

**O ensino de gravitação universal na educação básica: uma reflexão a partir de pesquisas
brasileiras**

**The teaching of universal gravitation in basic education: a reflection from brazilian
research**

**La enseñanza de gravitación universal en educación básica: una reflexión de la
investigación brasileña**

Recebido: 05/11/2020 | Revisado: 14/11/2020 | Aceito: 17/11/2020 | Publicado: 22/11/2020

Danúbia Damiana Santos Bonfim

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7075-0884>

Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil

E-mail: bonfimdan25@gmail.com

William Junior do Nascimento

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8324-9183>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: williamjn@ufpr.br

Resumo

O presente artigo visa investigar o que pesquisadores da área de ensino tem produzido sobre a abordagem da Gravitação Universal na Educação Básica. Para isso, realizou-se uma Revisão Sistemática de Literatura buscando por artigos que versavam sobre a temática, com o objetivo de desenvolver uma análise e reflexão sobre as estratégias pedagógicas aplicadas nas aulas de Física no Ensino Médio, bem como, explorar de que maneira os trabalhos desenvolvidos no Ensino Superior podem contribuir ao desenvolvimento do tema na Educação Básica. Apesar do pequeno número de artigos encontrados sobre a temática, os trabalhos aqui analisados sugerem uma diversidade de alternativas para o encaminhamento do tema Gravitação, como o uso de textos, filmes, vídeos, imagens, ambientes virtuais de aprendizagem, experimentação, História da Ciência, entre outros. Contudo, apesar de uma variedade de propostas que reconheçam o estudo de Gravitação Universal como um conhecimento essencial para estudantes do Ensino Médio, nem sempre se adequam a realidade das escolas públicas que muitas vezes carecem de recursos tecnológicos, ou ainda, a necessidade de formação docente continuada, de modo que tais fatores se apresentam como um desafio à sua implementação.

Palavras-chave: Revisão de literatura; Gravitação Universal; Estratégias pedagógicas; Educação básica; Ensino médio.

Abstract

This article aims to investigate what researchers in the teaching field have produced about the approach of Universal Gravitation in Basic Education. For this, a systematic literature review was carried out looking for articles that dealt with the theme, with the aim of developing an analysis and reflection on the pedagogical strategies applied in Physics classes in High School, as well as exploring how the work developed in Higher Education can contribute to the development of the theme in Basic Education. Despite the small number of articles found on the theme, the works analyzed here suggest a diversity of alternatives for addressing the theme Gravitation, such as the use of texts, films, videos, images, virtual environments for learning, experimentation, History of Science, among others. However, despite a variety of proposals that recognize the study of Universal Gravitation as an essential knowledge for high school students, they are not always suited to the reality of public schools that often lack technological resources, or even, the need for continuing teacher training, so that these factors present themselves as a challenge to their implementation.

Keywords: Literature review; Universal Gravitation; Pedagogical strategies; Basic education; High school.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo investigar lo que los investigadores del campo de la enseñanza han producido sobre el enfoque de la Gravitación Universal en la Educación Básica. Para ello, se realizó una revisión sistemática de la literatura buscando artículos que abordaran el tema, con el objetivo de desarrollar un análisis y reflexión sobre las estrategias pedagógicas aplicadas en las clases de Física de la escuela secundaria, así como explorar cómo se desarrolló el trabajo en Educación Superior puede contribuir al desarrollo del tema en Educación Básica. A pesar del reducido número de artículos encontrados sobre el tema, los trabajos aquí analizados sugieren una diversidad de alternativas para abordar el tema Gravitación, como el uso de textos, películas, videos, imágenes, entornos virtuales para el aprendizaje, experimentación, Historia de la Ciencia, entre otros. Sin embargo, a pesar de una variedad de propuestas que reconozcan el estudio de la Gravitación Universal como conocimiento esencial para los estudiantes de secundaria, no siempre se adaptan a la realidad de las escuelas públicas que muchas veces carecen de recursos tecnológicos, o incluso, la

necesidad de una formación continua del profesorado, por lo que estos factores se presentan como un desafío para su implementación.

Palabras clave: Revisión de literatura; Gravitación Universal; Estrategias pedagógicas; Educación básica; Escuela secundaria.

1. Introdução

A gravitação newtoniana foi de suma importância para a nossa concepção de mundo moderno, possibilitando, por exemplo, a conquista espacial na segunda metade do século XX e, até hoje, apresenta-se como uma teoria consistente para descrever fenômenos cosmológicos, com raras exceções (Costa, 2018). Logo, não é por coincidência que seu ensino se encontra presente na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC), contemplada como um dos objetos de estudo das competências obrigatórias na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BNCC, 2018).

De acordo com a habilidade EM13CNT204 da BNCC, o estudante deverá ser capaz de “elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais” (BNCC, p. 543, 2018). Nesse sentido, espera-se que o estudante, ao final da Educação Básica construa e utilize as interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, bem como fundamentar decisões éticas e responsáveis (BNCC, 2018).

No âmbito escolar, o conteúdo de Gravitación Universal é frequentemente abordado no 1º ano do Ensino Médio e, geralmente proposto no último semestre do ano letivo. Porém, devido a reduzida carga horária da disciplina de Física, muitas vezes acaba não sendo estudado (Pires & Veit, 2006). Além disso, outro possível agravante está relacionado à carência desse assunto em testes de vestibulares e até mesmo no ENEM, culminando seu descarte no currículo. Em contrapartida, Hoffmann e Gardelli (2013) acreditam que a gravitação universal é um conteúdo pouco trabalhado no Ensino Médio, por se tratar de um tema de base teórica rica e complexa em desenvolvimento desde o século XVII, que requer domínio sobre o tema por parte dos professores. Por isso, alguns docentes acabam não abordando o conteúdo em sala de aula e, até mesmo, o excluindo do planejamento escolar.

Todavia, Pires e Veit (2006), entendem que o estudo de gravitação:

[...] trata-se de uma das interações fundamentais da natureza, sendo essencial para a

interpretação da realidade cotidiana do estudante, especialmente se levarmos em consideração que os meios de comunicação apresentam notícias com informações de Astronomia que raramente são discutidas em aula e muito menos contextualizadas em um assunto específico de Física (Pires & Veit, 2006, p. 246).

Deste modo, apesar de ser um conteúdo que amplia o conhecimento científico dos estudantes, o estudo da Gravitação, quando trabalhado em sala de aula, nem sempre se apresenta de forma satisfatória (Hoffmann & Gardelli, 2013), pois, geralmente os professores acabam reproduzindo uma aula tradicional que não valoriza a conexão desse conteúdo com situações vivenciadas pelos estudantes. Outras vezes, a falta de apropriação de outras práticas e procedimentos metodológicos, impede que o professor desenvolva aulas contextualizadas, que de fato, contribuam para o aprendizado sobre o tema.

Assim, com o objetivo de investigar produções científicas na área de Ensino com a abordagem da Gravitação Universal na Educação Básica, recorreu-se a Revisão Sistemática de Literatura¹ proposta por Kitchenham (2004) em artigos de Bases de buscas qualificadas que versavam sobre a temática, a fim de desenvolver uma análise e reflexão sobre as estratégias pedagógicas aplicadas nas aulas de Física no Ensino Médio, especificamente no estudo de Gravitação. Além disso, buscou-se explorar de que maneira trabalhos desenvolvidos no Ensino Superior podem contribuir no desenvolvimento do tema na Educação Básica.

2. Metodologia

O presente trabalho utilizou-se da pesquisa qualitativa, que demonstra a interpretação do pesquisador sobre o fenômeno estudado (Pereira et al., 2018), bem como o método de Revisão Sistemática de Literatura, proposta por Kitchenham (2004), que estabelece três fases para sua execução: (1) identificação da necessidade de revisão; (2) seleção de estudos primários e (3) avaliação dos dados.

Seguindo essas fases, foi efetuado um levantamento de artigos publicados em periódicos nacionais (online) de Ensino de Ciências/Física, de índices restritos A1, A2 e B1, sendo analisados artigos publicados nos periódicos: *Ciência & Educação*; *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*; *Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)*; *Caderno*

¹ Este artigo teve como base o trabalho de Dissertação de Mestrado de um dos autores, intitulado “Os Três Momentos Pedagógicos no Ensino de Física: Propostas de Sequências Didáticas para a Educação Básica”, disponível em <https://uenp.edu.br/mestrado-ensino-dissertacoes/ppgen-dissertacoes-turma2/>.

Brasileiro de Ensino de Física; #Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia; Investigações em Ensino de Ciências (IENCI); Experiências em Ensino de Ciências (EENCI); Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT); Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC); Ensino de Ciências e Tecnologias em Revista (ENCITEC) e Revista Ciências & Ideias (C&I). A busca foi realizada em publicações do período de 2000 a agosto de 2020.

Inicialmente, selecionaram-se artigos que abordavam a palavra-chave “Gravitação”, sendo excluídos os que não apresentavam propostas didáticas para o ensino de Física. Neste sentido, realizou-se a leitura dos títulos, resumos, palavras-chave e, quando necessário, a leitura completa do artigo, a fim de identificar sua aplicabilidade na Educação Básica, resultando em apenas 19 artigos, apresentados no Quadro 1 de acordo com o Qualis/Capes e data de publicação.

Quadro 1: Identificação dos trabalhos selecionados que apresentam propostas didáticas para o ensino de Gravitação Universal voltada à Educação Básica.

Título	Autores	Ano	Recursos didáticos	Periódico/ Qualis
A Gravitação Universal: um texto para o Ensino Médio.	Dias, P. M. C.; Santos, W. M. S.; Souza, M. T. M.	2004	Textos/ História da Ciência	Revista Brasileira de Ensino de Física (Qualis A1)
Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação.	Machado, D. I.; Santos, P. L. V. A. C	2004	Software hipermídia	Ciência & Educação (Qualis A1)
Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio.	Pires, M. A.; Veit, E. A.	2006	Ambiente virtual de aprendizagem	Revista Brasileira de Ensino de Física (Qualis A1)
Dinâmica Discursiva e o ensino de física: análise de um episódio de ensino envolvendo o uso de um texto alternativo.	Assis, A.; Teixeira, O. P. B	2007	Textos/ História da Ciência	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Qualis A1)
A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna.	Porto, C.M.; Porto, M.B.D.S.M.	2008	História da Ciência	Revista Brasileira de Ensino de Física (Qualis A1)
Lei da gravitação universal e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia.	Rodrigues, E. V; Zimmermann, E.; Hartmann, A. M.	2012	Multimídia	Ciência & Educação (Qualis A1)
Compreendendo o Universo numa Perspectiva Newtoniana.	Costa, F. E. M.	2018	História da Ciência	Revista Brasileira de Ensino de Física (Qualis A1)
Desvendando o Endereço	Fortes, E. C. F. S.;	2018	História da	Revista Brasileira

Físico do Telescópio James Webb.	Azevedo, F.; Kolland, M.		Ciência	de Ensino de Física (Qualis A1)
Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação.	Arthurury, L. H. M.; Terrazza, E. A. A.	2018	Hipermídia	Revista Brasileira de Ensino de Física (Qualis A1)
Um trem movido pela força gravitacional.	Andrade, M. A.; Filho, L. G. F.	2018	Atividades investigativas	Revista Brasileira de Ensino de Física (Qualis A1)
História da ciência no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores.	Gatti, S. R. T.; Nardi, R.; Silva, D.	2010	História da Ciência	Investigações em Ensino de Ciências (Qualis A2)
Os caminhos de Newton para a Gravitação Universal: Uma revisão do debate historiográfico entre Cohen e Westfall.	Teixeira, E. S.; Peduzzi, L. O. Q.; Junior, O. F.	2010	História da Ciência	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (Qualis A2)
Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência.	Drummond, J. M. H. F. et al.	2015	História da Ciência	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (Qualis A2)
Um marégrafo ultrassônico baseado na placa Arduino para investigação do fenômeno das marés.	Soares, R. G.; de Amorim, H. S.	2020	Atividade experimental e instrumental	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (Qualis A2)
O uso do cinema para o ensino de física no Ensino Médio.	Xavier, C. H. G.; Passos, C. M. B.; Freire, P. T.C.; Coelho, A. A.	2010	Filmes	EENCI (Qualis B1)
Galileu, Kepler e suas descobertas: análise de uma peça teatral vivenciada com estudantes do ensino fundamental e médio.	Baldow, R; Silva, A. P. T. B	2014	História da Ciência/ Teatro	EENCI (Qualis B1)
O ensino de e sobre ciência por meio da série de ficção científica jornada nas estrelas.	Teixeira, A. S.; Xavier, K. S.; Damasio F.	2017	Filmes	EENCI (Qualis B1)
O uso de mapas conceituais no ensino de física.	Gomes, F. H. F.; Caetano, E. W. S.; Alves, F. R. V.	2017	Mapas conceituais	#Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia (Qualis B1)
Screencast no ensino de física, numa abordagem sobre o Conteúdo da lei gravitacional universal.	Tavares, C. V. F; Oliveira, A. F; Moita, F. M. G.	2018	Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)	EENCI (Qualis B1)

Fonte: Autores, (2020).

Após a seleção dos artigos apresentados no Quadro 1, realizou-se a leitura, análise e reflexões decorrentes. Neste sentido, vale ressaltar que a pesquisa bibliográfica realizada

evidencia uma carência de trabalhos relacionados ao ensino de Gravitação no período selecionado. Possivelmente, a redução da carga horária das aulas de Física no Ensino Médio, tem levado os professores, cada vez mais, a selecionarem os conteúdos considerados importantes (Pires & Veit, 2006), sendo o estudo de Gravitação Universal um dos excluídos do Ensino de Física na Educação Básica.

3. Resultados e Discussão

De modo geral, os trabalhos elencados no Quadro 1 buscam apresentar sugestões de ações que possam contribuir no ensino e aprendizagem da Gravitação Universal, de modo que este tema possa ser contemplado e trabalhado na Educação Básica, tendo em vista a relevância sinalizada inicialmente. Neste contexto, Pires e Veit (2006) criaram um ambiente virtual de aprendizagem que proporcionasse uma extensão à sala de aula, como alternativa para minimizar os efeitos da redução da carga horária da disciplina de Física no Ensino Médio. Conseqüentemente, possibilitou a abordagem de assuntos, tais como: Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal e Campo Gravitacional. Além disso, utilizou-se de animações interativas sobre os tópicos trabalhados e informações atualizadas de Física e Astronomia.

Por outro lado, Rodrigues, Zimmermann e Hartmann (2012) utilizaram como material didático um recurso multimídia, mais especificamente, o CD, contendo textos, trechos de filmes, vídeos, simulações etc., além do apoio de uma lousa digital interativa. Ademais, suscitaram as concepções prévias dos estudantes por meio da abordagem temática satélites, discutindo sua definição e função, conseqüentemente, sua relação com conceitos da Gravitação. Tais atividades possibilitam aos autores investigar como os estudantes de Ensino Médio aceitam e se envolvem no estudo do tema. Neste sentido, os autores relatam que as imagens, os filmes e os textos contidos na multimídia enriquecem de maneira significativo o conteúdo, contribuindo para o entendimento dos conceitos de Física (Rodrigues, Zimmermann & Hartmann, 2012).

Tavares, Oliveira e Moita (2018), apresentam o Screencast como recurso didático para as aulas de Física do Ensino Médio. De acordo com os autores, Screencast é basicamente uma forma de apresentação de vídeo, em que a imagem é a captura da tela de um computador, com o áudio externo e exposição de uma aula pelo professor, sem a necessidade de câmeras ou de preparo de um ambiente propício para uma filmagem, gerando maior praticidade. Seguindo esse formato, os autores propuseram uma aula diferenciada sobre o conceito da Lei Gravitacional Universal, disponibilizando por meio de uma videoaula, uma apresentação mais

detalhada e atrativa, estimulando a compreensão dos conteúdos aplicados e ampliando as competências comunicativas, atitudinais e cognitivas dos alunos (Tavares; Oliveira; Moita, 2018). Neste sentido, reiteram que:

[...] apresentar metodologias que incentivem a interação social em sala de aula como um espaço para a reflexão crítica sobre os conteúdos ensinados é extremamente fundamental, no sentido que proporcione aos alunos oportunidades de construção do conhecimento, por meio de recursos tecnológicos (Tavares, Oliveira & Moita, 2018, p. 201).

Como proposto na BNCC (2018, p. 538), os estudantes deverão ser capazes de aprender a “estruturar linguagens argumentativas que lhes permitam comunicar, para diversos públicos, em contextos variados e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)”, ou seja, espera-se que os estudantes “aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito das tecnologias, tanto no que concerne aos seus meios de produção e seu papel na sociedade atual como também em relação às perspectivas futuras de desenvolvimento tecnológico” (BNCC, 2018, p. 539).

Nesta perspectiva, Machado e Santos (2004) avaliaram um software hipermídia destinado ao ensino de Gravitação em turmas do Ensino Médio na disciplina de Física, constatando que as ilustrações, imagens, vídeos e animações por multimídias permitem que os conteúdos escolares sejam mais facilmente compreendidos pelos estudantes. Segundo os autores:

A hipermídia torna possível o desenvolvimento de sistemas que facultam ao aluno a exploração de um banco de informações conforme suas dúvidas e interesses, optando pelas conexões da forma que desejar. Esse processo permite a construção ativa de conhecimentos, predispondo a descoberta de ideias, temas ou fatos num ambiente de informações e estimulando o desenvolvimento do espírito crítico por requerer participação constante, observação e atribuição de valores (Machado & Santos, 2004, p. 82).

De maneira análoga, ao elaborarem uma unidade de ensino composta por textos e apresentações eletrônicas para ilustrar e subsidiar o tema de Gravitação no Ensino Médio, Arthur e Terrazan (2018) observaram que os estudantes ficaram bastante atraídos com os vídeos exibidos nas apresentações eletrônicas, assim como, Machado e Santos (2004), que reconheceram que os recursos audiovisuais propiciaram o estabelecimento de conexões entre conceitos de modo mais rápido e eficiente. Apesar dessas possibilidades, os autores alertaram a necessidade de computadores de boa qualidade para o funcionamento da hipermídia, equipamentos esses, que nem sempre estão disponíveis nas escolas públicas.

De qualquer forma, vale ressaltar que o acesso a recursos tecnológicos não garante sua

implementação de maneira satisfatória. Como sugere Sampaio e Coutinho (2012), além do acesso às tecnologias, os professores precisam ter domínio do conteúdo a ser ensinado e o conhecimento pedagógico referente aos processos e métodos de ensino/aprendizagem que se adequem ao conteúdo proposto, o que evidencia a necessidade de uma formação inicial e continuada que integre estes saberes. Caso contrário, obteremos resultados análogos aos observados por Gomes, Caetano e Alves (2017) ao investigarem os conhecimentos prévios sobre Gravitação por parte de estudantes do primeiro ano do curso de Licenciatura em Física. Neste trabalho, os autores utilizaram como instrumento de pesquisa o uso de mapas conceituais, da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel e observaram que alguns estudantes tiveram dificuldades em dar exemplos sobre Gravitação, ocasionado por uma possível deficiência na Educação Básica, bem como em relacionar conceitos presentes em diferentes ramos do mapa conceitual desenhado. Ainda, segundo os autores, os resultados revelam a necessidade do desenvolvimento de metodologias que tornem o ensino de Física mais significativo, dentre elas, envolvendo o uso de ferramentas tecnológicas digitais.

Dentre as alternativas para o ensino da Gravitação no Ensino Médio, Dias, Santos e Souza (2004) utilizaram um texto sobre a História da Gravitação. Nesta perspectiva, uma abordagem histórica dos conteúdos enriquece o encaminhamento das aulas, auxiliando os estudantes a reconhecerem a ciência como uma construção humana, tornando o conteúdo científico mais interessante e compreensível, aproximando a ciência do estudante (Matthews, 1995). Segundo Rodrigues, Zimmermann e Hartmann (2012, p. 521) “a História da Ciência, e a própria História Contemporânea, provocaram a curiosidade e a atenção dos alunos, modificando suas atitudes durante as aulas”. Além disso, “a utilização da história da Ciência no ensino é relevante também, porque os esclarecimentos obtidos por intermédio dela podem ser aplicados, ainda hoje, para esclarecer aspectos essenciais da investigação científica” (Machado & Santos, 2004, p. 81).

Também se apropriando de uma abordagem histórica, Baldow e Silva (2014), empregaram a História da Astronomia para investigar as concepções de estudantes da Educação Básica sobre tópicos do conteúdo de Gravitação. Para isto, propuseram uma atividade teatral, na qual os próprios estudantes dramatizaram alguns momentos relacionados ao conflito entre as teorias Geocêntricas e Heliocêntricas, além de enfatizar as contribuições de Galileu e as Leis de Kepler. De acordo com os autores, a dramaturgia, os ensaios, as leituras, os momentos de discussões e a apresentação da peça para o público, contribuem de forma relevante para a construção do conhecimento dos estudantes que participam da peça e, até mesmo, para os ouvintes (Baldow & Silva, 2014). Logo, uma peça teatral pode possibilitar

que os estudantes estabeleçam uma conexão entre situações do seu dia a dia com temas de Astronomia. Assim, “trabalhar o teatro como prática pedagógica viabiliza a construção de conceitos científicos, não apenas da História da Ciência, mas em diversas outras áreas do conhecimento” (Baldow & Silva, 2014, p. 66).

Com o propósito de integrar a História da Ciência ao ensino de Física, Gatti, Nardi e Silva (2010) desenvolveram uma pesquisa com graduandos de um curso de Licenciatura em Física, utilizando-se do desenvolvimento histórico do tema atração gravitacional. Os autores enfatizaram a necessidade de identificar as pré-concepções dos estudantes sobre o tema, bem como a aceitação de novas metodologias. No entanto, reconheceram a dificuldade dos futuros docentes em seguir um método de ensino que não seja o tradicional. Logo, apesar da História da Ciência despertar o interesse dos estudantes, suscitando a curiosidade e discussões sobre o tema, as concepções não construtivistas, o conhecimento estático e fragmentado sobre o conteúdo e a constante vivência com o método conservador de ensino, além da dissociação entre teoria e prática na formação acadêmica, apresentaram-se como alguns dos fatores que impedem a aceitação de metodologias inovadoras (Gatti, Nardi & Silva, 2010).

Apesar dessas dificuldades, é necessário que o estudante compreenda a evolução da ciência e suas implicações na vida contemporânea. Nesse sentido, o trabalho desenvolvido por Porto e Porto (2008), apresenta-se como um material que expõem exatamente esse processo de transformação, enfatizando como a revolução introduzida por Nicolau Copérnico promoveria mudanças no pensamento científico que culminaria no nascimento da ciência moderna. Dessa forma, o artigo desenvolvido pelos autores, mostra-se como um referencial teórico capaz de orientar tanto estudantes da graduação como da Educação Básica, promovendo o estudo da evolução do pensamento cosmológico.

Nessa mesma perspectiva, Costa (2018) utilizou a teoria da Gravitação Universal de Newton para obter equações diferenciais que descrevem a evolução do Universo. Apesar dessa proposta ser destinada à cursos introdutórios de graduação da área de Ciências Exatas, o autor apresenta em seu trabalho alguns aspectos que podem ser adaptados para a Educação Básica, como, por exemplo, suscitar discussões sobre eras cosmológicas, definição de supernovas ou de Energia Escura, a fim de despertar o interesse e curiosidade dos estudantes sobre conceitos que fazem parte da evolução e da constituição do Universo.

Esse interesse também pode ser estimulado por meio de assuntos que tratem sobre os desenvolvimentos tecnológicos, questões presentes no cotidiano dos estudantes do século XXI. Como exemplo, ao realizar um estudo sobre o futuro do telescópio James Webb Satellite Telescope (JWST), previsto para lançamento em 2021, Fortes, Azevedo e Kolland (2018),

utilizaram a Lei da Gravitação Universal de Newton para investigar de que maneira as forças envolvidas influenciam na estimativa de sua posição. Apesar do trabalho ter como objetivo apresentar o cálculo do posicionamento do telescópio, seu referencial pode contribuir para que o professor de Educação Básica encaminhe discussões em sala de aula sobre as características e finalidade desse instrumento, além de fomentar como seu funcionamento está intrinsecamente ligado a Lei da Gravitação Universal de Newton. Durante o desenvolvimento do tema, o professor pode abordar como a aplicação dos conceitos de Gravitação é essencial para o desenvolvimento de outros equipamentos tecnológicos, como exposto no trabalho de Andrade e Filho (2018), que propuseram uma aula de Gravitação Universal para cursos de graduação, investigando os conceitos fundamentais para construção de um possível trem movido pela força gravitacional.

Outro exemplo de abordagem com História da Ciência foi proposto por Teixeira, Peduzzi e Júnior (2010), que realizaram uma revisão sobre os caminhos percorridos por Newton até o desenvolvimento da Lei de Gravitação Universal. Tendo como base as análises feitas por Cohen (1983, 1988) e Westfall (1971, 1995), os autores realizaram uma discussão sobre os possíveis benefícios que um debate historiográfico pode proporcionar ao ensino de Gravitação Universal em sala de aula. Segundo os autores:

O debate historiográfico apresentando as visões de Cohen e Westfall sobre os passos de Newton em direção à Gravitação Universal pode ser benéfico nesse sentido por tornar explícito o fato de que Newton desenvolveu esse conhecimento através de um processo lento, trabalhoso e com a contribuição de outros estudiosos, portanto, longe de ter sido obtido por meio de insights como é divulgado, por exemplo, no inverossímil episódio da ‘queda da maçã’[...] (Teixeira Peduzzi & Júnior, 2010, p. 29).

Assim, oportunizar discussões em sala de aula sobre controvérsias científicas, é uma maneira de propiciar ao estudante a capacidade de reflexão e argumentação sobre a História da Ciência, pois ela:

[...] faz parte de um quadro amplo que é a História da Humanidade e, por isso, é capaz de mostrar a evolução das ideias e conceitos nas diversas áreas do conhecimento. Em Física, essa evolução traçou um caminho pouco linear, repleto de erros e acertos, de avanços e retrocessos típicos de um objeto essencialmente humano, que é a produção científica (Paraná, 2008, p. 69).

Ainda com base em aspectos historiográficos, Drummond et al. (2015) propuseram a utilização de narrativas históricas (textos histórico-pedagógicos) para o Ensino Médio, com a finalidade de promover um entendimento mais aprofundado sobre o tema Gravidade a partir

de sua fundamentação histórica. Segundo os autores:

[...] os textos podem colaborar para que os alunos compreendam uma multiplicidade de aspectos relacionados aos conceitos físicos em questão: a existência de diferentes visões sobre Gravidade; a Gravidade aristotélica no contexto do geocentrismo; a Gravidade cartesiana e newtoniana no contexto do heliocentrismo; os sistemas Heliocêntrico e Geocêntrico; os argumentos favoráveis a esses sistemas em diferentes períodos históricos; as dificuldades de aceitação do modelo Heliocêntrico, identificando a mudança de sistema de mundo como um lento processo de ruptura; a unificação das Físicas sub e supralunar, sua relação com o sistema de mundo Heliocêntrico e a Gravitação newtoniana, etc. (Drummond et al., 2015, p. 124).

Em contrapartida, Arthury e Terrazzan (2018), reconhecem que apesar da leitura de textos propiciar a interação em sala de aula, ainda é notório sua resistência por uma parte significativa dos estudantes. Como ressaltado por Drummond et al. (2015), a utilização de textos, em intervenções de diferentes contextos de salas de aula, pode trazer à tona potencialidades, mas também limitações. Como exemplo, uma possível alternativa seria o professor levar para sala de aula textos das obras de físicos como Giordano Bruno, Kepler, Galileu, Newton, entre outros, a fim de contribuir com a formação de leitores críticos orientados pela evolução dos conceitos e ideias presentes nessas obras (Paraná, 2008).

Do mesmo modo, de acordo com as orientações das Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná (2008), assistir a um filme de ficção científica e, na sequência, ler um texto de divulgação científica que abordasse o mesmo tema, seria outra maneira de estimular o estudante para a leitura. Neste sentido, Teixeira, Xavier e Damasio (2017) utilizaram a ficção científica como recurso didático no encaminhamento dos tópicos de Gravitação Universal na Educação Básica e avaliaram a criticidade dos estudantes em relação ao tema, evidenciando uma aprendizagem significativa e crítica em relação à natureza da ciência. Nessa mesma perspectiva, Xavier et al. (2010) identificaram uma rica articulação entre o conteúdo teórico e o cotidiano dos estudantes quando trabalhou o filme Armageddon no conteúdo de Gravitação. Segundo Teixeira, Xavier e Damasio (2017), a ficção científica auxilia os estudantes no processo de aprendizagem dos conceitos e fenômenos científicos, além de despertar o interesse durante o processo de ensino.

Por outro lado, considerando atividades experimentais e instrumentais, Soares e Amorim (2020) apresentam um projeto de construção de um marégrafo baseado num telêmetro ultrassônico controlado por uma placa Arduino Uno, com o objetivo de trabalhar o fenômeno de marés em turmas do Ensino Médio, uma vez que, oferecem um cenário muito rico para o estudo da teoria da Gravitação Universal de Newton na Educação Básica. Os autores veem o projeto como um aliado para atividades e investigação, afirmando a

importância da prática experimental no Ensino de Física.

Por fim, abordando sobre o tema Gravitação em aulas de Física na Educação de Jovens e Adultos (EJA), Assis e Teixeira (2007) analisaram o uso de um texto paradidático como recurso didático-pedagógico. O texto em questão foi organizado em cinco capítulos, abrangendo vários conteúdos relacionados à Física. Em um desses capítulos, ocorreu uma discussão sobre o conceito de força de atração gravitacional. Por meio de uma argumentação dialógica, o professor incentivou os alunos a explicitarem as suas opiniões, surgindo questionamentos, como por exemplo, a diferença entre os conceitos de massa e peso e até mesmo dúvidas sobre os fatores necessários para o lançamento de um foguete, despertando a curiosidade e o interesse dos estudantes sobre o tema (Assis & Teixeira, 2007).

Diante do exposto, de modo geral, os trabalhos aqui analisados sugerem o uso de textos, filmes, vídeos, imagens, tecnologias digitais, mapas conceituais, experimentação e até mesmo peças de teatro para o encaminhamento do tema de Gravitação. Além disso, é praticamente um consenso a utilização coerente da História da Ciência na Educação Básica, para que não seja narrada como uma série de descobertas científicas realizadas por grandes gênios. Neste sentido, o estudante deve compreender que o desenvolvimento científico não é pronto e acabado, mas que “sempre há um antes, um depois e um contexto histórico” (Mosley & Lynch, 2011, p. 9). Além disso, tão importante quanto a abordagem metodológica utilizada em sala de aula, seja incorporada à tecnológica ou não, o domínio do conteúdo é fundamental no processo de ensino/aprendizagem.

4. Considerações Finais

O ensino de Física na maioria das escolas públicas enfrenta obstáculos. Como relatado, a reduzida carga horária da disciplina de Física na Educação Básica e os processos seletivos via vestibular e/ou exames de larga escala, tem obrigado professores a selecionarem os conteúdos julgados como “mais importantes” para serem trabalhados no ano letivo. Outras vezes, devido à falta de domínio sobre o conteúdo ou até mesmo pela complexidade histórica que está inserido, contribui para que o tema acabe sendo descartado do planejamento docente. Somado a isso, a falta de recursos tecnológicos nas escolas e/ou a necessidade de capacitação dos professores para lidarem com tais recursos, os quais podem contribuir no processo educativo, contribuem para exclusão do ensino de Gravitação no currículo. Possivelmente, este fato repercute na carência de trabalhos encontrados sobre a temática nessa revisão de literatura, fator preocupante perante a relevância do conhecimento científico envolvido.

Todavia, apesar do pequeno número de estudos encontrados, os trabalhos aqui analisados sugerem uma diversidade de alternativas para o encaminhamento do conteúdo de Gravitação Universal, fornecendo subsídios para sua aplicabilidade na Educação Básica e contribuindo na produção e publicação de novos trabalhos/pesquisas. Contudo, é importante destacar que os artigos examinados enfatizam a necessidade de proporcionar ao estudante a percepção de que conceitos físicos estão intimamente ligados a seu cotidiano, estimulando questionamentos e argumentações por parte dos estudantes, contribuindo para ampliação de seus conhecimentos sobre o Universo, fatores estes relacionados diretamente ao papel do professor em sala de aula.

Logo, desenvolver propostas que reconheçam o estudo de Gravitação Universal como um conhecimento essencial para estudantes do Ensino Médio e que ao mesmo tempo se adequem a realidade das escolas públicas ainda se apresenta como um desafio à sua implementação.

Nessa perspectiva, buscamos em trabalhos futuros implementar um produto educacional que auxilie o professor de Física no desenvolvimento do estudo de Gravitação Universal no Ensino Médio, propondo uma sequência de atividades que estimulem os estudantes a investigarem a História da Ciência e sua relação com seu cotidiano.

Referências

Andrade, M. A. & Filho, L. G. F. (2018). Um trem movido pela força gravitacional. *Revista Brasileira em Ensino de Física*, 40(3), e3302-1-e3302-7. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0305>.

Arthury, L. H. M. & Terrazzan, E. A. (2018). A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação. *Revista Brasileira em Ensino de Física*, São Paulo, 40(3), e3403-1-e3403-21. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0233>.

Assis, A. & Teixeira, O. P. B. (2007). Dinâmica Discursiva e o ensino de física: análise de um episódio de ensino envolvendo o uso de um texto alternativo. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, 9(2), 205-221. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090204>.

Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.

Baldow, R. & Silva, A. P. T. B. (2014). Galileu, Kepler e suas descobertas: análise de uma peça teatral vivenciada com estudantes do ensino fundamental e médio. *Experiências em Ensino de Ciências*. 9(2), 45-68. Recuperado de https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID242/v9_n2_a2014.pdf

Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Educação é a Base. Ensino Médio. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME.

Cohen, I. B. (1983). *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*. Madrid: Alianza Editorial.

Cohen, I. B. (1988). *O nascimento de uma nova Física*. Lisboa: Gradiva.

Costa, F. E. M. (2018). Compreendendo o Universo numa Perspectiva Newtoniana. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40(2), e2308-1-e2308-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0214>.

Dias, P. M. C., Santos, W. M. S. & Souza, M. T. M. A. (2004). Gravitação Universal: um texto para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. São Paulo, 26(3), 257-271. Recuperado de https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1806-11172004000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=pt.

Drummond, J. M. H. F., Nicácio, J. D. S., Skeete Jr, A. W., Silva, M. M. & Câmara, A. T. A.; Bezerra, F. V. (2015). Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, 32(1), 99-141. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v32n1p99>.

Fortes, E. C. F. S., Azevedo, F. & Kolland, M. (2018). Desvendando o Endereço Físico do Telescópio James Webb. *Revista Brasileira em Ensino de Física*, 40(3), e3306-1-e3306-8 DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0314>.

Gatti, S. R. T., Nardi, R. & Silva, D. (2010). História da ciência no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 15(1), 7-59. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/314>.

Gomes, F. H. F., Caetano, E. W. S. & Alves, F. R. V. (2017). O uso de mapas conceituais no ensino de física. *#Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia*, Canoas, 6(1), 1-17 DOI: <https://doi.org/10.35819/tear.v6.n1.a2046>.

Hoffmann, D. M & Gardelli, D. (2013). *Gravitação Universal: Estratégias para seu estudo*. In. PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. *Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE*. Cadernos PDE.

Kitchenham, B. A. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Tech. Report TR/SE-0401, Keele University.

Machado, D. I. & Santos, P. L. V. A. C. (2004). Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação. *Ciência & Educação*. Bauru, 10(1), 75-100. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000100006>.

Matthews, M. R. (1995). História, Filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. In: *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3),164-214.

Mosley, M. & Lynch, J. (2011). *Uma história da Ciência: experiência, poder e paixão*. Rio de Janeiro: Zahar.

Paraná. Secretaria de Estado da Educação. (2008). *Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física*. Curitiba: SEED.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, RS: UFSM, NTE.

Pires, M. A. & Veit, E. A. (2006). Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. São Paulo, 28(2), 241-248. Recuperado de <http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/050903.pdf>.

Porto, C. M. & Porto, M. B. D. S. M. (2008). A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. *Revista Brasileira em Ensino de Física*, 30(4), 4601.1-4601.9. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172008000400015>.

Rodrigues, E. V, Zimmermann, E. & Hartmann, A. M. (2012). Lei da gravitação universal e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia. *Ciência & Educação*. Bauru, 18(3), 503-525. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000300002>.

Sampaio, P. A. S. R & Coutinho, C. M. F. P. (2012). Ensinar Matemática com TIC: Em busca de um Referencial Teórico. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 46(2), 91-109. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-8614_46-2_5.

Soares, R. G. & Amorim, H. S. (2020). Um marégrafo ultrassônico baseado na placa Arduino para investigação do fenômeno das marés. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(2), 925-943. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p925>.

Tavares, C. V. F, Oliveira, A. F & Moita, F. M. G. (2018). Screencast no ensino de física, numa abordagem sobre o conteúdo da lei gravitacional universal. *Experiências em Ensino de Ciências*. 13(5), 189-203. Recuperado de https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID534/v13_n5_a2018.pdf.

Teixeira, A. S., Xavier, K. S. & Damasio, F. (2017) O ensino de e sobre ciência por meio da série de ficção científica jornada nas estrelas. *Experiências em Ensino de Ciências*, 12(5), 1-33. Recuperado de https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID377/v12_n5_a2017.pdf.

Teixeira, E. S., Peduzzi, L. O. Q. & Junior, O. F. (2010). Os caminhos de Newton para a Gravitação Universal: Uma revisão do debate historiográfico entre Cohen e Westfall. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, 27(2), 215-254.

Westfall, R. S. (1971). *Force in Newton's Physics*. London: MacDonald; New York: American Elsevier.

Westfall, R. S. (1995). *A vida de Isaac Newton*. Tradução: Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

Xavier, C. H. G., Passos, C. M. B., Freire, P. T.C. & Coelho, A. A. (2010). O uso do cinema para o ensino de física no Ensino Médio. *Experiências em Ensino de Ciências*. 5(2), 93-106. Recuperado de https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID111/v5_n2_a2010.pdf.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Danúbia Damiana Santos Bonfim – 50%

William Junior do Nascimento – 50%