSINO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DO SUPER-HERÓI THOR

**Guilherme Emerim Nunes** [guicubers@gmail.com]

**Felipe Damasio** [felipedamasio@ifsc.edu.br]

**Israel Müller dos Santos** [israel.santos@ifsc.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina  
Av. XV de Novembro, Aeroporto, Araranguá - Santa Catarina, Brasil*

**Resumo:** A proposta procura trabalhar o ensino de Física por meio do universo de super-heróis da Marvel. Partindo da análise da revisão bibliográfica que mostrou a carência de trabalhos nesse sentido voltados para o ensino básico, busca-se fazer uma aproximação do aluno com a ciência, problematizando questões de Física Moderna presentes em filmes de super-herói. Para isso, propõe-se trazer questões de Astronomia, Astrofísica e Física Moderna e Contemporânea para o ensino, por meio de um material paradidático, utilizando aventuras do super-herói “Thor”. O trabalho é fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e conta com o aporte teórico e epistemológico da Filosofia da Ciência de Paul Feyerabend. Assim, é possível discutir questões *de* e *sobre* ciência na educação. Para disponibilizar a produção do trabalho, todo o material elaborado está disponível em uma página educativa na rede mundial de computadores.

**Palavras-chave:** Ensino; Ciência e Educação; Divulgação Científica; Aprendizagem Significativa, Física Moderna.

**Abstract:** This proposal aims to work on the Physics teaching through the Marvel superheroes. Based on a bibliographical research that showed the necessity of studies directed towards the basic education, this investigation sought to approximate students with science. For this purpose, this study dealt with questions about Astronomy, Astrophysics and Modern and Contemporary Physics for teaching, using adventures of the superhero “Thor” in both comics and movies . The teaching proposal is based on Ausubel's Meaningful Learning Theory which relies on the theoretical and philosophical background of the Philosophy of Science by Paul Feyerabend. Thus, it is possible to study issues of and about science in education. In order to make the results of this work available, all materials, including a Potentially Significant Teaching Unit, will be available on an educational page on the World Wide Web.

**Keywords:** Teaching; Science and Education; Scientific Popularization; Meaningful Learning, Modern Physics.

## 1. Introdução

Encontra-se na literatura um número crescente de trabalhos voltados para o ensino de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio (CORRALO, M. V., 2009; BIAZUS, M. O. , 2015; MONTEIRO, M. A. et. al, 2009. REZENDE, F.; OSTERMANN, F. , 2004; TERRAZAN, E. A.; MENEZES, L. C.,

1994; OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A., 2000; CARUSO, F.; FREITAS, N. 2009; PINTO, A. C.; ZANETIC, J. 1999.; BUSATTO, C. Z. *et. al.*, 2018).

Algumas justificativas são apresentadas em defesa da introdução da FMC na educação básica (MONTEIRO, M. A. *et. al.*, 2009). Além disso, a discussão sobre a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) na educação básica a cada dia se torna mais relevante (BUSATTO, C. Z. *et. al.*, 2018). Trabalhos como os de (RODRIGUES *et. al.*, 2018; FIGUEIRA, R.; PIERSON, A. H. C., 2013; RENNER, G. L. P.; KRUGER, C., 2016;) demonstraram a preocupação quanto à presença de conteúdos de FMC em sala de aula.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) indicam a relevância do ensino de FMC na sala de aula, como elemento importante para a formação do aluno enquanto cidadão capaz de acompanhar os avanços científicos e tecnológicos de sua época. Entretanto, grande parte dos professores está limitada a um cenário pedagógico sem muita flexibilidade, seja por prescrições de conteúdo, horários restritos e especificidades de suas próprias disciplinas (BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. 2005, p. 387). Como consequência deste panorama, o ensino de ciências acaba apresentando uma lacuna no que se refere ao ensino de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino básico. Conforme apontam Brockington e Pietrocola, *op cit.*, a cautela na abordagem de FMC no Ensino Médio não é difícil de ser entendida. Os desafios são impostos não apenas pela complexidade intrínseca destes tópicos, como também por uma insegurança inerente a qualquer tentativa de mudança no domínio escolar.

Alguns questionamentos podem ser feitos diante de tais perspectivas em relação ao ensino de tópicos de FMC no ensino básico, como o seguinte: De que maneira os alunos podem vir a conhecer e se interessar por conceitos relacionados à FMC, visto que mesmo aparecendo na ementa do currículo, muitas vezes não são abordados em sala de aula?

Atualmente, pode-se traçar o cenário em que o ensino de ciências tem sofrido grandes modificações no mundo todo, principalmente com o avanço tecnológico e suas implicações (TEIXEIRA, J. N.; MURAMATSU, M.; ALVES, L. A. 2010, p.171-187). Conforme explica Oliveira *et. al.* (2007), é comum, nas aulas de física, os alunos trazerem discussões sobre assuntos que leram ou ouviram em revistas, jornais e telejornais e que, por serem mais atuais e/ou estarem presentes no seu dia a dia, despertam neles um interesse em conhecer e entender que os princípios físicos explicam dado fenômeno.

Ainda existe pouca cobertura por parte da grande imprensa de temas de Ciência e Tecnologia quando comparamos com sua importância. Existe, no entanto, uma crescente preocupação com a difusão científica por meio de revistas, seções de jornais, programas multimídias, vídeos, palestras, filmes, exposições, etc. Esta produção permite compreender, ainda que de forma básica, alguns conceitos envolvidos na maioria dos fenômenos apresentados e que tangem a curiosidade do alunado. Grande parte dos alunos de ensino básico não vai estudar Física mais tarde. Com isto em vista, não faz sentido ensinar Ciências como se estes alunos fossem cientistas em potencial, deve-se ensinar Física para que eles sejam capazes de exercer sua cidadania, possibilitando sua melhor compreensão do mundo e da tecnologia que marca cada vez mais presença em nossa sociedade (DAMASIO, F. TAVARES, A. 2013, p. 25). Daí a importância da inserção de tópicos de FMC de maneira não formal, ou seja, por meio da divulgação científica, considerando-se que boa parte do desenvolvimento científico e tecnológico do nosso século deriva de aspectos da FMC.

A divulgação científica pode ser entendida como uma prática de comunicar ciência para o grande público, sem os compromissos do ensino formal (Damasio e Tavares, *op cit.*). Nesse sentido, a pesquisa aqui relatada busca integrar conhecimentos de FMC por meio de materiais paradidáticos, de maneira que faça sentido para o aluno querer aprender tais conteúdos. Sendo assim, a divulgação científica que se pretende construir dá grande importância para a História e Filosofia da Ciência (HFC). De acordo com Forato (2011, p. 29, apud KHALICK, A. E. LEDERMAN, N. G. 2000; BELL et al., 2001; CLOGH & OLSON, 2008; FORATO et al., 2008; GIL PEREZ et al., 2001; HOLTON, 2003; LEDERMAN, 2007; MARTINS, 2007; Mc COMMAS et al., 1998; MEDEIROS & BEZERRA-FILHO, 2000; LEDERMAN, 2007, p. 27) dentre as diversas abordagens possíveis sobre a ciência – por exemplo, questões sociais, metodológicas, econômicas, políticas, ambientais – os usos da história e da filosofia da ciência (HFC) na educação científica vem sendo recomendado como um recurso útil para uma formação de qualidade, especialmente visando o ensino/aprendizagem de aspectos epistemológicos da construção da ciência.

Conforme aponta Forato (2011, p. 29, apud ALLCHIN, 2004; MARTINS, 2006) quando se opta pelo uso da HFC na educação científica, é necessário ter claro que qualquer narrativa histórica encerra uma visão da ciência e dos processos de sua construção. Forato et. al (2011, p. 30) chama a atenção para o fato de que “ao se construir, utilizar ou divulgar uma determinada versão da HC, está se propagando uma concepção de como a ciência foi construída”. Dessa forma, o professor de ciências

figura também como um professor de filosofia da ciência, pois a partir do momento que discute com os alunos a relevância e os conceitos principais que permeiam a HFC para fundamentar suas aulas, acaba assumindo esse papel. A maneira como o docente ensina, mesmo que não aborde filosofia e epistemologia da ciência, enseja concepções que afetam o modo pelo qual o empreendimento científico é apresentado aos alunos (ARTHURY, L. H. M. 2010).

Para viabilizar o ensino de temáticas de FMC de maneira não formal com o suporte da divulgação científica para atingir esse propósito, de forma a contextualizar o material paradidático construído com o auxílio da HFC, optou-se por trabalhar os tópicos de FMC por meio de uma narrativa transmidiática que compõem uma sequência de filmes, constituindo assim a **hipótese** do trabalho. Segundo Trettin e Schlögl (2014), a narrativa transmidiática é uma forma de contar histórias com o objetivo de ligar o público à informação como um todo, convergindo por meio de diversos meios em busca de mais trechos da história contada, ao acrescentar informações e mostrar partes do universo, com a finalidade de torná-lo mais convincente e compreensível.

A narrativa transmidiática relacionada a personagens de filmes, revistas em quadrinhos e seus enredos, foi utilizada como organizador prévio e como ideia âncora para a organização sequencial, por apresentar durante alguns momentos temas relacionados à ficção científica. Para o desenvolvimento da pesquisa relatada neste trabalho, a sequência de filmes do super-herói da Marvel *Thor* foi escolhida por apresentar características de uma narrativa transmidiática que contém elementos de discussão sobre FMC. Esses filmes, exímios exemplares de meios empregados numa narrativa transmidiática que emprega histórias em quadrinhos, filmes, séries de televisão, videogames, dentre outros, integram o Universo Cinematográfico Marvel (TRETTIN, D.; SCHLÖGL, L. 2014). Efetivamente, as duas décadas recentes constituem uma “Era de Ouro” para os filmes de super-heróis. Não apenas o volume de produções cresceu, mas convenções e estruturas narrativas e estéticas se estabeleceram e se sedimentaram (GONÇALVES, 2017). Esse estabelecimento contou com a colaboração dos filmes produzidos pela Marvel Studios Entertainment, impactando de forma indireta na cultura popular e praticamente solidificando sua popularização entre jovens de todo o mundo.

Frente ao exposto, não é difícil perceber a presença de tais narrativas no âmbito do entretenimento do alunado do ensino médio. Logo, o **problema de pesquisa** é: como problematizar conceitos de Física Moderna Contemporânea (FMC) de forma a contribuir para a evolução conceitual desses assuntos, ligados a aspectos da história e

filosofia da ciência, por meio da divulgação científica, em um contexto de ensino *de e sobre* ciência, a partir do uso de aventuras de um super-herói do universo ficcional Marvel, como organizador prévio e ideia âncora para a organização sequencial? Para escolher o tema de FMC a ser abordado levaram-se em conta quais tópicos geralmente são mais difundidos e conhecidos pelo público em geral, além de despertar curiosidade. Segundo Silva e Almeida (2005), pode-se destacar que os assuntos preferidos entre os jornalistas de divulgação científica estão relacionados à Astronomia e Astrofísica, tais como: Big Bang e Buracos Negros. Sendo assim, os temas tratados são Relatividade Geral e Buracos de Minhoca (*Wormholes*). Para tanto, utiliza-se de uma abordagem que envolva trabalhar com história e filosofia da ciência, buscando aproximar o aluno do conhecimento científico.

Ademais, é importante justificar a escolha do personagem dentro de uma narrativa que conta com uma vasta gama de personagens fictícios que também podem contribuir para demais trabalhos nesse sentido, por também apresentarem conceitos de Física relacionados às suas histórias. Os filmes do super-herói Thor são compostos por uma trilogia, que se iniciou em 2011 com o filme “Thor”. Dois anos depois, em 2013, o herói inspirado nos deuses da mitologia nórdica ganhou sua sequência com o filme “Thor – Mundo sombrio”. Em 2017, a trilogia de filmes teve seu encerramento temporário com o filme “Thor – Ragnarok”. O herói não vive no planeta Terra, pois é natural de outro mundo (Asgard). Contudo, diante das aventuras vividas na trama, o personagem faz algumas viagens intergalácticas entre os dois mundos. Para isso, usualmente o herói utiliza uma espécie de buraco de minhoca com características próprias para a realização das viagens. Outras peculiaridades notáveis de observação para a Física também podem ser encontradas analisando o herói escolhido. Entretanto, este trabalho se ateve apenas a análise da Relatividade Geral e do funcionamento dos Buracos de Minhoca na trilogia dos filmes.

O **objetivo geral** da pesquisa é desenvolver um material pedagógico a partir de uma narrativa transmidiática de um super-herói e suas aventuras, voltando-se para o aprendizado dos alunos, com foco em questões pautadas na evolução e contribuição da história e filosofia da ciência para o ensino de Física Moderna, ancorada na Teoria de Ausubel (TAS) e na epistemologia de Paul Feyerabend por meio da divulgação científica. Dessa forma, os **objetivos específicos** se estruturam por: (i) problematizar conceitos equivocados ligados a Física Moderna que aparecem nos filmes e relacionados a algumas aventuras do super-herói; (ii) construir um material paradidático com foco no aprofundamento conceitual acerca dos temas relacionados à Astronomia,

Astrofísica e FMC, além de propor como sugestão uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), como sequência didática para a abordagem do material em sala e aula. (iii) Elaborar uma plataforma na rede mundial de computadores para disponibilizar todo o material paradidático construído.

## 2. Revisão Bibliográfica

Para a revisão da pesquisa desenvolvida, foram pesquisados artigos nos seguintes periódicos: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Investigação em Ensino de Ciências (IENCI), Experiências em Ensino de Ciências (EENCI), Ciência & Educação (C&E), Física na Escola (FnE), Aprendizagem Significativa em Revista (ASR), Revista do Professor de Física (RPF) e Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA). Os periódicos foram escolhidos pela sua classificação e nível de pesquisa. O período de pesquisa ficou restrito aos últimos dez anos, visto que se procurou por trabalhos mais recentes. Os descritores pesquisados foram: trabalhos que discutam sobre “Relatividade Geral no Ensino de Física”, “Divulgação Científica na Educação Científica” e “Uso de filmes de ficção no Ensino de Física”.

Como resultado desta revisão, observou-se escassez de trabalhos que abordam estas temáticas dentro do recorte feito, sobretudo trabalhos que utilizem filmes como organizadores prévios. Ao restringir a pesquisa para filmes de super-heróis, é perceptível a queda no número de trabalhos. Por fim, não foram encontrados trabalhos que utilizam filmes de super-heróis como organizador prévio para abordar conceitos de FMC, tampouco, trabalhos utilizando super-heróis do universo Marvel que relacionem as temáticas apresentadas. Tais dados apontam para a relevância do desenvolvimento do trabalho, bem como para o desenvolvimento de um material paradidático a ser elaborado, e também de sua divulgação para que demais professores possam utilizar tal proposta. Para a revisão da literatura descrita, não se pretendeu por tratar sobre o estado da arte. Apenas os trabalhos que contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa são citados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Análise quantitativa de artigos selecionados para revisão bibliográfica

<b>Periódico</b>	<b>Relatividade Geral no Ensino de Física</b>	<b>Divulgação Científica na Educação Científica</b>	<b>Uso de Filmes de ficção no ensino de Física</b>
<b>RBEF</b>	00	00	00

<b>CBEF</b>	00	00	00
<b>IENCI</b>	00	00	00
<b>EENCI</b>	00	00	00
<b>C&amp;E</b>	00	00	00
<b>ASR</b>	00	00	00
<b>RELEA</b>	00	00	00
<b>FnE</b>	01	00	01
<b>RPF</b>	00	00	00
<b>ALEXANDRIA</b>	00	00	00
<b>TOTAL</b>	01	00	01

Fonte: Autoria própria, 2019.

Por mais que o número de trabalhos que correspondam às temáticas com o uso de filmes de ficção científica seja grande, esta pesquisa tinha como um de seus eixos centrais o uso de filmes de ficção no ensino de física, o que descaracteriza o termo “ficção científica”. É importante ressaltar tal viés em termos da pesquisa bibliográfica, tendo em vista que filmes de super-heróis do universo ficcional Marvel não são filmes de ficção científica, mas sim somente apresentam elementos possíveis de análise relacionados a algumas áreas de interesse da Física.

A análise cuidadosa das cenas do filme *Homem-Aranha (2002)* para o ensino de conceitos de Física no ensino médio é o alvo do trabalho de Oliveira (2006). O autor utiliza cenas do filme nas quais o super-herói encontra-se em alguma aventura inusitada que envolva conceitos de Física que possam ser discutidos, como o funcionamento de um sistema físico que compõe um pêndulo, questões relacionadas à inércia e também a corpos que estejam em queda livre.

Trabalhos que discutam a Relatividade Geral ainda são encontrados segundo os indexadores utilizados. Porém, não foi encontrado durante a revisão deste trabalho nenhum outro que fizesse a relação do tema Relatividade Geral com o ensino de Física. Ainda assim, Vanzella (2016) discute sobre os cem anos da Relatividade Geral e aponta os caminhos históricos, além de explicar conceitos que levaram ao sucesso desta que é uma das mais famosas teorias da Física.

A escassez de trabalhos que estejam correlacionados na última década aos indexadores sugere que o trabalho pode contribuir no sentido da proposta apresentada nesse projeto. O recorte feito na revisão bibliográfica indica a relevância do tema de pesquisa, mostrando as possibilidades de abordar aspectos relacionados ao ensino de FMC por meio de narrativas transmidiáticas, colaborando para a pesquisa e inserção de tópicos de FMC no ensino básico.

### **3. Referencial Teórico**

O projeto adotou alguns referenciais educacionais, metodológicos e epistemológicos. Moreira (2004) argumenta que tal opção serve para procurar evitar debilidades de uma pesquisa em educação científica, como trabalhos sem referencial teórico, metodológico e epistemológico coerente e consistente.

O referencial metodológico escolhido foi o uso de uma sequência didática denominada UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa) para abordar tópicos de FMC e História e Filosofia da Ciência. A pesquisa fundamenta-se na epistemologia de Paul K. Feyerabend e na aprendizagem significativa de David Ausubel. Tal escolha se justifica em um dos objetivos deste estudo em contribuir para o desenvolvimento do que se entende por ciência e desfazer uma visão de que a ciência é cumulativa e sem conexões com o meio social e cultural daqueles que a produzem.

#### **3.1 Valores Educacionais**

##### **3.1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa**

A teoria da aprendizagem de Ausubel é sustentada pelos princípios norteadores estabelecidos pelo autor, que informa condições para que ocorra a aprendizagem significativa. A primeira é que a natureza do material a ser aprendido pelo educando e a estrutura cognitiva do mesmo devem estar disponíveis aos conceitos pré-existentes específicos deste novo material a ser aprendido, que seria o material potencialmente significativo. A segunda condição é que o aluno tenha predisposição em aprender e não apenas de memorizar, pois sem essa predisposição não importa quão potencialmente significativo o material seja (MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. 2006).

O problema central do trabalho e da pesquisa de Ausubel é a identificação dos fatores que influenciam a aprendizagem e a retenção, bem como a facilitação da aprendizagem verbal significativa e da retenção pelo uso de estratégias de organização do material de aprendizagem que modificam a estrutura cognitiva do aluno por indução de transferência positiva (ARAGÃO, 1976). A atenção de Ausubel está constantemente voltada para a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, no dia a dia da grande maioria das escolas. Para ele, o fator que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, e cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo (MOREIRA, 2017).



A partir desse viés, a opção pela utilização dos filmes de heróis tenta despertar uma predisposição em aprender as temáticas de (FMC). Dessa forma, o filme faz parte do conteúdo programático das aulas, servindo como organizador prévio. Segundo o próprio Ausubel, no entanto, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas” (MOREIRA, 1999, p. 153).

O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si (MOREIRA, M. A, 2017.). Conforme coloca Moreira (1999b), o material potencialmente significativo é aquele que é relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária e não-literal.

Ausubel propõe alguns princípios para que ocorra uma possível aprendizagem significativa: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos (MOREIRA, 2010). A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2010). Outros aspectos indicados por Ausubel e que se estabelecem como princípios norteadores para a aprendizagem significativa são o uso da organização sequencial e da consolidação, bem como as ideias-âncoras. A organização sequencial está relacionada à forma como o sujeito organiza de maneira hierárquica o conhecimento. Já a consolidação é o processo que leva em conta àqueles conhecimentos prévios e que estão estruturados cognitivamente antes da introdução de novos conhecimentos. A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel (1918-2008) chamava de subsunçor ou ideia-âncora (MOREIRA, M. A, 2012).

Moreira (2010) aponta ser uma consequência imediata da teoria: se o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aquisição significativa de novos

conhecimentos, nada mais natural que insistir no domínio do conhecimento prévio antes de apresentar novos conhecimentos. Portanto, é importante prever algumas sutilezas desse princípio, pois como apresenta Moreira (2010), aprendizagem para o domínio é uma estratégia que facilmente pode levar à aprendizagem mecânica tão típica do enfoque behaviorista. Este tipo de aprendizagem acaba por enaltecer uma aprendizagem mecânica e não estaria de acordo com a teoria de Ausubel. Em conta desses fatores, é preciso tomar cuidado com a linguagem apresentada, como aponta Moreira (2010). A linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas tentativas humanas de perceber a realidade (POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. 1969, p.99).

A aprendizagem significativa depende da captação de significados que envolvem um intercâmbio, uma negociação de significados, que depende essencialmente da linguagem (MOREIRA, 2010). Pode-se perceber a importância da linguagem nesse sentido e sua relação com a proposta apresentada na pesquisa, ao utilizar a divulgação científica como elemento para o ensino de FMC no ensino básico, tendo em vista a linguagem mais clara e menos formal da divulgação científica. O uso do filme e a análise das cenas se encaixam no princípio da organização sequencial, visto que as cenas são utilizadas como ideias âncoras.

### **3.1.2 Aspectos metodológicos por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)**

A pesquisa desenvolvida teve como uma de suas atribuições desenvolver uma UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas) como material instrucional. As UEPS são sequências de ensino fundamentadas na teoria da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). Uma UEPS é uma forma de organizar o material instrucional que se quer aplicar em uma situação de ensino. Ela pode ser planejada, implantada, avaliada e, posteriormente, pode requerer ajustes (TEIXEIRA, A.; XAVIER, K. DAMASIO, F., 2017). A estratégia metodológica utilizada para a pesquisa foi à elaboração de uma UEPS, desenvolvida de acordo com a definição descrita por Moreira (2011) para os aspectos sequenciais presentes na construção de uma UEPS. Outras metodologias também podem ser utilizadas ao se referenciar a Teoria da Aprendizagem Significativa, como o Diagrama Vê e mapas conceituais (MOREIRA, 2006).

## **3.2 Valores Epistemológicos**

### **3.1.2 Epistemologia de Paul K. Feyerabend**

Paul Karl Feyerabend nasceu em Viena, Áustria, em 1924 e faleceu em Zurique, Suíça, em 1994. Ele foi um dos mais influentes epistemólogos do século XX (PRESTON *et al.*, 2000). Segundo Regner (2006), Feyerabend identifica o surgimento do racionalismo como uma tradição que nasceu na Grécia. Nesse contexto, o racionalismo teve sua base sustentada por pressupostos que geraram uma ideia de conhecimento único e imutável, na qual só existe apenas uma verdade objetiva. Feyerabend também aponta críticas ao racionalismo por essa tradição estar fundamentada em um conjunto de regras fixas, que tomam um método como objeto da verdade e, conforme aponta Regner (2006), critica explicitamente seu enfoque estático: "a idéia de um método estático ou de uma teoria estática da racionalidade funda-se numa concepção demasiado ingênua do homem e de sua circunstância social" (FEYERABEND, P. K. 1977, p.34).

Para Feyerabend, esse racionalismo apregoador de condições que tomam regras como valores imutáveis para corroboração de teorias e também acerca da análise da ciência, mostra-se equivocado, defendendo assim o que chamou de seu "anarquismo epistemológico", e que, conforme coloca Regner (2006), se traduz, em termos metodológicos, na defesa de um "pluralismo metodológico". O anarquista epistemológico não se recusará a examinar qualquer concepção, admitindo que, por trás do mundo tal como descrito pela ciência, possa ocultar-se uma realidade mais profunda, ou que as percepções possam ser dispostas de diferentes maneiras e que a escolha de uma particular disposição correspondente à realidade não será mais racional ou objetiva que outra (FEYERABEND, P. K. 1977). Regner (2006) também aponta que dentro dessa perspectiva sobre o "anarquismo epistemológico", na sua tradução metodológica, não significa, portanto, ser contra todo e qualquer procedimento metodológico, mas contra a instituição de um conjunto único, fixo, restrito de regras que se pretenda universalmente válido, para toda e qualquer situação - ou seja, contra algo que se pretenda erigir como "o" método, como "a" característica distintiva, demarcadora do que seja "ciência".

Entre muitas das interpretações equivocadas sobre a filosofia de Feyerabend estão: a de que o anarquismo epistemológico leva a ciência ao caos, que a tese central da epistemologia de Feyerabend é o vale tudo, que a defesa da irracionalidade na ciência descaracteriza o empreendimento científico e de que o relativismo não explica o progresso da ciência (DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. 2017).

Uma das características da epistemologia de Feyerabend é a valorização da diversidade cultural. Ele defende a apreciação das diferentes maneiras pelas quais os humanos podem viver com a natureza e que concordam plenamente com o pluralismo da própria ciência. Mesmo que se possa aprender muito com as ciências, também se pode com as religiões, humanidades e tradições antigas, por exemplo. “Nenhuma área é unificada e perfeita e poucas são repulsivas e completamente desprovidas de mérito” (FEYERABEND, 2006, p. 214). Considerando a ciência tal qual Feyerabend descreve, não há motivos para se desconsiderar o que há fora dela. Muitas tradições não científicas têm sucesso “no sentido de permitir que os seus membros vivam uma vida moderadamente rica e realizada” (FEYERABEND, P. K. 2006, p. 261). Para ele, as abordagens não científicas também recebem uma resposta positiva, que evidencia, inclusive, o quanto o desenvolvimento do conhecimento transcende a suposição de uniformidade e singularidade de excelência científica; a natureza, por certo, é muito mais complexa que na crença dos “lobos científicos”. Feyerabend usa o termo “lobos científicos” para designar aqueles que acreditam que a ciência só pode ser feita por cientistas, ou seja, a ciência então é uma entidade que não deve ser influenciada por pessoas de fora do seu círculo (DAMASIO, F. 2017).

Feyerabend não faz prescrições pedagógicas, mas suas ideias servem como reflexão. Toda abordagem da história da ciência tem uma orientação epistemológica e esta deve estar devidamente articulada com o referencial educacional, em uma situação de ensino (DAMASIO, F.; PEDUZZI, L.O.Q. 2015). No ensino de ciências, tal como é hoje, a imagem de ciência que predomina é a empirista-indutivista de produção de conhecimento, uma difusão ultrapassada da natureza da ciência (SILVEIRA, F. L.; OSTERMANN, F. 2002).

De acordo com o pluralismo metodológico empregado pela filosofia da ciência de Feyerabend, a proposta apoia-se nesta epistemologia abordando a ciência e o fazer ciência como um processo não linear e cumulativo, pois “a ciência é um saco no qual se misturam opiniões, procedimentos, fatos e princípios, e não uma unidade coerente” (FEYERABEND, P. K. 2006, p. 283). O epistemólogo valoriza o conhecimento prévio trazido por cada tradição e/ou indivíduo. A postura relativística enseja ao estudante aprender ciência e, ao mesmo tempo, ser crítico a ela, não sendo mais vista como certeza de uma verdade fixa e inquestionável (TEIXEIRA, A.; XAVIER, K. DAMASIO, F., 2017). Ao relacionar o ensino de FMC por meio de uma proposta de ensino e divulgação científica e fazer uma relação com a História e Filosofia da Ciência (HFC), o material paradidático desenvolvido ao longo desta pesquisa apresenta

abordagens históricas significativas no processo de desenvolvimento dos temas expostos, integrando elementos da HC ao longo do trabalho, e indicando certa complementariedade entre os referenciais escolhidos. Essa relação torna-se articulada ao analisar a história da ciência à luz da epistemologia de Feyerabend, sabendo-se que sua filosofia, fundamentada no pluralismo metodológico e sua visão relativista da ciência permitem discutir de maneira crítica e reflexiva aspectos da HC.

#### **4. Metodologia**

A metodologia utilizada envolveu cinco etapas: (i) Revisão bibliográfica; (ii) Planejamento do material paradidático; (iii) Análise de possíveis passagens de trechos dos filmes que abordem questões de Física, presentes nas histórias do super-herói; (iv) Produção do material instrucional (texto paradidático e UEPS); (v) Preparação de uma página educativa na rede mundial de computadores para disponibilizar a proposta didática; (vi) Publicação da página na rede mundial de computadores.

A etapa (i) não almejava fazer um estado da arte dos indicadores pesquisados. A intenção era encontrar trabalhos que poderiam reafirmar ou não a relevância da proposta, ou ainda trabalhos que poderiam auxiliar no desenvolvimento da pesquisa, mostrando aspectos relevantes que foram inicialmente não destacados pelos proponentes do projeto.

A etapa (i) foi fundamental para a etapa (ii), que foi o planejamento da abordagem do projeto e a idealização dos tópicos a serem trabalhados. A etapa (ii) consistiu não só no planejamento do material paradidático, mas também num momento para a apropriação do conteúdo de Física a ser problematizado nos textos de divulgação. Esse momento integrou-se de forma prática com a revisão bibliográfica, pois os materiais de leitura para a apropriação do tema complementaram a pesquisa nesse sentido. No decorrer dessa etapa também foi ministrada uma palestra para alunos e professores do ensino básico sobre os tópicos de Física Moderna a serem discutidos em sala de aula, a partir do filme do super-herói escolhido.

A etapa (iii) permitiu constituir o momento de análise dos tópicos de FMC envolvidos em algumas aventuras do super-herói. Nesta etapa foi necessária a visualização das cenas em diversos momentos, repetidamente, para captar indicativos de falas, imagens, ou ambos associadas à FMC.

A etapa (iv) consistiu na produção do material instrucional (texto paradidático e UEPS). A construção do texto se deu a partir do processo de análise das cenas que discutem FMC no filme, confirmando a importância de uma etapa suceder a outra. O

texto paradidático encontra-se na sua versão preliminar no site desenvolvido. A UEPS foi feita com base nos temas de FMC que foram discutidos no texto paradidático.

A construção de um site na rede mundial de computadores, característica da etapa (v), busca aproximar e disponibilizar o material paradidático para todos os professores e educandos. Ademais, não somente docentes e discentes irão poder acessar o site com o material, como também pessoas leigas no assunto, caracterizando o site como acessível ao público geral.

A etapa (vi) consiste em publicar a página na rede mundial de computadores com todo o material disponível. Por fim, cabe a ressalva que o uso de metodologias infalíveis foram evitadas. Fazem-se necessárias muitas pesquisas que estejam focadas em mudar a educação científica, que apresentem o empreendimento científico mais alinhado com a moderna filosofia da ciência, e, além disto, procurem construir de fato ambientes em que possa ser construída uma aprendizagem significativa *de e sobre* ciência.

#### **(i) Revisão bibliográfica**

Como descrito anteriormente, a etapa (i) consistiu na revisão bibliográfica do projeto e teve como principal objetivo elencar possíveis trabalhos condizentes com a proposta de pesquisa apresentada. Além disso, durante o período de revisão bibliográfica, foi possível fazer a apropriação de alguns temas relevantes para a pesquisa.

#### **(ii) Planejamento do material paradidático**

A segunda etapa da metodologia se ateu ao planejamento do material paradidático a ser desenvolvido para sua posterior divulgação. Para pensar no material a ser desenvolvido, foi preciso elencar os principais temas de Física relacionados ao personagem escolhido. Com o objetivo de aliar as aventuras vividas nos filmes pelo super-herói com tópicos de FMC relevantes e cabíveis de discussão teórica, se fez necessário uma avaliação criteriosa dos filmes (etapa iii).

Para planejar e organizar o material a ser disponibilizado, foram escolhidas as principais cenas que envolvem tópicos de FMC. A escolha das cenas não levou em consideração muitos aspectos relevantes que envolviam uma discussão mais aprofundada, e sim somente critérios como os seguintes: (a) A cena em questão apresentou elementos possíveis e tangíveis para análise e discussão de tópicos de FMC?

(b) Quais assuntos relacionados à FMC estão presentes na cena? Com essas duas perguntas foi possível elencar as principais cenas e logo depois escolher algumas para a posterior construção do material paradidático. Por apresentar explicações sem muitos pormenores sobre os fenômenos físicos relacionados à FMC durante toda a trilogia, praticamente todas as cenas que respondiam de forma positiva tais questões, foram relacionadas para análise (ver etapa iii). Nota-se que nesta etapa foram levados em consideração apenas assuntos pertinentes, que estariam possivelmente ligados a FMC. A análise dos problemas físicos presentes nas cenas e, conseqüentemente, nas histórias vividas pelo super-herói estão descritas na etapa (iii).

A apropriação do tema também se fez presente nesta etapa, por meio de leituras em artigos, revistas e documentários, viabilizando o entendimento de algumas questões básicas para poder discutir os assuntos de FMC escolhidos, como relatividade geral e buracos de minhoca. Esta etapa teve duração de aproximadamente um mês. Após este período foi desenvolvida uma palestra sobre os conceitos de Física que podem ser explorados no filme escolhido. Esta palestra ocorreu no Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Araranguá, a qual foi aberta para professores e alunos. O domínio do conteúdo também serviu para o desenvolvimento do texto paradidático e para a construção da UEPS.

### **(iii) Análise dos problemas físicos presentes nos filmes do super-herói**

Como destacado na etapa (ii), na qual foram escolhidas as cenas dos filmes para a abordagem de questões que tratem de FMC, a etapa (iii) permitiu fazer essa análise de uma maneira mais detalhada.

Para cada cena destacada, foi avaliada a possibilidade de tratar sobre alguns tópicos de FMC. Contudo, tendo em vista que todas as cenas escolhidas se aproximavam dos mesmos assuntos, optou-se pela escolha dos seguintes temas: Buracos de Minhoca e Relatividade Geral. Algumas cenas escolhidas dos filmes até mesmo apresentam uma breve explicação sobre o que vem a ser um buraco de minhoca, como na cena da figura 1, na qual astrofísicos discutem e explicam o que é um buraco de minhoca.



Figura 1- Cena do filme “Thor” (Marvel Studios), na qual astrofísicos explicam o que é um buraco de minhoca e sua relação com uma ponte de Einstein-Rosen.

Embora seja explicado de forma breve, não é dada a definição mais apropriada para um buraco de minhoca em termos físicos e a trama acaba por apresentar assuntos que ultrapassam explicações mais razoáveis do que vem a ser um buraco de minhoca. Como exemplo, em uma das cenas da trilogia, um dos personagens descreve o que seria uma ponte de Einstein-Rosen, atribuindo sua formação com as propriedades que caracterizam um buraco de minhoca. No terceiro filme da trilogia, as pontes de Einstein-Rosen voltam a ser mencionadas e novamente as explicações apresentadas são breves e por vezes sucintas demais para que se possam compreender de forma clara os aspectos físicos do fenômeno mencionado. Na figura 2 os personagens discutem sobre a possibilidade de viajar por um buraco de minhoca, caracterizado pela formação de uma ponte de Einstein-Rosen.



Figura 2 – Cena do filme “Thor – Ragnarok”, na qual os personagens discutem sobre o colapso gravitacional de uma estrela de nêutrons dentro de uma ponte de Einstein-Rosen.

Todas as cenas, incluindo as cenas descritas nas figuras 1 e 2, são discutidas e analisadas com mais detalhes e buscando explicar os conceitos de uma forma mais aprofundada, além de corrigir possíveis falhas na FMC apresentada nos trechos selecionados, no texto paradidático desenvolvido e disponível na página criada. As



cenas escolhidas foram selecionadas a partir de dois critérios postos como perguntas durante a análise do filme: (a) A cena apresenta elementos de discussão sobre FMC relacionados à relatividade geral e buracos de minhoca? (b) Existe um diálogo entre os personagens sobre o fenômeno físico apresentado? Com base nestas duas questões norteadoras, as cenas foram escolhidas e analisadas. A primeira cena faz parte do filme “Thor” (2011), na qual três personagens, dois deles astrofísicos, discutem sobre a probabilidade da existência de um buraco de minhoca com características encontradas em uma ponte de Einstein-Rosen. A segunda cena pertence ao filme “Thor – Mundo Sombrio”, no qual os personagens e objetos viajam por um buraco de minhoca. Na terceira cena selecionada, os personagens discutem sobre o que é um buraco de minhoca, de uma maneira despojada. Ainda na mesma cena, é dada uma explicação sobre o que seria uma estrela de nêutrons em colapso dentro de uma ponte de Einstein-Rosen.

#### **(iv) Produção do material instrucional (UEPS e texto paradidático)**

O material instrucional é caracterizado pelo texto paradidático no qual foram feitas as análises das cenas a fim de discutir e problematizar conceitos de FMC, e pela UEPS desenvolvida para a possível utilização em sala de aula.

O texto paradidático apresenta uma linguagem impessoal e objetiva, seguindo as orientações básicas de Vieira (2006) para uma obra de divulgação científica. O texto faz analogias e foi escrito de forma simples e inteligível, além explicar conceitos complicados e evitar o uso de equações matemáticas. Analogias são essenciais em um artigo de divulgação científica. Melhor usar aquelas que aproximem os conceitos científicos de fenômenos do dia-a-dia do leitor (Vieira, 2004).

Todas as discussões e problemáticas encontradas no texto são explicitamente teóricas. Indo ao encontro do proposto por Viera (2006), o senso de humor também se encontra presente no texto, aliado a uma linguagem descontraída, buscando diminuir a aridez comum aos temas científicos. Vieira (2004) indica elementos comuns em textos de divulgação científica e que são essenciais para a compreensão do assunto trabalhado, como por exemplo, a importância de se ater a uma linguagem diferente da linguagem empregada num artigo científico para a produção de divulgação científica e a relevância do uso de parágrafos curtos, pois é importante dar um tempo ao leitor para que este pense sobre o que está lendo. Além disso, o autor comenta sobre o uso de glossários e

sua necessidade, visto que o texto visa levar informação a todas as pessoas, e não somente aquelas que são versadas em ciências.

A sequência didática desenvolvida (UEPS), em anexo ao trabalho, serve como material de auxílio ao professor que pretende explorar e problematizar conceitos de FMC encontrados na narrativa transmidiática utilizada. Para tanto, a UEPS pode ser utilizada ou modificada de acordo com o docente, visto que é um material proposto para uma possível abordagem em sala de aula, para tratar sobre os tópicos de FMC encontrados na discussão do texto paradidático.

#### **(v) Preparação de uma página educativa na rede mundial de computadores para disponibilizar a proposta didática**

A etapa (v) tratou da elaboração de uma página na rede mundial de computadores para a disponibilização do material paradidático. Para construir a página foi preciso complementar alguns aspectos da pesquisa, como a própria construção dos textos que analisam os tópicos de FMC na trilogia de filmes do “Thor”. O texto sobre Buracos de Minhoca e Relatividade Geral para explicar as consequências e possibilidades das aventuras vivenciadas pelo personagem compõe o material paradidático da pesquisa. Sendo assim, o texto paradidático e a UEPS construída estarão disponíveis nessa página.

#### **(vi) Publicação da página na rede mundial de computadores.**

A última etapa da pesquisa foi à publicação do site elaborado na *Internet*, disponibilizando assim, o texto que constitui o material paradidático e a UEPS. Dessa forma, o texto e a UEPS podem ser encontradas por professores, possibilitando a implementação da sequência didática, que se encontra em modo editável. Assim, o docente pode fazer alterações e aproveitar o texto de análise sobre a FMC encontrada nos filmes do personagem escolhido, enquanto os alunos podem ter um acesso direto ao material de ensino. A construção de uma página educativa na rede mundial de computadores é uma maneira de disponibilizar o conteúdo produzido e, ainda, poder estabelecer uma conexão entre o conhecimento científico e a narrativa transmidiática. A página pode ser encontrada nesse endereço (<https://explicando-a-fisica-dos-herois.webnode.com/>), como na figura 3. Para além da proposta apresentada, pretende-se que a página se mantenha ativa e seja preenchida com diversos materiais relacionados ao ensino de Física por meio de narrativas encontradas nos super-heróis.



Figura 3 – Página na rede mundial de computadores desenvolvida para a divulgação do material instrucional.

### **Considerações Finais**

A pesquisa desenvolvida mostrou avanços em relação à inserção de tópicos de FMC por meio de uma narrativa transmidiática, que se traduzem na publicação de uma página na rede mundial de computadores com material instrucional e um texto de divulgação científica, disponível para professores e alunos. Isto proporcionou atingir e potencializar o objetivo geral da proposta de pesquisa, pois o material pedagógico para explicar tópicos de FMC por meio de um super-herói foi construído e, desta forma, também divulgado. Os demais objetivos foram alcançados por meio da publicação da página, pois desta forma os conceitos de Física equivocados relacionados à FMC e que aparecem nas cenas selecionadas, são problematizados no texto paradidático. A sequência didática (UEPS) disponível na página, permite ao educador implementar a proposta na sala de aula, bem como adaptá-la a sua própria organização. Para tanto, a UEPS também é disponibilizada em formato editável no site.

As perspectivas futuras são desenvolver o material instrucional de forma mais detalhada, além de elaborar outras possíveis UEPS sobre demais filmes de mesmo caráter, para que tal proposta possa ser levada para as escolas de educação básica, aliada a divulgação científica, que se mostra como um dos eixos deste trabalho. O objetivo é levar a ideia de ensinar tópicos de Física com o uso de narrativas transmidiáticas relacionadas a super-heróis. Além disto, buscam-se criar, com o aporte teórico e metodológico utilizado neste trabalho, demais materiais pedagógicos para o ensino de Física, relacionados às aventuras de outros super-heróis. A pesquisa ainda enxerga como alvo a publicação desses materiais instrucionais para o ensino de Física por meio de super-heróis na página criada.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. (1ª ed.) Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1968. 685 p.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional** (trad. de Eva Nick et al.) Rio, Interamericana, 1980. 625 p.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

ARDURÍZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. A research-informed instructional unit to teach the nature of science to pre-service science teachers. **Science & Education**, v.18, p. 1177-1192, 2009.

DAMASIO, F. & PEDUZZI, L. O. Q. (2015). A Coerência e a Complementariedade entre a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e a Epistemologia de Paul Feyerabend. *Investigações em Ensino de Ciências*, 20(3), 61-83.

DAMASIO, F. & PEDUZZI, L. O. Q. (2017). História e Filosofia da Ciência na Educação Científica: para quê? . *Revista Ensaio*, v.19, Belo Horizonte, 01-20.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Tradução: Octanny da Mota e Leônidas Hegenberg. 3ª edição. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

FORATO. C. M.; Pietrocola, M. & Martins, R. A. (2011). Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-59.

GIL PEREZ, D.; Montoro, I. F.; Alís, J. C.; Cachapuz, A. & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153.

GONÇALVES, V. A. M. Super-heróis no cinema uma trajetória histórica. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO – Intercom, 2017, Curitiba. Anais. Curitiba: 2017.

JACOBOCCI, D. F. C. et al. (2008) A dica chegou! Centro de ciências da universidade Federal de Uberlândia: proposta, percepções dos docentes e perspectivas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 25 (2), p.354-367

KÖHNLEI, J. F. K. & PEDUZZI, L. O. Q. (2005). Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 22(1), 36-70.

MAIA, F. R. P. Super-heróis da convergência a unificação narrativa da Marvel Studios em um universo transmidiático. 2014. Monografia (Bacharelado em Comunicação Social) – Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro.

MATTHEWS, M. R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214.

OLIVEIRA, L. D. (2006). Aprendendo Física com o Homem-Aranha: utilizando cenas do filme para discutir conceitos de Física no Ensino Médio. *Física na Escola*, v. 7, n. 2, 2006.

OLIVEIRA, F. F. VIANNA, M. D. GERBASSI, R. S. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 447-454, (2007).

POSTMANN, N. & WEINGARTNER, C. (1969). *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishing Co.

REGNER, A. C. K. P. (1996). Feyerabend e o pluralismo metodológico. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, 13(3), 231-247.

MELO, J. F. de. Tópicos de física moderna e contemporânea no Ensino Médio: Uma abordagem histórica e conceitual dos modelos atômicos. 2014. 530f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECM)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

MONTEIRO, M.A.; NARDI, R.; FILHO, J. B. B. A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, p. 557-580, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n3/07.pdf>> Acesso em: 16 abr. 2020.

MOREIRA, M. A. A pesquisa em Educação em Ciências e a Formação Permanente do Professor de Ciências. *Revista Chilena de Educación Científica*, v. 3, n. 1, p. 10-17, 2004.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa Crítica*. Porto Alegre: Ed. do autor, 2005.

MOREIRA, M. A. (2008). Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, 7(2), 23-30.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física moderna e contemporânea no ensino médio”. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 1, 2000. Disponível em: . Acesso em: 03 maio 2011.

SOARES, M. S.. Introdução de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio por meio do estudo de ondas eletromagnéticas. 2009. 208 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

TEIXEIRA, A. S.; XAVIER, K. S.; DAMASIO, F. O ensino de e sobre ciência por meio da série de ficção científica *Jornada nas Estrelas* . *Experiências em Ensino de Ciências* V.12, No.5, 2017.

TRETTIN, D; SCHLÖGL, L. A narrativa transmidiática dos vingadores da marvel comics: Análise dos filmes *Homem de Ferro* e *Homem de Ferro 2*. *Razón y Palabra*, v. 18, n. 88, 2014.

PEDUZZI. L. O. Q. Sobre a utilização didática de história da ciência. In:

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

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. (1969). *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishing Co. 219p.

VIEIRA, C. L. (2006) *Pequeno manual de divulgação científica: dicas para cientistas e divulgadores da Ciência*. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje.

## Anexo I

### UEPS

#### **PROPOSTA DE UEPS PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA POR MEIO DE FILMES DO UNIVERSO MARVEL COM O SUPER-HERÓI THOR**

**Objetivo:** problematizar conteúdos de Física Moderna Contemporânea presentes na sequência de filmes do super-herói “*Thor*”, do universo ficcional Marvel.

**Guilherme E. Nunes**

#### **Sequência:**

**1. Situação Inicial:** Exibir os filmes completos para os alunos. Inicialmente, após a exibição do filme, perguntar a eles quais conceitos de Física (mais especificamente de Astronomia e Astrofísica) eles conseguiram identificar no filme e ir escrevendo no quadro ou em um slide as respostas. As respostas dos alunos serão anotadas em uma tabela, para que possam ser sistematizadas. As perguntas para a situação inicial serão as seguintes: i) Quais conceitos de Física, relacionados à Astronomia e Astrofísica, vocês conseguiram perceber no filme? ii) A viagem no espaço realizada pelos heróis (personagens do filme) pode acontecer na vida real ou só em filmes de ficção científica?

**2. Situações-problema:** Perguntar aos alunos sobre a possibilidade dos fenômenos físicos que acontecem no filme. As perguntas serão as seguintes: i) É possível viajar no tempo? Se a resposta for sim, como? ii) O que você já ouviu falar sobre buracos de minhoca? iii) É possível viajar na velocidade da luz? iv) O que você já ouviu falar sobre a teoria da relatividade? v) O que são pontes de Einstein-Rosen e porque elas permitem que o super-herói faça uma viagem por meio delas? vi) Do que se trata a teoria da relatividade e como ela ajuda a explicar o que são buracos de minhoca?

Todas as respostas devem ser levadas em consideração, e serão discutidas em grande grupo com a mediação do professor, sem o intuito de chegar a respostas certas.

**3. Revisão:** Nessa aula os conceitos presentes na teoria sobre buracos de minhoca e como a relatividade nos ajuda a entender esse fenômeno, serão explicados, sempre levando em conta as perguntas dos alunos acerca do tema. Todos os encontros podem contar com diversos materiais de apoio, como uma apresentação de slides, textos, vídeos, ou até mesmo um texto paradidático para auxiliar o aluno com a explicação acerca do tema que irá ser discutido. No começo de cada encontro busca-se fazer uma retomada das questões iniciais. Para isso, os trechos dos filmes (cenas selecionadas) serão exibidos novamente. As questões que podem aparecer na revisão são as seguintes: O que são estrelas de nêutrons? Existem buracos de minhoca possíveis de se atravessar? É possível que existam estrelas de nêutrons dentro de uma ponte de Einstein-Rosen? Estas questões serão respondidas ao longo dos encontros. Após esse momento pedir para que os alunos construam, em grupos de até três pessoas, um **mapa conceitual** para os conceitos vistos em sala. Alguns grupos serão sorteados para apresentar seus mapas

(em forma de slides, cartazes, pôster ou até mesmo desenhos representativos no quadro). Ao final da aula todos os mapas serão entregues ao professor para que haja revisão e na próxima aula os mapas serão entregues aos alunos para que corrijam ou modifiquem. Essas atividades podem levar duas ou três aulas.

**4. Nova situação problema, em nível mais alto de complexidade:** Os conteúdos serão novamente explicados e os alunos serão solicitados a responder perguntas conceituais sobre o tema de estudo. Novamente as questões iniciais serão retomadas com trechos dos filmes, mas desta vez também com as perguntas da revisão. As perguntas para que os alunos respondam serão distribuídas aleatoriamente entre o grupo de alunos e cada aluno deverá tentar responder a pergunta do colega, tendo o professor como mediador. Neste momento as perguntas serão mais específicas, tendo em vista que os conceitos já foram trabalhados com a turma. Todas as perguntas serão lidas com o grande grupo e cada aluno dirá sua resposta. Após esse momento será elaborado um cartaz com todas as explicações encontradas pelos alunos. Essa atividade pode levar duas aulas.

**5. Avaliação somativa individual:** Nessa aula ocorrerá uma atividade com os alunos, avisada anteriormente, e consiste em propor questões problemas para os alunos, a fim de captar algum indício de aprendizagem significativa.

**6. Aula expositiva dialogada integradora final:** retomar todo o conteúdo da UEPS, revisar os mapas feitos pelos alunos e o cartaz com as perguntas mais relevantes sobre o tema na concepção deles. Logo depois explicar a importância de entender a História da Ciência e como o conhecimento científico é produzido, fazendo relações com o objeto de estudo da UEPS. Todas as perguntas propostas durante a UEPS serão respondidas junto com os alunos.

**7. Avaliação da Aprendizagem:** A avaliação da aprendizagem irá se basear pela qualidade dos trabalhos produzidos pelos alunos ao longo de toda a UEPS, nas observações feitas durante as aulas e na avaliação somativa individual.

**8. Avaliação da UEPS:** Os alunos serão solicitados a responderem um questionário sobre as estratégias de ensino utilizadas ao longo da UEPS, como a elaboração de cartazes e mapas conceituais, as discussões em grupo mediadas pelo docente e as demais atividades, como a explicação conceitual e o aproveitamento das aulas.

Total de aulas: 8 a 10.