



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO
PARANÁ**

Campus Cornélio Procópio

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO**

DANÚBIA DAMIANA SANTOS BONFIM

**OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE
FÍSICA: PROPOSTAS DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA**

DANÚBIA DAMIANA SANTOS BONFIM

**OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE
FÍSICA: PROPOSTAS DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Orientador: Prof. Dr. William Júnior do Nascimento

CORNÉLIO PROCÓPIO – PR
2019

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

B713t Bonfim, Danúbia Damiana Santos
Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Física:
propostas de sequências didáticas para a Educação
Básica / Danúbia Damiana Santos Bonfim; orientador
William Júnior do Nascimento - Cornélio Procópio,
2019.
131 p. :il.

Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade
Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências
Humanas e da Educação, Programa de Pós-Graduação em
Ensino, 2019.

1. Três Momentos Pedagógicos. 2. Ensino de Física.
3. Cinemática. 4. Gravitação Universal. 5.
Dialogicidade. I. Nascimento, William Júnior do ,
orient. II. Título.

DANÚBIA DAMIANA SANTOS BONFIM

**OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE
FÍSICA: PROPOSTAS DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Após realização de Defesa Pública o trabalho foi considerado:

APROVADO

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. William Júnior do Nascimento
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Prof(a). Dr(a). Hercília Alves Pereira de Carvalho
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Prof(a). Dr(a). Priscila Carozza Frasson Costa
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Cornélio Procópio, 22 de fevereiro de 2019.

Dedico este trabalho ao meu pai Paulo,
à minha mãe Maria Aparecida e ao meu
irmão Alexandre, pois sem eles, nada
teria sido possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço infinitamente aos meus pais por estarem presentes em todas as etapas da minha vida. Sempre aconselhando, apoiando e incentivando minhas decisões. Vocês são a minha base.

Agradeço especialmente ao meu irmão Alexandre Bonfim, por me ajudar nas buscas dos vídeos utilizados no Produto Educacional e, por muitas vezes, ter sido meu “Uber” nesse período do Mestrado. Essa Dissertação também é sua.

Ao meu orientador, Prof. Dr. William Júnior do Nascimento, por toda paciência, dedicação, responsabilidade, profissionalismo e conhecimentos compartilhados.

Aos membros da banca examinadora, Prof^a Dra. Hercília Alves Pereira de Carvalho e Prof^a Dra. Priscila Carozza Frasson Costa, pelas valiosas contribuições para o desenvolvimento desse trabalho. À Prof^a Hercília, agradeço ainda por colaborar na validação do Produto Educacional.

À professora Lucélia Oliveira, que tão gentilmente cedeu suas aulas para implementação do Produto Educacional, contribuindo ainda na sua validação.

Aos estudantes do 3º ano da Formação de Docentes (2017) e a turma do 1º A (2018), do Colégio Estadual Paulina Pacífico Borsari do município de Rancho Alegre/PR, por participarem e colaborarem para o desenvolvimento da pesquisa.

Enfim, agradeço aos meus colegas da segunda turma do PPGEN-UENP (2017) pela amizade e apoio, e a todos os professores e funcionários do Programa que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

“Nós sempre vamos ter a ciência conosco. Algumas coisas vão desaparecer, mas sempre vai haver ciência, engenharia e tecnologia. E sempre, sempre vai haver matemática. Tudo é física e matemática”
(Katherine Johnson).

BONFIM, Danúbia Damiana Santos. **Os Três Momentos Pedagógicos no Ensino de Física**: propostas de sequências didáticas para a educação básica. 2019. 131 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional em Ensino) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2019.

RESUMO

O presente trabalho procurou compreender de que forma a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) pode contribuir para o ensino de Física na Educação Básica. Para tal, produzimos como Produto Educacional, duas propostas de sequências didáticas que vislumbrasse as possibilidades dessa metodologia no desenvolvimento de conceitos de Cinemática e Gravitação Universal no Ensino Médio. Assim, buscando obter respostas frente a problemática levantada, organizamos o trabalho no formato *multipaper*, sendo elaborados cinco artigos. No primeiro artigo, investigamos por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura, o que pesquisadores da área de ensino têm produzido sobre a abordagem da Gravitação Universal na Educação Básica, na qual analisamos artigos publicados nos períodos de 2000 a abril de 2018, em periódicos nacionais de Ensino de Ciências/Física, de índices restritos A1, A2 e B1. No segundo, investigamos por meio de uma análise documental, o conteúdo de Gravitação Universal em doze livros didáticos de Física recomendados pelo Programa Nacional de Livro Didático – PNLD/2018, com o objetivo de investigar as estratégias de ensino sugeridas para a abordagem inicial de conteúdo, bem como as propostas de atividades adotadas, além das sugestões quanto ao uso de recursos tecnológicos, de literatura e artigos científicos. No terceiro, novamente nos apropriamos de uma Revisão Sistemática de Literatura com a finalidade de observar como a metodologia dos 3MP vem sendo abordada e discutida no Ensino de Física. Para tanto, analisamos trabalhos produzidos nos períodos de 2007 a 2017, disponíveis no banco de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT e em periódicos exclusivamente nacionais da área de Ensino de estratos restritos A1, A2 e B1. No quarto artigo, elaboramos a primeira proposta de sequência didática, sendo implementada com doze estudantes do 3º ano de Formação de Docentes da Educação Básica, com a finalidade de avaliar a aplicabilidade dos 3MP no desenvolvimento do conteúdo velocidade escalar média na disciplina de Física, nos permitindo reconhecer as características elucidadas por essa abordagem metodológica. Enfim, no quinto artigo, apresentamos a segunda proposta de sequência didática estruturada nos 3MP visando o desenvolvimento do conteúdo de Gravitação Universal na Educação Básica, sendo avaliada em uma turma de estudantes do 1º ano do Ensino Médio de um colégio estadual do norte do Paraná. Como resultado, percebemos por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), que a postura dialógica do professor aliada ao de uso vídeos, tais como cenas de filmes e reportagens, incentivaram os estudantes a participarem mais ativamente das aulas, conseqüentemente, despertando curiosidade sobre o tema abordado e viabilizando a aprendizagem.

Palavras-chave: Três Momentos Pedagógicos. Ensino de Física. Cinemática. Gravitação Universal. Dialogicidade.

BONFIM, Danúbia Damiana Santos Bonfim. **The Three Pedagogical Moments in Physics Teaching: proposals for didactic sequences for basic education.** 2019. 131 f. Dissertation - Graduation Program in Teaching (Professional Master in Teaching) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procopio, 2019.

ABSTRACT

The present work sought to understand how the methodological approach of the Three Pedagogical Moments (3MP) could contribute to the teaching of Physics in Basic Education. For this, we produced as Educational Product, two proposals of didactic sequences that glimpsed the possibilities of this methodology in the development of concepts of Kinematics and Universal Gravitation in High School. Thus, in order to obtain answers to the problematic raised, we organized the work in the multipaper format, being elaborated five articles. In the first article, we investigated through a Systematic Review of Literature, what educational researchers have produced on the approach of Universal Gravitation in Basic Education, in which we analyze articles published from 2000 to April 2018 in national journals of Science / Physics Teaching, of restricted indexes A1, A2 and B1. In the second, we analyzed, through a documentary analysis, the contents of Universal Gravitation in twelve textbooks of Physics recommended by the National Program of Didactic Book - PNLD / 2018, with the objective of investigating the teaching strategies suggested for the initial content approach, as well as the proposals of activities adopted, besides the suggestions regarding the use of technological resources, literature and scientific articles. In the third, we again approve a Systematic Review of Literature with the purpose of observing how the methodology of the 3MP has been approached and discussed in the Teaching of Physics. To do so, we analyze works produced from 2007 to 2017, available in the database of the Digital Library of Theses and Dissertations of IBICT and in exclusively national journals of the area of Education of restricted strata A1, A2 and B1. In the fourth article, we elaborated the first proposal of a didactic sequence, being implemented with twelve students of the 3rd year of Basic Education Teacher Training, with the purpose of evaluating the applicability of the 3MP in the development of the content medium scalar velocity in the discipline of Physics, in the allowing to recognize the characteristics elucidated by this methodological approach. Finally, in the fifth article, we present the second proposal of structured didactic sequence in the 3MP aiming at the development of the contents of Universal Gravitation in Basic Education, being evaluated in a class of students of the 1st year of High School of a state college of the north of Paraná. As a result, we realized through the Discursive Textual Analysis (ATD) that the teacher's dialogical posture allied to use videos, such as movie scenes and reports, encouraged the students to participate more actively in the classes, thus arousing curiosity about the theme and making learning possible.

Keywords: Three Pedagogical Moments. Physics Teaching. Kinematics. Universal Gravitation. Dialogicity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 5 Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Gravitação Universal: uma sequência didática para o ensino médio

Figura 1 – Categorias e unidades prévias de análise105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Organização da Dissertação em formato multipaper..... 17

Capítulo 2 Estratégias de ensino sugeridas no conteúdo de Gravitação Universal: uma análise nos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD/2018

Quadro 1 – Especificações dos livros didáticos analisados 41

Quadro 2 – Critérios adotados para análise do conteúdo de Gravitação Universal nos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD/2018 42

Quadro 3 – Análise dos livros didáticos referente a abordagem inicial do conteúdo de Gravitação Universal 43

Quadro 4 – Análise dos livros didáticos referente as propostas de atividades sugeridas no conteúdo de Gravitação Universal 49

Quadro 5 – Análise dos livros didáticos referente aos recursos tecnológicos sugeridos no conteúdo de Gravitação Universal 54

Quadro 6 – Análise dos livros didáticos referente ao uso de literatura e/ou artigos científicos no conteúdo de Gravitação Universal..... 56

Capítulo 3 Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Física: uma Revisão Sistemática de Literatura

Quadro 1 – Identificação dos trabalhos selecionados que abordam a metodologia dos 3MP voltada à Educação Básica, de acordo com os dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT 67

Quadro 2 – Identificação dos trabalhos selecionados que abordam a metodologia dos 3MP voltada à Educação Básica, de acordo com os periódicos exclusivamente nacionais de versão on-line, da área de Ensino de estratos restritos A1, A2 e B1 ... 68

Capítulo 4 A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no estudo de Velocidade Escalar Média

Quadro 1 – Síntese das etapas dos Três Momentos Pedagógicos: Estudo da Velocidade Escalar Média	86
Quadro 2 – Atividade 1	88

Capítulo 5 Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Gravitação Universal: uma sequência didática para o ensino médio

Quadro 1 – Síntese da sequência didática: Os Três momentos pedagógicos no ensino de Gravitação Universal	100
Quadro 2 – Análise da Categoria – Curiosidade.....	106
Quadro 3 – Análise da Categoria – Postura dialógica do professor.....	107
Quadro 4 – Análise da Categoria – Uso de vídeos como recurso didático.....	108
Quadro 5 – Análise da Categoria – História da Ciência.....	110
Quadro 6 – Critérios de análise para as respostas da questão (Q1) da atividade Leis do Movimento Planetário referente à Categoria – Aplicação das Leis de Kepler	111
Quadro 7 – Análise da Categoria – Aplicação das Leis de Kepler.....	112
Quadro 8 – Análise da Categoria – Aplicação da Lei da Gravitação Universal.....	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3MP	Três Momentos Pedagógicos
ATD	Análise Textual Discursiva
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C&I	Ciências & Ideias
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENCITEC	Ensino de Ciências e Tecnologias em Revista
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EENCI	Experiências em Ensino de Ciências
GLD	Guia do Livro Didático
GU	Gravitação Universal
GRF	Grupo de Reelaboração do Ensino de Física
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IENCI	Investigações em Ensino de Ciências
JWST	James Webb Satellite Telescope
LABVIRT	Laboratório didático virtual
LD	Livro didático
MEC	Ministério da Educação
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PNBP	Programa Nacional Biblioteca do Professor
PROEJA	Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos
PNLD	Programa Nacional de Livro Didático
RBEF	Revista Brasileira de Ensino de Física
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
SD	Sequência Didática
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UA	Unidades Astronômicas
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	15
1	O ENSINO DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA REFLEXÃO A PARTIR DE PESQUISAS BRASILEIRAS.....	23
2	ESTRATÉGIAS DE ENSINO SUGERIDAS NO CONTEÚDO DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL: UMA ANÁLISE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA RECOMENDADOS PELO PNLD/2018.....	37
3	OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	62
4	A ABORDAGEM DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ESTUDO DE VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA	80
5	OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO ..	96
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	126
	REFERÊNCIAS	128
	ANEXOS	130
	ANEXO A – Termo de consentimento e Termo de assentimento	130

INTRODUÇÃO

Considerando nossas experiências, antes como estudantes, e atualmente como professores e pesquisadores, podemos notar que a Física estudada no Ensino Médio, apresenta-se geralmente rotulada como uma disciplina escolar difícil, complexa e conseqüentemente, pouco atraente. Uma vez que seu ensino geralmente se restringe a métodos obsoletos, que enfatizam somente a mecanização e memorização de fórmulas matemáticas, raramente se preocupando em explicar o porquê de suas aplicações.

Durante os meus seis anos de experiência em sala de aula, frequentemente presenciei as dificuldades dos estudantes frente à disciplina, muitas vezes associada à formalização matemática, mas principalmente em relação à interpretação e reflexão dos conteúdos estudados. Além disso, a falta de participação dos estudantes durante as aulas, contribuíram para que eu repensasse minha prática de ensino. Diante dessa inquietação, vislumbrei no presente Programa de Pós-Graduação em Ensino, a oportunidade de estudar práticas e métodos de ensino que facilitassem o encaminhamento da disciplina na Educação Básica, buscando um ensino de Física mais contextualizado e conseqüentemente presente no cotidiano dos estudantes.

No decorrer da disciplina de Abordagens e Tendências Metodológicas de Ensino, ofertada no 1º semestre de 2017 do programa, observei que, entre as diversas metodologias e estratégias didáticas estudadas, a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), apresentou-se como um potencial recurso metodológico para o desenvolvimento de aulas mais articuladas com as situações vivências dos estudantes.

Organizada inicialmente por Delizoicov e Angotti (1991) e ampliada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a denominada dinâmica dos 3MP propõem que o encaminhamento de um tema ou conteúdo em sala de aula, obedeça três etapas: a **Problematização inicial**, momento em que questões são levantadas para discussão com estudantes, viabilizando a ligação do conteúdo trabalhado com situações do cotidiano dos mesmos; a **Organização do Conhecimento**, etapa na qual o professor faz uso de uma diversidade de atividades, visando a compreensão do conteúdo estudado; e a **Aplicação do Conhecimento**, fase em que são abordados sistematicamente os conhecimentos apreendidos pelos estudantes, possibilitando

que interpretem e reflitam tanto as situações elencadas na problematização inicial, como outras que emergiram no decorrer do processo, mas que podem ser explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991).

Tais características nos motivaram a investigar as potencialidades dessa abordagem metodológica em sala de aula, mais precisamente no desenvolvimento dos conceitos de Cinemática e de Gravitação Universal, ambos geralmente propostos no primeiro ano do Ensino Médio da Educação Básica.

O estudo da Cinemática é um dos primeiros conteúdos de Física apresentados aos estudantes do Ensino Médio. Todavia, segundo Neto (2016, p.11), observa-se uma notável dificuldade no aprendizado desses conceitos, pois na maioria das vezes, os estudantes não conseguem “relacionar situações do seu cotidiano com o estudo da cinemática como apresentada em sala em aula, e tampouco com outras disciplinas escolares”.

Em relação aos conceitos de Gravitação Universal, percebe-se que apesar de ser um conteúdo importante para a ampliação dos conhecimentos científicos dos estudantes, de acordo com Pires e Veit (2006), devido a reduzida carga horária da disciplina de Física, esse conteúdo acaba perdendo espaço para outros “mais importantes”.

Entendemos que trabalhar todos os componentes previstos nos currículos em duas aulas semanais de Física nas escolas estaduais do Paraná, apresenta-se como um desafio, porém, acreditamos que delegar um momento do planejamento para a abordagem do tema, colaborará para que o estudante compreenda melhor o mundo em que vive.

Contemplados tanto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (2000) como nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física do Paraná (2008), e atualmente, compreendidos na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (2018), como um dos objetos de estudo das competências específicas exigidas na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias da Educação Básica, o estudo Cinemática possibilita que o estudante conheça e descreva vários tipos de movimentos presentes em seu cotidiano. Da mesma maneira, o conteúdo de Gravitação Universal, por se tratar de uma das interações fundamentais da natureza, permite que os estudantes interpretem sua própria realidade cotidiana (PIRES; VEIT, 2006).

Nesse contexto, o presente trabalho busca compreender: *de que forma a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos pode contribuir para o ensino de Física na Educação Básica?*

Diante dessa problemática, o objetivo geral do trabalho versa em **compreender as possibilidades da abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos para o desenvolvimento de conceitos de Física no Ensino Médio.**

Dessa maneira, buscando obter respostas frente à problemática suscitada, organizamos o trabalho no formato *multipaper*, termo este, utilizado para referenciar a compilação de múltiplos artigos.

Para tal, elaboramos cinco artigos, na qual dois já foram publicados em periódicos qualificados pelo estrato *Qualis* da área de Ensino da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e três encontram-se em avaliação e/ou em processo de submissão.

No Quadro 1, apresentamos sucintamente os objetivos e os procedimentos metodológicos empregados em cada artigo produzido.

Quadro 1. Organização da Dissertação em formato *multipaper*.

Continua

Problemática		
De que forma a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos pode contribuir para o ensino de Física na Educação Básica?		
Artigos	Objetivo da Pesquisa	Procedimento Metodológico
Artigo 1	Investigar o que pesquisadores da área de ensino têm produzido sobre a abordagem da Gravitação Universal na Educação Básica, sendo analisados artigos publicados nos períodos de 2000 a abril de 2018, em periódicos nacionais de Ensino de Ciências/Física, de índices restritos A1, A2 e B1, e que abordavam a temática “Gravitação”.	Revisão Sistemática de Literatura
Artigo 2	Investigar se os livros didáticos de Física, recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2018 sugerem estratégias de ensino diversificadas para o desenvolvimento do conteúdo de Gravitação Universal.	Análise Documental

Artigo 3	Investigar como a metodologia dos 3MP vem sendo abordada e discutida no ensino de Física na Educação Básica. Para tanto, analisamos trabalhos produzidos no período de 2007 a 2017, disponíveis no banco de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT e em periódicos exclusivamente nacionais da área de Ensino de estratos restritos A1, A2 e B1, e que que apresentavam a palavra-chave “Três Momentos Pedagógicos”.	Revisão Sistemática de Literatura
Artigo 4	Avaliar a intervenção de uma proposta de sequência didática fundamentada na metodologia dos 3MP visando o desenvolvimento de conceitos de Cinemática no Ensino Médio.	Relato de experiência
Artigo 5	Analisar a intervenção de uma proposta de sequência didática estruturada nos 3MP, visando o desenvolvimento de conceitos de Gravitação Universal no Ensino Médio.	Análise Textual Discursiva

Fonte: os autores (2018).

No primeiro artigo, apresentado no **Capítulo 1**, investigamos o que pesquisadores da área de ensino têm produzido sobre a abordagem da Gravitação Universal na Educação Básica. Para tal, realizamos uma Revisão Sistemática de Literatura em artigos publicados nos períodos compreendidos entre 2000 a abril de 2018, em periódicos nacionais de Ensino de Ciências/Física, de índices restritos A1, A2 e B1, nos permitindo explorar as abordagens e estratégias de ensino sugeridas para o encaminhamento do tema no Ensino Médio.

Em um segundo artigo, apresentado no **Capítulo 2**, analisamos por meio de uma análise documental, o conteúdo de Gravitação Universal em doze livros didáticos de Física recomendados pelo Programa Nacional de Livro Didático – PNLD/2018, com o objetivo de investigar as estratégias de ensino sugeridas para a abordagem inicial de conteúdo, bem como as propostas de atividades adotadas, além das sugestões quanto ao uso de recursos tecnológicos, de literatura e artigos científicos. Em consequência, nos fornecendo subsídios para a produção de uma sequência didática.

Para a elaboração do terceiro artigo, apresentado no **Capítulo 3**, novamente nos apropriamos de uma Revisão Sistemática de Literatura com a finalidade de observar como a metodologia dos 3MP vem sendo abordada e discutida

no Ensino de Física. Para tanto, analisamos trabalhos disponíveis no banco de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT e em periódicos exclusivamente nacionais da área de Ensino de estratos restritos A1, A2 e B1, no período de 2007 a 2011, os quais traziam em seu escopo publicações de trabalhos que propunham a presente metodologia para o desenvolvimento de aulas de Física, nos possibilitando identificar as potencialidades dessa abordagem metodológica no Ensino Médio.

Fundamentados nesses três artigos produzidos, construímos duas propostas de Sequências Didáticas (SD): a primeira visando o estudo de velocidade escalar média, e a segunda, almejando o ensino de Gravitação Universal. Ambas estruturadas na metodologia dos 3MP propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) e nas bases teóricas de Zabala (1998), buscando explorar o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais no ensino de Física.

De acordo com Zabala (1998), os conteúdos conceituais referem-se ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns, visando a compreensão, interpretação e construção de ideias dos estudantes. Enquanto que os procedimentais são “um conjunto de ações ordenadas e com um fim, quer dizer, dirigidas para a realização de um objetivo. São conteúdos procedimentais: ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, saltar, inferir, espetar, etc.” (ZABALA, 1998, p. 43). Em contrapartida, os conteúdos atitudinais contemplam valores, atitudes e normas, implicando na reflexão e na tomada de decisões dos estudantes (ZABALA, 1998).

Logo, no quarto artigo, apresentado no **Capítulo 4**, elaboramos a primeira proposta de sequência didática, sendo implementada com doze estudantes do 3º ano de Formação de Docentes da Educação Básica, na qual buscamos avaliar a aplicabilidade dos 3MP no desenvolvimento do conteúdo velocidade escalar média em consonância à educação no trânsito. Conseqüentemente, nos permitindo reconhecer as características elucidadas por essa abordagem metodológica.

Com base nas possibilidades evidenciadas pela abordagem dos 3MP nos artigos produzidos, bem como nos recursos e estratégias de ensino sugeridos nos livros didáticos analisados, procedemos à construção da segunda proposta de sequência didática que visasse o ensino de Gravitação Universal.

Dessa forma, no quinto e último artigo, apresentado no **Capítulo 5**, analisamos a intervenção da segunda proposta de SD, realizada com estudante do 1º ano do Ensino Médio de um colégio estadual do Norte Paraná, com o objetivo investigar as potencialidades da abordagem metodológica dos 3MP em sala de aula, mais precisamente no desenvolvimento do conteúdo de Gravitação Universal na Educação Básica.

Por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiuzzi (2011), percebemos que a postura dialógica do professor aliada com o uso vídeos, tais como cenas de filmes e reportagens, incentivam os estudantes a participarem mais ativamente das aulas, conseqüentemente, despertando curiosidade sobre o tema abordado e viabilizando a aprendizagem.

Para a primeira SD, elaboramos sete aulas que contemplassem os respectivos conteúdos de aprendizagem de Zabala (1998), empregando reportagens de jornais, textos, vídeos e resolução de problemas como recursos didáticos. Da mesma forma, para a segunda SD, planejamos oito aulas para seu desenvolvimento, utilizando em geral textos e vídeos como recursos didáticos, mas principalmente o uso da dialogicidade em sala de aula

Na perspectiva de Freire (1996):

A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. O que importa é que o professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos (FREIRE, 1996, p. 33).

Fundamentados nessa concepção, procuramos desenvolver propostas de seqüências didáticas que incentivassem a dialogicidade nas aulas de Física. Logo, para a primeira SD, procuramos estimular a discussão inicial do tema, distribuindo aos estudantes, manchetes de jornais sobre acidentes de trânsito, com a finalidade de levantar questionamentos sobre a temática.

Para trabalhar a sistematização do conhecimento, aplicamos atividades que possibilitassem ao estudante, reconhecer a aplicação da velocidade escalar média em situações do cotidiano. Além de utilizar um texto sobre o funcionamento de radares e o vídeo *E se você fosse convidado para o seu próprio*

*funeral?*¹ Com duração de 3:43 min, desenvolvido pelo Instituto Belga de Segurança no Trânsito, que busca conscientizar os motoristas dos perigos da alta velocidade e da imprudência no trânsito.

Na segunda SD, sugerimos nas três etapas dos Momentos Pedagógicos da SD o uso vídeos como um meio de estimular a participação e a curiosidade dos estudantes pela temática proposta. Assim, com base nas propostas pedagógicas de Moran (1995) sobre a uso adequado de vídeos em sala de aula, agregamos na produção da SD, os seguintes tipos de vídeos:

Vídeo como sensibilização: são aqueles vídeos utilizados para introduzir um conteúdo, estimulando a curiosidade do estudante pelo assunto.

Vídeos como simulação: são vídeos que apresentam experiências que seriam perigosas ou difíceis de serem realizadas em laboratórios e/ou salas de aula.

Vídeos de conteúdo de ensino: são aqueles vídeos que permitem a apresentação de um assunto de forma direta ou indireta. Ou seja, podem divulgar somente a abordagem de um tema específico, ou viabilizar uma articulação com outros temas.

Vídeo como integração/suporte de outras mídias: são vídeos que se apropriam de outras mídias, como filmes, documentários, programas ou reportagens de televisão, etc. (MORAN, 1995, p. 30-31).

Para a SD, sugerimos como vídeos de sensibilização, bem como de integração/suporte de outras mídias, uma cena editada do filme *Transformers: O Lado Oculto da Lua*² de 2011, com 04:29 min de duração, que apresenta o lançamento da Apollo 11 à Lua, no ano de 1969, possibilitando o levantamento de questões e discussões sobre a cena apresentada.

Como vídeos de conteúdo de ensino propusemos o vídeo *Galileu Galilei, o pai da ciência moderna*³, de duração de 4:19 min, que faz uma ressalva sobre o modelo cosmológico de Aristóteles e Copérnico, mas principalmente, apresenta como Galileu contribuiu para a consolidação do heliocentrismo. Assim como o vídeo *Gravitação – parte 2*⁴, de duração 2:16 min, que detalha especificadamente as três leis de Kepler, ambos disponíveis na plataforma de compartilhamento de vídeos do *YouTube*, contribuindo para a construção de conhecimentos dos estudantes.

¹ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=-Yo9t3waAzQ>>

² Disponível em <<https://1drv.ms/v/s!AI49YCgYceWFbepNeCRHeYLwsQg>>

³ Disponível em <<https://youtu.be/vKoHI92TLRY>>

⁴ Disponível em <<https://youtu.be/WDzu0b2-NcE>>

Como vídeo de simulação sugerimos o vídeo editado de *Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber - Human Universe*⁵, de duração 3:20, que mostra uma experiência referente a ação da força gravitacional agindo em uma bola de boliche e em um conjunto de penas na maior câmara de vácuo do mundo, denominada *Facility Space Power*, localizada em Ohio nos Estados Unidos, destinada para testes e experiências da NASA, possibilitando que os estudantes observem uma experiência que seria praticamente impossível de ser realizada em sala de aula.

Ademais, como vídeo de integração/suporte de outras mídias, propusemos duas reportagens do programa *Fantástico*, da Rede Globo. A primeira reportagem exibida em 2017⁶ referente ao filme *Estrelas além do tempo* de 2016, com duração de 4:11 min, aborda sobre a história real de três cientistas negras que contribuíram para que o homem chegasse à Lua, possibilitando que os estudantes percebessem que além das contribuições de todos os cientistas estudados durante a SD, os cálculos de lançamento e pouso de cápsulas espaciais desenvolvidos por uma dessas cientistas contribuiriam para que em 1961, fosse estabelecida a trajetória para a viagem do segundo homem ao espaço e posteriormente, em 1969, o sucesso da missão Apollo 11.

A outra reportagem com o vídeo *Chegada do homem à Lua não foi uma farsa*⁷, de 4:17 min, exibido em 2009, evidencia provas de que o homem realmente chegou à Lua, desmentindo conspirações sobre o fato e contribuindo para que os estudantes compreendessem algumas características sobre o referente corpo celeste.

Para a elaboração dos textos e atividades propostas na SD, nos fundamentamos em produções científicas publicadas na área de ensino sobre a temática, bem como nas estratégias de ensino propostas nos livros didáticos de Física, presentes nas obras de Guimarães, Piqueira e Carron (2016), Barreto e Xavier (2016), Bonjorno et al. (2016), Fukui et al. (2016), Máximo, Alvarenga e Guimarães (2016) entre outros, as quais foram analisadas e adaptadas conforme o objetivo de cada aula. A seguir, apresentamos o desenvolvimento e os resultados dos cinco artigos que compõem a investigação da presente Dissertação.

⁵ Disponível em < <https://1drv.ms/v/s!AI49YCgYceWFFaZ0scT-14OcZ2C8> >

⁶ Disponível em < <https://1drv.ms/v/s!AI49YCgYceWFFam-yUPzulboYMX8> >

⁷ Disponível em < <https://1drv.ms/v/s!AI49YCgYceWFFa443X8zXpeAGKDU> >

1 O ENSINO DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA REFLEXÃO A PARTIR DE PESQUISAS BRASILEIRAS⁸

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 de literatura em 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, História da Ciência, entre outros, fornecendo subsídios à produção de novas pesquisas.

Palavras-chave: Revisão de literatura, Gravitação Universal, estratégias pedagógicas, Educação Básica, ensino médio.

THE TEACHING OF UNIVERSAL GRAVITATION IN BASIC EDUCATION: A REFLECTION FROM BRAZILIAN RESEARCH

Abstract: This article aims to investigate what researchers in the field of education have produced about the approach of Universal Gravitation in Basic Education. Therefore, a literature review was carried out in articles that discussed the theme, in order to develop 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 subject in Basic Education. In spite of the small number of articles found on the subject, the essays analyzed here suggest a diversity of alternatives for the subject of Gravitation, such as the use of texts, films, videos, images, virtual learning environments, History of Science, among others, providing subsidies for the production of new research.

Keywords: Literature review, Universal Gravitation, pedagogical strategies, Basic Education, high school.

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,

⁸ Artigo submetido e em processo de avaliação na Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia – RBECT, desde 04 jun. 2018.

não é por coincidência que seu ensino se encontra presente nos currículos educacionais do Ensino Médio, sendo proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (2000), pelas Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná (2008) e atualmente contemplado como um dos objetos de estudo das competências obrigatórias na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias da Educação Básica da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (2018).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (2000), o Ensino de Física na Educação Básica é organizado em seis temas estruturadores. É no tema estruturador Universo, Terra e Vida, que o estudante compreenderá as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, a fim de se explicar os aspectos do movimento do sistema planetário, de cometas, naves e satélites. Nesse sentido, espera-se que o estudante, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar (BRASIL, 2000).

O mesmo é sustentado pelas Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná (2008), que estabelecem três conteúdos estruturantes para o Ensino de Física na Educação Básica: movimento, termodinâmica e eletromagnetismo.

É no conteúdo estruturante Movimento, que o tema de Gravitação é abordado, com o propósito de que o estudante compreenda a Lei da Gravitação Universal como uma construção científica que unificou a compreensão dos fenômenos celestes e terrestres, cujo resultado sintetiza uma concepção de espaço, matéria e movimento, desde os primeiros estudos sobre a natureza até Isaac Newton (PARANÁ, 2008).

Dessa maneira, de acordo com Caderno de Expectativas de Aprendizagem (2012, p. 49), espera-se com o ensino de Gravitação, que o estudante: compreenda o movimento dos planetas em torno do sol, interpretando-os através de leis empíricas, as leis de Kepler; entenda o peso de um corpo como uma força de atração gravitacional que depende da localização desse corpo, mas que essa força não é uma propriedade do corpo; diferencie as grandezas físicas peso e massa, bem como suas unidades de medida; compreenda a Lei da Gravitação Universal como uma síntese clássica que unifica os fenômenos celestes e terrestres, associando-a com as leis de Kepler; compreenda a relação da força peso com a aceleração gravitacional

da Terra e interprete os movimentos de objetos celestes, naturais ou artificiais, com a atração entre massas, através da Lei da Gravitação Universal; além de identificar, do ponto de vista da física clássica, a massa gravitacional, diferenciando-a da massa inercial.

Além desses fatores, o estudo da Gravitação deverá principalmente desempenhar uma abordagem teórico-metodológica que considere o cotidiano, as concepções dos estudantes e a história da evolução dos conceitos e ideias em Física como possíveis pontos de partida para problematizações (PARANÁ, 2008).

No âmbito escolar, o conteúdo de Gravitação 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, acaba não sendo estudado (PIRES; VEIT, 2006). Ademais, afirmaram que 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 um grande domínio dos professores sobre o tema. 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 desenvolvimento do 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 Literatura 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, especificadamente no estudo de Gravitação. Além disso, buscou-se explorar de que maneira trabalhos desenvolvidos no Ensino Superior podem contribuir para desenvolvimento do tema na Educação Básica.

Materiais e Métodos

Tendo como referência a proposta de Revisão Sistemática de Literatura desenvolvida por Kitchenham (2004), 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 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 abril de 2018.

Inicialmente, selecionaram-se artigos que abordavam a palavra-chave “Gravitação”, sendo excluídos os que não apresentavam propostas didáticas para o ensino de Física, resultando em um total de 17 artigos. Na sequência, fez-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. Por fim, após a seleção dos artigos publicados, realizou-se a leitura, análise e reflexão da pesquisa desenvolvida.

Resultados e discussão

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). Infelizmente, na maioria dessas seleções, o estudo de Gravitação Universal acaba sendo um dos excluídos do Ensino de Física na Educação Básica.

A fim de reverter essa situação, Pires e Veit (2006) criaram um ambiente virtual de aprendizagem, que proporcionasse uma extensão a 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. Neste sentido, utilizou-se de animações interativas sobre os tópicos trabalhados e informações atualizadas de Física e Astronomia, indo ao encontro das propostas das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (2006), de que o ensino de Física deve estimular o uso adequado dos meios tecnológicos.

De maneira similar, Rodrigues, Zimmermann e Hartmann (2012) utilizaram como material didático recurso multimídia, mais especificamente, o CD, contendo textos, trechos de filmes, vídeos, simulações, etc., além do apoio de uma lousa digital interativa. Além disto, suscitaram as concepções prévias dos estudantes por meio da abordagem temática satélites, sendo discutida 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, relatam que as imagens, os filmes e os textos contidos na multimídia enriquecem, de modo significativo, o conteúdo, facilitando o entendimento dos conceitos de Física (RODRIGUES; ZIMMERMANN; HARTMANN, 2012).

Machado e Santos (2004) avaliaram um software hipermídia destinado ao ensino de Gravitação em turmas do ensino médio na disciplina de Física, constatando, mais uma vez, que as ilustrações, imagens, vídeos e animações por

multimídias permitem que os conteúdos escolares fiquem mais próximos dos 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)

Da mesma forma, 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) concordaram 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 são encontrados nas escolas públicas.

Buscando investigar os conhecimentos prévios sobre Gravitação, de estudantes do curso de Licenciatura em Física, Gomes, Caetano e Alves (2017) utilizaram como instrumento de pesquisa o uso de mapas conceituais, da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel⁹. De acordo com os autores, 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, como por exemplo o uso de ferramentas tecnológicas digitais.

Como forma alternativa para o ensino desse tema no ensino médio, Dias, Santos e Souza (2004) utilizaram um texto sobre a História da Gravitação. Neste sentido, uma abordagem histórica dos conteúdos enriquece o encaminhamento das

⁹ Proposta originalmente em 1963 pelo pesquisador norte-americano David Paul Ausubel (1918 – 2008), a Teoria de Aprendizagem Significativa possui como princípio o que o aluno já sabe, sendo este o fator mais importante que influência na aprendizagem (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

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 (PARANÁ, 2008 *apud* MATTHEWS, 1995). Nessa perspectiva, Rodrigues, Zimmermann e Hartmann (2012, p. 521) ressaltam que “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 utilizando a 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.

Entendem que 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).

Tendo em vista 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 concepções dos licenciandos sobre o tema, bem como a aceitação de novas metodologias.

No entanto, reconheceram a dificuldade de muitos licenciandos 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, compreender a evolução da ciência é essencial para assimilar como esses acontecimentos influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história (BRASIL, 2000). 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 a 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 essas, presentes no cotidiano dos estudantes do século XXI. Por exemplo, ao realizar um estudo sobre o futuro do telescópio *James Webb Satellite Telescope* (JWST), previsto para lançamento em 2019, Fortes, Azevedo e Kolland (2018), utilizaram a Lei da Gravitação de Newton para investigar as forças envolvidas na estimativa de sua posição. Neste sentido, 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 (GU). 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 de Newton 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 GU 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).

Outra possibilidade de abordagem sobre o tema Gravitação foi proposto por Assis e Teixeira (2007), cujos autores analisaram o uso de um texto paradidático como recurso didático-pedagógico em aulas de Física na Educação de Jovens e Adultos (EJA). O texto 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, despertando a curiosidade e o interesse dos estudantes sobre o tema, possibilitando que relacionassem os conteúdos abordados com os seus conhecimentos prévios (ASSIS; TEIXEIRA, 2007).

Da mesma forma, Drummond et al. (2015) também 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.

Como alternativa pedagógica, 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.

De modo geral, os trabalhos aqui analisados sugerem o uso de textos, filmes, vídeos, imagens, ambientes virtuais de aprendizagem, 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, pois frequentemente, acaba sendo 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).

Considerações

O ensino de Física na maioria das escolas públicas enfrenta obstáculos. Como relatado, a reduzida carga horária da disciplina na Educação Básica, 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 Gravitação acabe sendo descartado do planejamento docente, possivelmente, explicando a carência de trabalhos encontrados sobre a temática nessa revisão de literatura.

Apesar do pequeno número de artigos encontrados, os trabalhos aqui analisados sugerem uma diversidade de alternativas para o encaminhamento do conteúdo de Gravitação Universal, como, por exemplo, o uso de abordagem temática, de textos paradidáticos, de trechos de filmes, vídeos, imagens, simulações, ambientes virtuais de aprendizagem, recursos multimídias, História da Ciência, teatro, mapas conceituais e debate historiográfico, fornecendo subsídios à produção de novas pesquisas.

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. Assim, seja por meio de uma abordagem

temática, ou por textos sobre a História da Ciência ou pelo uso da tecnologia, faz-se necessário estimular os questionamentos e argumentações dos estudantes, contribuindo para ampliação de seus conhecimentos sobre o Universo.

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, apresenta-se com um desafio para produção de novas pesquisas.

Referências

ANDRADE, M. A.; FILHO, L. G. F. Um trem movido pela força gravitacional. **Revista Brasileira em Ensino de Física**, vol.40, n.3, e3302, 22 jan. 2018.

ARTHURY, L. H. M.; TERRAZZAN, E. A. A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação. **Revista Brasileira em Ensino de Física**, São Paulo, v.40, n.3, 2018.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. 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, v.9, n.2, p.205-221, dez. 2007.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução de Eva Nick. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BALDOW, R; SILVA, A. P. T. B. Galileu, Kepler e suas descobertas: análise de uma peça teatral vivenciada com estudantes do ensino fundamental e médio. **Experiências em Ensino de Ciências**. V.9, N° 2, 2014.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 2000.

BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

COHEN, I. B. **La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas**. Tradução: Carlos Solís Santos. Madrid: Alianza Editorial, 425p.,1983.

COHEN, I. B. **O nascimento de uma nova Física**. Tradução: Maria Alice Gomes da Costa. Lisboa: Gradiva, 305p.,1988.

COSTA, F. E. M. Compreendendo o Universo numa Perspectiva Newtoniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, nº 2, 2018.

DIAS, P. M. C.; SANTOS, W. M. S.; SOUZA, M. T. M. A Gravitação Universal: um texto para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.26, n.3, p.257-271, 2004.

DRUMMOND, J. M. H. F. et al. Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 1, p. 99-141, abr. 2015.

FORTES, E. C. F. S.; AZEVEDO, F.; KOLLAND, M. Desvendando o Endereço Físico do Telescópio James Webb. **Revista Brasileira em Ensino de Física**, vol.40, n.3, e3306, 18 jan. 2018.

GATTI, S. R. T.; NARDI, R.; SILVA, D. da. 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, v. 15, n. 1, p. 7-59, 2010.

GOMES, F. H. F.; CAETANO, E. W. S.; ALVES, F. R. V. O uso de mapas conceituais no ensino de física. **#Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, Canoas, v.6, n.1, 2017.

HOFFMANN, D. M; GARDELLI, D. **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, 2013.

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

MACHADO, D. I; SANTOS, P. L. V. A. C. Avaliação da hiperfórmula no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 10, n. 1, p. 75-100, 2004.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez, 1995.

MOSLEY, M.; LYNCH, J. **Uma história da Ciência: experiência, poder e paixão**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Educação Básica. **Caderno de Expectativas de Aprendizagem**. Curitiba: SEED, 2012.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.28, n.2, p.241-248, jun. 2006.

PORTO, C.M.; PORTO, M.B.D.S.M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. **Revista Brasileira em Ensino de Física**, vol.30, n.4, pp.4601.1-4601.9, 2008.

RODRIGUES, E. V.; ZIMMERMANN, E.; HARTMANN, A. M. Lei da gravitação universal e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia. **Ciência & Educação**. Bauru, vol.18, n.3, p.503-525, 2012.

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, n.º.5, pp.1-33, 2012.

TEIXEIRA, E. S.; PEDUZZI, L. O. Q.; JUNIOR, O. F. Os caminhos de Newton para a Gravitação Universal: Uma revisão do debate historiográfico entre Cohen e Westfall. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 215-254, jan. 2010.

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

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

XAVIER, C. H. G.; PASSOS, C. M. B.; FREIRE, P. T..C.; COELHO, A. A. O uso do cinema para o ensino de física no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências** – V5(2), pp. 93-106, 2010.

2 ESTRATÉGIAS DE ENSINO SUGERIDAS NO CONTEÚDO DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL: UMA ANÁLISE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA RECOMENDADOS PELO PNLD/2018¹⁰

Resumo: Este artigo tem como objetivo investigar, por meio de uma análise documental, se os livros didáticos de Física, recomendados pelo Programa Nacional de Livro Didático - PNLD / 2018, sugerem estratégias de ensino diversificadas para o desenvolvimento do conteúdo de Gravitação Universal. Para tanto, foram analisadas as estratégias sugeridas para a abordagem inicial de conteúdo, as propostas de atividades, uso de recursos tecnológicos, assim como a utilização de literatura e artigos científicos. Os resultados mostram que o uso de imagens, problematizações e abordagem história apresentam-se como as principais estratégias sugeridas para a abordagem inicial do conteúdo. No entanto, os recursos tecnológicos, bem como livros, apesar de recomendados, são basicamente, apresentados como sugestões na seção de recursos complementares das obras analisadas, carecendo de orientações que amparem o professor quanto sua utilização em sala de aula.

Palavras-chave: Estratégias de ensino, Gravitação Universal, livros didáticos, ensino de Física, análise documental.

Teaching strategies suggested in the Universal Gravitation content: an analysis in textbooks of Physics Recommended by PNLD/2018

Abstract: This article aims to investigate, through a documentary analysis, whether the textbooks of Physics, recommended by the National Program of Didactic Book - PNLD / 2018, suggest diverse teaching strategies for the development of the contents of Universal Gravitation. In order to do so, the strategies suggested for the initial content approach, the proposals for activities, the use of technological resources, as well as the use of literature and scientific articles were analyzed. The results show that the use of images, problematizations, historical approach, literature, technological resources among others, can be used as teaching strategy for the development of the subject of Gravitation. However, technological resources, as well as books, although recommended, are basically, presented as suggestions in the section of complementary resources of the analyzed books, lacking guidelines that support the teacher regarding their use in the classroom.

Keywords: Teaching strategies, Universal Gravitation, textbooks, Physics teaching, documentary analysis.

¹⁰ Artigo submetido e em processo de avaliação na Revista e-Mosaicos - Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ), desde 15 jan. 2019.

Introdução

Devido às mudanças ocorridas na sociedade, concomitantemente com os avanços científicos e tecnológicos, as instituições escolares vem sendo pressionadas a repensar seu papel diante dessas transformações. Essas mudanças no mundo do conhecimento afetam diretamente na organização do trabalho e no perfil dos trabalhadores, repercutindo na qualificação profissional e, por consequência, nos sistemas de ensino e nas escolas (LIBÂNEO, 2004).

Nesse sentido, recai no professor a responsabilidade de desenvolver práticas que auxiliem e conduzam o processo de ensino e aprendizagem de forma reflexiva e crítica. Entretanto, práticas pedagógicas voltadas ao reducionismo e a falta de reflexão do indivíduo, ainda encontram-se presentes em sala de aula (BEHRENS; RODRIGUES, 2015). Por isso, a necessidade de estratégias de ensino que possibilitem a construção de conhecimentos dos estudantes (BORDENAVE; PEREIRA, 2002).

Nessa perspectiva, são nos livros didáticos que frequentemente os professores investigam atividades e estratégias de ensino para o desenvolvimento de um conteúdo. Logo, pode ser entendido como um recurso didático que ampara o professor no momento da elaboração do plano de aula, apresentando-se como principal veículo para o encaminhamento do conteúdo para os estudantes. Consequentemente, viabiliza o acesso de professores, estudantes e famílias a informações, conceitos, saberes, práticas, valores e possibilidades de compreender, transformar e ampliar o modo de ver e fazer a ciência, a educação, a sociedade e a cultura (BRASIL, 2017).

Segundo Lajolo (1996, p. 4), a importância do livro didático:

[...] aumenta ainda mais em países como o Brasil, onde uma precaríssima situação educacional faz com que ele acabe determinando conteúdos e condicionando estratégias de ensino, marcando, pois, de forma decisiva, o que se ensina e como se ensina o que se ensina.

Neste sentido, Libâneo (2002) enfatiza que por fazer parte do processo de educação e ensino, o livro didático possibilita a sistematização do conhecimento científico, transformando o saber científico em saber escolar, sugerindo o que deve ser ensinado e o que deve ser aprendido, auxiliando o professor na prática

pedagógica.

Para Frison et al. (2009), os livros didáticos representam à principal, senão a única fonte de trabalho como material impresso na sala de aula, em muitos colégios da rede pública de ensino, tornando-se um recurso básico para o estudante e para o professor.

Todavia, Lajolo (1996, p. 8) alerta que a utilização do livro didático deve ser aliada a outros recursos pedagógicos, pois “nenhum livro didático, por melhor que seja, pode ser utilizado sem adaptações”. Como salienta Romanatto (2004):

[...] o livro didático, como qualquer outro recurso, tem sua importância condicionada ao uso que o professor dele faça. Não só pelo seu emprego correto, mas sabendo explorá-lo em função dos objetivos a alcançar, sabendo enfatizar os seus pontos fortes e anular seus pontos fracos. Se o professor estiver atento para analisar e selecionar o livro didático, estará capacitado para o seu devido emprego. (ROMANATTO, 2004, p. 5).

Ou seja, deve-se escolher “um livro cuja proposta didático-pedagógica vá ao encontro do projeto político-pedagógico da escola e seja o seu suporte mais adequado para o processo de ensino e aprendizagem da Física” (BRASIL, 2017, p. 8).

Desse modo, por ser um suporte pedagógico, o livro didático acaba sugerindo métodos e estratégias de ensino que orientem e facilitem o trabalho docente. De acordo com Anastasiou e Alves (2005, p. 68) a palavra *Estratégia* vem do grego *strategia*, que significa a “arte de aplicar ou explorar os meios e as condições favoráveis e disponíveis, com vista a consecução de objetivos específicos”.

Em sala de aula, o professor utiliza-se de estratégias “[...] no sentido de estudar, selecionar, organizar e propor as melhores ferramentas facilitadoras para que os estudantes se apropriem do conhecimento” (ANASTASIOU; ALVES, 2005, p. 69).

Logo, as estratégias de ensino podem ser definidas como métodos utilizados pelos docentes, a fim de facilitar o acesso a informações e possibilitar a construção de conhecimentos pelos estudantes, podendo ser, por exemplo, uma aula expositiva dialogada, estudo de textos, análises de imagens, dinâmicas em grupo, o uso de vídeos e/ou filmes, reportagens de jornais, recursos computacionais entre

outros, ou seja, recursos didáticos que auxiliem o professor no encaminhamento do ensino e aprendizagem de determinado conteúdo.

Nessa premissa, pretende-se investigar se os livros didáticos de Física, recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2018, sugerem estratégias de ensino diversificadas para o desenvolvimento do conteúdo de Gravitação Universal.

A seguir, apresentam-se os procedimentos metodológicos empregados na pesquisa.

Procedimentos metodológicos

A abordagem metodológica utilizada no presente trabalho, enquadra-se na modalidade de pesquisa qualitativa com análise documental, por apresentar-se como uma valiosa técnica de abordagem de dados qualitativos, visando “[...] identificar informações factuais nos documentos a partir de questões ou hipóteses de interesse” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 38). Em outras palavras, a análise documental sistematiza as informações presentes nos documentos dando um tratamento analítico aos dados adquiridos (BARDIN, 2009).

De acordo com Kripka, Scheller e Bonotto (2015, p. 58), “a pesquisa documental é aquela em que os dados obtidos são estritamente provenientes de documentos, com o objetivo de extrair informações neles contidas, a fim de compreender um fenômeno”.

Nesse sentido, a pesquisa documental vale-se de materiais que ainda não foram analisados, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa (GIL, 2008). Logo, “[...] não são apenas uma fonte de informação contextualizada, mas surge num determinado contexto e fornecem informações sobre esse mesmo contexto” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.39).

O *corpus* da pesquisa constituiu-se por doze livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD/2018, entendidos como fontes primárias de dados, por ainda não terem recebido um tratamento analítico (FLICK, 2009). Sendo codificados pelos símbolos LD1, LD2, LD3, ... e LD12, conforme apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Especificações dos livros didáticos analisados.

	Livro didático	Autor (es)	Editora	Edição/ano de publicação
LD1	Física	Guimarães, Piqueira e Carron.	Ática	2ª ed. / 2016.
LD2	Compreendendo a Física	Gaspar.	Ática	3ª ed. / 2016.
LD3	Física: contexto & aplicações	Máximo, Alvarenga e Guimarães.	Scipione	2ª ed. / 2016.
LD4	Ser protagonista – Física	Fukui et al.	SM	3ª ed. / 2016.
LD5	Física para o ensino médio	Kazuhito e Fuke.	Saraiva educação	4ª ed. / 2016.
LD6	Física	Helou, Gualter e Newton.	Saraiva educação.	3ª ed. / 2016.
LD7	Física: interação e tecnologia	Aurelio e Toscano.	Leya	2ª ed. / 2016.
LD8	Física aula por aula	Barreto e Xavier.	FTD	3ª ed. / 2016.
LD9	Física	Bonjorno et. al.	FTD	3ª ed./ 2016
LD10	Física em contextos	Pietrocola et. al.	Editora do Brasil	1ª ed. / 2016.
LD11	Física – ciência e tecnologia	Torres et. al.	Moderna	4ª ed. / 2016.
LD12	Conexões com a Física	Sant’Anna et. al.	Moderna	3ª ed. / 2016.

Fonte: os autores (2018)

A análise centralizou-se na abordagem do conteúdo de Gravitação Universal, por se tratar de um estudo que contempla aspectos relevantes do mundo contemporâneo, propiciando o esclarecimento de vários fenômenos físicos presentes no cotidiano da sociedade. Logo, é importante que o professor dedique uma parcela de seu curso para análise do assunto (MÁXIMO; ALVARENGA; GUIMARÃES, 2016).

Nos livros didáticos, esse assunto encontra-se no primeiro volume de todas as coleções selecionadas, sendo destinados a estudantes do 1º ano do Ensino Médio da Educação Básica. O tema foi analisado tanto no *Livro do Estudante* como na seção *Manual do Professor*. Este, destinado à orientação de docentes quanto aos aspectos didático-metodológicos de ensino no desenvolvimento dos conteúdos.

Os critérios que nortearam a análise dos livros fundamentaram-se nas orientações sugeridas pelo Guia do Livro Didático de Física (GLD) – PNLD 2018, sendo estabelecidas quatro categorias de análise: (1) abordagem inicial do conteúdo, (2) propostas de atividades, (3) recursos tecnológicos e (4) uso de literatura e/ou artigos científicos.

A partir dessas categorias, foram delineados os aspectos a serem analisados, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2. Critérios adotados para análise do conteúdo de Gravitação Universal nos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD/2018.

Categorias	Aspectos analisados
Abordagem inicial do conteúdo	Quais as estratégias sugeridas para abordagem inicial do conteúdo? (Exemplos: vídeos, imagens, dinâmicas, problematizações, etc.).
Propostas de atividades	De que forma sugerem a resolução de problemas?
	Sugerem atividades em grupo?
	Sugerem o uso de atividades práticas?
	Sugerem atividades investigativas?
Recursos tecnológicos	Sugerem atividades reflexivas?
	Estimulam o uso de recursos tecnológicos? (Exemplos: filmes, internet, simuladores, etc.).
Uso de literatura e/ou artigos científicos	Incentivam a leitura de livros, obras históricas e/ou artigos científicos?

Fonte: os autores (2018)

Após a determinação dos critérios de análise, realizou-se a leitura e avaliação dos documentos selecionados, visando a sistematização dos dados analisados. Os resultados e discussão dessa análise são apresentados a seguir.

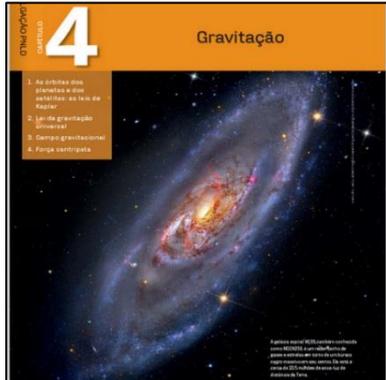
Resultados e discussão

Os resultados das análises das quatro categorias encontram-se organizadas em quadros, seguidas de suas respectivas análises interpretativas.

Categoria 1 – Abordagem inicial do conteúdo

Nesta categoria buscou-se investigar as sugestões das obras selecionadas, quanto à abordagem inicial do conteúdo de Gravitação Universal, isto é, se propõem o uso de vídeos, imagens, dinâmicas, problematização, etc., como estratégia inicial de ensino.

O Quadro 3 apresenta os resultados qualitativos das estratégias e exemplos sugeridos nessa categoria. É importante destacar que das doze obras investigadas, algumas propõem mais de uma estratégia para a abordagem inicial do tema.

	Problematizações	<p>Propõem os seguintes questionamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Como se chama o efeito mostrado na foto, na qual a água do mar que ocupava o espaço deixa de ocupá-lo periodicamente? (p.191) ✓ A Ciência associa esse fenômeno a dois corpos celestes bem conhecidos. Identifique-os. (p.191) ✓ Esse é um fenômeno que se repete periodicamente. Qual a razão dessa periodicidade? (p.191)
LD5	<p>Recursos tecnológicos</p> <p>Abordagem histórica</p>	<p>Sugerem o episódio <i>Harmonia dos Mundos</i> da série intitulada <i>Cosmos</i>, de Carl Sagan, como abordagem inicial do tema.</p> <p>Sugerem ainda, um breve texto sobre a composição do Sistema Solar.</p>
LD6	Não sugere	
LD7	<p>Imagens</p> <p>Problematizações</p>	<p>Apresentam uma imagem da galáxia espiral M106, que se encontra a cerca de 23,5 milhões de anos-luz de distância da Terra.</p>  <p>Fonte: AURELIO, G. F.; TOSCANO, C. Física: interação e tecnologia. 2ª ed. Leya, 2016, p. 89.</p> <p>Seguida do seguinte questionamento:</p> <p>Por que as frutas maduras caem das árvores? Como funciona o caminhar? Como se explicam o erguer-se e o saltar? (p. 89)</p>
LD8	<p>Abordagem histórica</p> <p>Literatura</p>	<p>Apresentam um breve relato histórico sobre a necessidade de povos antigos em compreender o Universo, citando desde as contribuições dos Mesopotâmios até Copérnico, bem como discussões sobre os modelos geocêntrico e heliocêntrico.</p> <p>Na sequência, sugerem a leitura e reflexão do poema <i>Via Láctea</i>, de Olavo Bilac, a fim de questionar o estudante sobre a dificuldade de observar estrelas durante o dia.</p>

Diante dos resultados apresentados fica evidente a apropriação de imagens como estratégia para a abordagem inicial do conteúdo, com a finalidade de despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes. Esse fato pode ser observado nas obras LD1, LD2, LD3, LD4, LD7, LD9 e LD11. Como salientado por Carneiro (1997), as imagens contribuem como função motivadora na aprendizagem, estimulando e promovendo a discussão sobre o tema.

Neste sentido, as obras LD1, LD3, LD4 e LD7 sugerem problematizações na sequência das imagens propostas, propiciando o diálogo em sala de aula e conseqüentemente, contribuindo para que o professor explore os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática. De acordo com Martins et al. (2003), as imagens podem ser utilizadas para possibilitar abordagens que favoreçam a contextualização de conceitos científicos.

Como evidenciado por Libâneo (2002):

O professor precisa fazer o possível para ensinar o aluno a aprender de forma autônoma e crítica. Quer dizer, colocar a cabeça do aluno em ação, ensinar a pensar. O professor tem que colocar problemas, fazer perguntas, tem que dialogar bastante, ouvir mais os alunos, abrir espaço ao aluno para expressar-se e trazer para a sala de aula sua realidade vivida (LIBÂNEO, 2002, p.132).

Logo, o uso de problematizações iniciais, apresenta-se como aspecto significativo nas obras analisadas. Segundo Delizoicov (2001), gerar uma problematização no início de um assunto, fomenta a discussão em sala de aula, fazendo com que os estudantes sintam a necessidade de buscar novos conhecimentos que ainda não possuem. Deste modo, propiciar um momento de reflexão inicial, de trocas de experiências e manifestações de seus conhecimentos prévios, pode contribuir para encaminhamento de atividades mais significativas que instiguem “os estudantes a buscarem a solução dos problemas apontados” (BRASIL, 2017, p.10).

Outro aspecto de destaque refere-se ao uso da abordagem histórica como estratégia para introduzir o tema de Gravitação. Percebe-se que as obras que a empregam, tendem a promover discussões e questionamentos sobre a História da Ciência em sala de aula, se preocupando em apresentar os aspectos que levaram o

desenvolvimento das teorias científicas e não somente os seus resultados. Suscitando uma abordagem histórica, o professor poderá:

[...] mostrar aos alunos que a teoria científica é uma construção, resultado da superação de obstáculos de que a anterior não deu conta. Desse modo, a ciência não é vista como domínio de gênios, que, em uma tarde inspiradora, propõem uma teoria que revolucionaria a humanidade, mas como fruto de muitos erros e, principalmente, muito trabalho (SANT'ANNA et al., 2016, p. 335).

Entretanto, como evidenciado, é sucinta a apropriação de recursos tecnológicos e da literatura para abordagem inicial do conteúdo de Gravitação. Nota-se ainda, que uma obra não propõe recursos facilitadores ou motivadores para a introdução do conteúdo, pautando-se apenas na exposição dos conceitos.

Em síntese, essa categoria demonstra que o uso de imagens, problematizações e abordagem histórica apresentam-se como as principais estratégias sugeridas para a abordagem inicial do conteúdo de Gravitação Universal, propondo diversificados exemplos que possam ser utilizados pelo professor.

Na sequência apresenta-se os resultados de análise das obras destacadas referente a categoria de propostas de atividades.

Categoria 2 – Propostas de atividades

Nesta categoria procurou-se investigar as propostas de atividades empregadas nas coleções analisadas. Logo, verificando se as resoluções de problemas sugeridas no conteúdo de Gravitação, envolvem somente a mecanização matemática ou se possibilitam que o estudante trace planos e estratégias para sua resolução.

Além disso, verificaram-se as sugestões de atividades em grupo, atividades práticas, atividades reflexivas (atividades que viabilizem a criticidade do estudante) e de atividades investigativas (atividades que estimulem os estudantes a observarem, produzirem hipóteses e teorias na busca de soluções para determinada questão/situação).

O Quadro 4 apresenta os resultados das estratégias de ensino e exemplos sugeridos para a categoria de propostas de atividades nas coleções analisadas.

Quadro 4. Análise dos livros didáticos referente as **propostas de atividades** sugeridas no conteúdo de Gravitação Universal

Livro didático	Estratégias	Exemplos
LD1	Resolução de problemas	De acordo com a 3ª Lei de Kepler, quanto mais longe um planeta se encontra do Sol, maior o intervalo de tempo para ele efetuar uma volta completa ao redor do Sol. Sabendo-se que a ordem de proximidade dos planetas so sistema solar é: Mercúrio – Vênus – Terra – Marte – Júpiter – Saturno – Urano – Netuno e que 1 ano terrestre = 365 dias, determine o ano, em dias, do planeta Mercúrio. (p. 215).
	Atividade investigativa	Por que não sentimos a força gravitacional entre o nosso corpo e este livro? Para responder a essa pergunta, calcule o valor da força que atua sobre o seu corpo e o livro. Para isso estime a massa do livro. (p. 218)
	Atividade prática	Sugere-se como atividade prática que os estudantes determinem a linha de longitude norte-sul verdadeira que passa por um local (escola, casa, etc.), os outros pontos cardeais e a longitude do local. Para isso, serão necessários um cabo de vassoura, giz, uma bússola e barbante.
LD2	Resolução de problemas	O raio médio da órbita da Terra é $1,5 \cdot 10^{11}$ m e o da órbita de Júpiter é $7,8 \cdot 10^{11}$ m. qual o período de revolução de Júpiter em anos terrestres? (p. 236).
	Atividade prática	Construção de elipses utilizando barbante e alfinete.
	Atividade reflexiva	Se a Lei da Gravitação Universal vale para todos os corpos do Universo, por que não se observar a atração entre os corpos em nossa vida diária, ou seja, por que um lápis não atrai uma borracha, por exemplo? (p. 243).
LD3	Resolução de problemas	A força de atração do Sol sobre a Terra vale, aproximadamente, $4 \cdot 10^{22}$ N. Diga qual seria o valor dessa força supondo que a massa da Terra fosse três vezes maior. (p. 157).
	Atividade prática	Confecção de uma elipse, utilizando barbante, para representar a orbita de um planeta.
LD4	Resolução de problemas	A distância da Lua à Terra é de aproximadamente 60 vezes o raio da Terra (6 400 km). A massa da Lua aproximadamente $7,36 \cdot 10^{22}$ kg. a) calcule a força gravitacional que a Lua exerce sobre uma pessoa de 80 kg na superfície da Terra. b) compare o resultado com o peso da pessoa e verifique quantas vezes essa força é menor do que a exercida pela Terra. (p. 204)
	Atividade em grupo	Sugerem uma atividade em grupo sobre Satélites artificiais e lixo eletrônico, na qual os estudantes são levados a

	Atividade reflexiva	<p>pesquisarem ações que possam amenizar o impacto causado pelo lixo eletrônico produzido pela comunidade.</p> <p>No ano de 134 a.C, Hiparco de Nicela detectou o surgimento de uma nova estrela na constelação de Escorpião. Essa estrela aumentou seu brilho rapidamente e, passado algum tempo, desapareceu e nunca mais foi vista [...].</p> <p>DELBEM, N. F. Introdução matemática aos modelos cosmológicos, 2010. Dissertação (Mestrado em Matemática Universitária). Unesp, Rio Claro. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/94340/delbem_nf_me_rcla.pdf?ssequence=1>. Acesso em: 11 jan. 2016.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O relato favorece ou contraria a hipótese aristotélica de Universo perfeito e imutável? 2. Pode-se dizer que esse relato representa uma evidência concreta de que o Universo tem um processo dinâmico de evolução? (p.193)
LD5	Resolução de problemas Atividade prática em grupo	<p>Qual é o módulo aproximado da força de atração gravitacional atuando entre uma garota com massa de 50 kg e um rapaz de 70 kg que estejam situados a 3,5 m do outro? Dado: $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$. a) $2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$ b) $2 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ c) $7 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ d) $7 \cdot 10^{-8} \text{ N}$ e) $7 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ (p. 249)</p> <p>A atividade sugere que os estudantes, em grupo, determinem as unidades mais adequadas para montar um modelo do Sistema Solar em escala.</p>
LD6	Resolução de problemas	<p>Considere um planeta hipotético gravitando em órbita circular em torno do sol. Admita que o raio da órbita de planeta seja o quádruplo do raio da órbita da Terra. Nessas condições, qual o período de translação, expresso em anos terrestres, do citado planeta? (p.156).</p>
LD7	Resolução de problemas	<p>Em uma cozinha, 3,0m separam a mesa, que é de madeira, da geladeira. Sendo a massa da geladeira 30 kg e a mesa 10 kg, calcule o valor da força de atração gravitacional entre elas. (p. 96).</p>
LD8	Resolução de problemas Atividade em grupo Atividade prática Atividade reflexiva	<p>Considere que a Terra e a Lua são corpos esféricos e homogêneos, cujas massas são respectivamente iguais a $m_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ e $m_L = 7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$. Se a distância aproximada entre os seus centros é 380 000 km, determine o valor da intensidade da força de atração entre a Terra e a Lua. Dado: $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$. (p. 168)</p> <p>Propõem dividir os estudantes em grupos para a leitura de um texto sobre como Galileu foi condenado e preso por defender suas convicções, para que posteriormente, possam discutir e responder algumas questões propostas sobre o texto.</p> <p>Propõem um experimento para visualização das fases da Lua.</p> <p>Propõem uma atividade com os trechos do livro <i>Copérnico: pioneiro da revolução astronômica</i>, de Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, que relata a vida e obra de Nicolau Copérnico,</p>

LD12	Resolução de problemas	Calcule o período de um satélite artificial da Terra cujo raio da órbita é quatro vezes menor do que o raio da órbita da Lua. Considere o período da Lua ao redor da Terra igual a 28 dias. (p. 152).
	Atividade em grupo	Os estudantes são levados a pesquisarem sobre as características dos buracos negros.
	Atividade prática	Sugerem que os estudantes investiguem como os diferentes tipos de superfícies influenciam a força de atrito.

Fonte: os autores (2018)

Os resultados apresentados no Quadro 4 indicam que todas obras analisadas tem a resolução de problemas como um aspecto dominante no conteúdo de Gravitação Universal, enfatizando problemas quantitativos, como de testes vestibulares, além daqueles que versam basicamente a mecanização algébrica.

Entretanto, as obras LD2, LD4, LD8, LD9 e LD10, também sugerem atividades reflexivas, que estimulem a criticidade do estudante. Segundo Libâneo (2002, p. 130), essas atividades possibilitam aos estudantes pensar autonomamente, contribuindo para que organizem uma visão de mundo, aplicando criativamente seus conhecimentos na prática. Para isso, “convém verificar a linguagem do texto, a argumentação lógica, os desafios cognitivos propostos nos exercícios, nas perguntas”.

Nesse sentido, “a importância da resolução de problemas enquanto estratégia de ensino de Física deve estar obrigatoriamente associada à sua capacidade de levar a novas aprendizagens e compreensões conceituais” (BRASIL, 2017, p. 12), ou seja:

Como estratégia de ensino, a resolução de problemas deve envolver o estudante em um processo de reflexão e de tomada de decisões que culmine no estabelecimento de uma determinada sequência de passos ou etapas. Trata-se, portanto, de um procedimento diferente daquele utilizado em uma atividade envolvendo apenas exercícios, na qual o que se observa é o uso de rotinas/passos automatizados que, por meios ou caminhos habituais, levam à resolução de situações já conhecidas pelos estudantes (BRASIL, 2017, p. 12).

No entanto, as obras analisadas raramente sugerem, de fato, resoluções de problemas que possibilitem os estudantes elaborem estratégias e/ou seguirem etapas para sua resolução. Todavia, quando propostos, geralmente

carecem de orientações ao professor quanto aos procedimentos adequados no encaminhamento da atividade.

Quanto às propostas de atividades em grupo, apresentam-se de forma pontual, nas obras LD4, LD5, LD8, LD11 e LD12, sugerindo em geral, que os estudantes se organizem em grupos para o desenvolvimento de pesquisas, apresentação de seminários, leituras e resolução de problemas.

Em relação às atividades práticas, a confecção de elipses para representar a órbita de um planeta, destaca-se nas obras analisadas. Por outro lado, a obra LD12 recomenda uma atividade prática com o objetivo de investigar como os diferentes tipos de superfícies influenciam a força de atrito. Diferentemente, a obra LD8 propõe um experimento para visualização das fases da Lua.

Dessa forma, como fundamentado pelas Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável (BRASIL, 2006, p. 81).

No entanto, uma escassez de atividades investigativas é identificada nas obras analisadas, na qual somente a LD1 e LD10, de fato, empregam, de maneira sucinta, o seu desenvolvimento no tema de Gravitação Universal. Segundo Azevedo (2012):

Para que uma atividade possa ser considerada uma atividade de investigação, a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ele deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2012, p. 21).

Dessa maneira, “a aprendizagem de procedimentos e atitudes se torna, dentro do processo de aprendizagem, tão importante quanto à aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos” (AZEVEDO, 2012, p. 21).

Em síntese, as atividades analisadas nessa categoria demonstram que a predominância de resoluções de problemas geralmente visa somente a mecanização matemática. Ademais, apresentam de forma pontual atividades em grupos e atividades reflexivas. Além de proporem poucas sugestões de atividades práticas bem como atividades investigativas.

Na sequência apresentam-se os resultados da análise referente a categoria de recursos tecnológicos das obras destacadas.

Categoria 3 – Recursos tecnológicos

Essa categoria foi construída com o objetivo de identificar se as obras analisadas sugerem o uso de recursos tecnológicos no conteúdo de Gravitação Universal, visto ser uma demanda priorizada em documentos oficiais, como nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná (2008), e recentemente na Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (2018), que destaca como fundamental o uso de diferentes mídias, dispositivos e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), viabilizando o contato do estudante com públicos e contextos diversificados.

O Quadro 5 apresenta os resultados das estratégias de ensino sugeridas para a categoria de recursos tecnológicos nas coleções analisadas.

Quadro 5. Análise dos livros didáticos referente aos **recursos tecnológicos** sugeridos no conteúdo de Gravitação Universal

Continua

Livro didático	Estratégias	Características
LD1	Não sugere	
LD2	Não sugere	
LD3	Não sugere	
LD4	Uso de filmes Ferramentas de navegação virtual	Sugerem o filme <i>Os eleitos: onde o futuro começa</i> . Direção de Philip Kaufman, EUA, 1983, ao final do capítulo. Sugerem o acesso ao Laboratório didático virtual (LABVIRT) e o portal e-física – ensino de Física on-line, ao final do capítulo.
LD5	Uso de séries de TV	Sugerem o episódio <i>Harmonia dos Mundos</i> da série intitulada <i>Cosmos</i> , de Carl Sagan, na abordagem inicial do conteúdo.
LD6	Não sugere	

Conclusão

LD7	Ferramentas de navegação virtual	Sugerem o site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), ao final do capítulo.
LD8	Uso de filmes	Sugerem o filme <i>2001: Uma odisseia no espaço</i> (1968), seguido de sete questões pré-definidas, ao final do capítulo.
LD9	Uso de vídeos	Sugerem no Manual do professor, a utilização de vídeos que mostrem os tamanhos dos planetas do sistema Solar.
LD10	Uso de filmes	Sugerem os filmes <i>O nome da rosa</i> , do diretor Jean Jacques Annaud, de 1986, e <i>Gravidade, de Afonso Cuarón, de 2013</i> , ao final do capítulo.
LD11	Uso de internet Ferramentas de navegação virtual	Para fins de pesquisa. Recomendam a página eletrônica do Observatório Nacional (ON), por contar com diversos textos, cursos e ferramentas para formação e divulgação das áreas de Astronomia, Geofísica e Metrologia, ao final do capítulo.
LD12	Uso de internet Uso de filmes	Para fins de pesquisa. Sugerem ao final do capítulo, o filme <i>Gravidade, de Afonso Cuarón, de 2013</i> , com a finalidade de gerar discussões sobre as cenas que envolvem a mobilidade dos astronautas no espaço.

Fonte: os autores (2018)

Os resultados mostram que apesar da maioria das obras analisadas estarem divulgando essa demanda, compreendida como Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), suas potencialidades ainda se apresentam limitadas. Nota-se que geralmente são propostos como recursos complementares no final do capítulo, dando ênfase a indicação de vídeos, filmes e sites, além de sugerir o uso do computador, apenas, como um recurso para meios de pesquisa.

Apesar de os recursos tecnológicos sugeridos nas obras analisadas apresentarem suas qualidades pedagógicas, carecem de propostas que auxiliem o professor quanto sua utilização em sala de aula. Neste sentido, Demo (2008, p.1) aponta que:

Toda proposta que investe na introdução das Tecnologias da Informação e Comunicação na escola só pode dar certo passando pelas mãos dos professores. O que transforma tecnologia em aprendizagem, não é a máquina, o programa eletrônico, o software, mas o professor, em especial em sua condição sócrática.

Por isso, a necessidade dos livros didáticos propiciar mais suporte ao professor quanto aos procedimentos e técnicas para utilização de recursos

tecnológicos, uma vez que as obras aqui analisadas, geralmente apenas sugerem esses recursos nos finais dos capítulos e/ou Manual do Professor, raramente orientando o professor quanto à sua adequada apropriação em sala de aula.

Na sequência apresenta-se os resultados da análise referente a última categoria de uso de literatura e/ou artigos científicos das obras destacadas.

Categoria 4 – Uso de literatura e/ou artigos científicos

Essa categoria foi construída com a finalidade de observar se as obras analisadas incentivam o uso da literatura e textos de caráter científico no conteúdo de Gravitação Universal. Neste sentido, o Quadro 6 apresentam os resultados das sugestões referentes a categoria uso de literatura e/ou artigos científicos nas coleções analisadas.

Quadro 6. Análise dos livros didáticos referente ao **uso de literatura e/ou artigos científicos** no conteúdo de Gravitação Universal.

Continua

Livro didático	Uso de literatura e/ou artigos científicos
LD1	Recomendam como leitura complementar, o livro <i>O homem e o Universo</i> (1989), de Arthur Koestler com o objetivo de proporcionar aos estudantes um maior aprofundamento sobre a vida e o trabalho de Kepler, bem como suas relações com a ciência, com a religião e Tycho Brahe.
LD2	Sugere-se leituras complementares sobre a História da Ciência, como a vida e a obra Ptolomeu, Copérnico e Newton.
LD3	Não sugere
LD4	Sugerem para ampliar o desenvolvimento do tema, a leitura do livro <i>Física do dia a dia</i> (2011), de Regina Pinto de Carvalho que corresponde a 105 perguntas e respostas sobre física, as quais não necessitam do uso de fórmulas. Além disso, recomendam a leitura de um <i>Guia mangá de Física sobre mecânica clássica</i> (2010), de Hideo Nitta keita Takatsu. Utilizam ainda, um trecho da Dissertação <i>Introdução matemática aos modelos cosmológicos</i> (2010), de Delbem para o desenvolvimento de uma atividade reflexiva.
LD5	Recomendam como leitura complementar, o livro <i>Poeira das estrelas</i> (2006), de Marcelo Gleiser.
LD6	Não sugere
LD7	Não sugere
LD8	Sugerem a leitura e reflexão do poema <i>Via Láctea</i> (1988), de Olavo Bilac na abordagem inicial. Propõem uma atividade com os trechos do livro <i>Copérnico: pioneiro da revolução astronômica</i> (2004), de Ronaldo Rogério de Freitas Mourão que relata a vida e obra de Nicolau Copérnico.
LD9	Apresentam páginas de trabalhos históricos, como os da obra <i>Principia</i> (1687), de Isaac Newton, seguidas de questionamentos que possibilitam o diálogo. Indicam, a leitura do livro <i>Ombros de gigantes: história da astronomia em quadrinhos</i> (2011), de Gregorio-Hetem bem como a leitura de artigos científicos sobre a história da astronomia.

LD10	Propõem a leitura de um trecho do livro <i>Pequeno Príncipe</i> (1943), de Antoine de Saint-Exupéry seguido de questões. No final da unidade, como recursos complementares ao tema, indicam a leitura do livro <i>Vida de Galileu</i> (1943), de Bertolt Brecht.
LD11	Indicam a leitura de alguns livros, como por exemplo, o <i>Big Bang</i> (1997), de Heather Couper e Nigel Henbest; <i>Cosmos</i> (1980), de Carl Sagan e, <i>George e o segredo do Universo</i> (2007), de Lucy Hawking e Stephen Hawking.
LD12	Orientam os docentes a complementarem a abordagem do conteúdo, com a leitura do artigo científico <i>O problema do ensino da órbita da Terra</i> (2003), de João Batista Garcia Canelle que ilustra a forma das elipses das órbitas dos planetas em função da sua excentricidade, além de mostrar como desenhá-las na forma correta sabendo-se a excentricidade.

Fonte: os autores (2018)

Diante dos resultados, nota-se que umas parcelas significativas das obras analisadas dispõem das potencialidades da literatura como estratégia de ensino no conteúdo de Gravitação Universal, no entanto, geralmente sugeridas como leitura complementar. Além disso, o uso de artigos científicos apresenta-se de forma escassa nas obras analisadas.

Como ressaltado por Libâneo (2002), é recomendável que o professor possa utilizar vários outros textos, daí a importância de se considerar os materiais paradidáticos, obras literárias, o cinema, as revistas, o jornal, o vídeo, as artes plásticas etc.

Por isso, é importante “[...] um bom domínio de conteúdo pelo professor, um bom domínio de métodos e de procedimentos didáticos para dialogar com os alunos, e sua capacidade de fazer uma leitura crítica dos textos didáticos a fim de poder ajudar os alunos a fazerem o mesmo (LIBÂNEO, 2002, p. 130).

Considerações

O presente artigo investigou as estratégias de ensino adotadas no conteúdo de Gravitação Universal presente nos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD/2018. Das doze obras analisadas, a maioria sugere a abordagem inicial do conteúdo por meio de imagens, problematizações e abordagem histórica, motivando a curiosidade e valorizando as concepções prévias dos estudantes. No entanto, uma das obras analisadas apresenta aspecto contrário a essa premissa, não sugerindo estratégias para a introdução do conteúdo de Gravitação Universal, pautando-se apenas na exposição dos conceitos.

Em relação às propostas de atividades para o ensino e aprendizagem de Gravitação, observou-se que em geral, as atuais coleções têm buscado fornecer informações científicas que se relacionem com aspectos do cotidiano dos estudantes, contribuindo para sua formação crítica. Ainda assim, a Resolução de Problemas se apresenta como estratégia predominante nas obras analisadas, geralmente centradas no formalismo matemático, raramente sugerindo situações que proporcionem que o estudante estabeleça planos para sua resolução.

O uso da literatura também está presente em boa parte das obras analisadas como excelentes sugestões para a ampliação do tema. Como exemplo, destaca-se a utilização de manuscritos históricos para aproximar o estudante à História da Ciência. Porém, ainda é sucinta a recomendação de artigos científicos, evidenciando o persistente abismo entre a comunidade científica e a Educação Básica.

Quanto ao emprego de recursos tecnológicos, percebe-se que apesar de serem recomendados nas obras analisadas, apresentam-se basicamente como sugestões na seção de recursos complementares propostos nos livros didáticos. Geralmente não fornecendo orientações que amparem o professor quanto sua utilização integral em sala de aula, conseqüentemente, restringindo a verdadeira potencialidade das Tecnologias de informação e Comunicação. Ademais, estratégias por meio de atividade investigativas, em grupo e experimentais apresentam-se de forma pontual. Entretanto, quando sugeridas, buscam motivar e dinamizar o ensino e aprendizagem de Gravitação Universal.

Por consequência, as obras aqui analisadas, evidenciam algumas estratégias de ensino que podem ser empregadas para o desenvolvimento do tema de Gravitação Universal, considerando suas potencialidades e limitações. Evidente que não existem os melhores ou piores métodos e procedimentos de ensino, mas objetivos mais ou menos adequados ao papel a ser desempenhado pelo ensino e aprendizagem de Física no contexto atual do Ensino Médio (BRASIL, 2017). Como ressaltado por Luckesi (1994), é papel do professor analisar quais procedimentos e atividades possibilitarão que os estudantes atinjam o objetivo de aprender o melhor possível daquilo que estamos buscando ensinar.

Referências

- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In: ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 5. ed. Joinville, SC: UNIVILLE, 2005. p. 67-100.
- AURELIO, G. F.; TOSCANO, C. **Física: interação e tecnologia**. 2ª ed. Leya, 2016.
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.), **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Cengage Learning, p. 19-33, 2012.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.
- BARRETO, B.; XAVIER, C. **Física aula por aula**. 3ª ed. FTD, 2016.
- BEHRENS, M. A; RODRIGUES, D. G. Paradigma emergente: um novo desafio. **Pedagogia em Ação**, v. 6, n. 1, mar; 2015.
- BONJORNIO, J. B.; CLINTON, M. R.; PRADE, E. P.; BONJORNIO, V.; BONJORNIO, M. A; CASIMIRO, R.; BONJORNIO, R. F. S. A. **Física**. 3ª ed. FTD, 2016
- BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio**. (BNCC). Versão em revisão. Brasília, MEC, 2018.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. **PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio**. Brasília: DF, 2017.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. V. 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: 2006.
- DEMO, P. **TICs e educação**. 2008. Disponível em: <<http://pedrodemo.blogspot.com.br/2012/04/tics-e-educacao.html>> Acesso em 29 ago. 2018.
- CARNEIRO, M. H. S. As imagens no livro didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: APRAPEC, 1997.
- DELIZOICOV, D. **Problemas e problematizações**. In: Pietrocola, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, p. 125-150, 2001.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

FUKUI, A.; VÁLIO, A. B. M.; NANI, A. P. S.; FERDINIAN, B.; OLIVEIRA, G. A.; MOLINA, M. M.; VENÊ. **Ser protagonista – Física**. 3ª ed. SM, 2016.

FRISON, M. D.; VIANNA, J.; CHAVES, J. M.; BERNARDI, F. N. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. **Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, p. 1-13, 2009.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. 3ª ed. Editora Ática, 2016.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física**. 2ª ed. Editora Ática, 2016.

HELOU, R.; GUALTER, J. B.; NEWTON, V. B. **Física**. 3ª ed. Saraiva educação, 2016.

KAZUHITO, Y.; FUKE, L. F. **Física para o ensino médio**. 4ª ed. Saraiva educação, 2016.

KRIPKA, R. M. L.; SCHELLER, M.; BONOTO, D. L. Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização. **Revista de investigaciones UNAD** Bogotá - Colômbia No.14, jul/dez, 2015.

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, Brasília, ano 16, nº 69, jan/mar, 1996.

LIBÂNEO, J. C. Didática. **Velhos e novos temas**. Edição do Autor. Maio de 2002.

LIBÂNEO, J. C. Uma escola para novos tempos. In: LIBÂNEO, J. C. **Organização e gestão da escola: teoria e prática**. Goiânia: Alternativa, p. 43-62, 2004.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Filosofia da educação**. São Paulo: Cortez, 1994.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **A pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, I. et al. Uma análise das imagens nos livros didáticos de ciências para o Ensino Fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2003, Bauru. **Anais...** Bauru: APRAPEC, 2003.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.; GUIMARÃES, C. **Física: contexto & aplicações**. 2ª ed. Editora Scipione, 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física**. Curitiba: SEED, 2008.

ROMANATTO, Mauro Carlos. **O livro didático: alcances e limites**. In: ENCONTRO PAULISTA DE MATEMÁTICA, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2004. Disponível em <http://www.sbempaulista.org.br/epem/anais/mesas_redondas/mr19-Mauro.doc> Acesso em 04 jun. 2018.

SANT'ANNA, B.; MARTINI, G.; REIS, H. C.; SPINELLI, W. **Conexões com a Física**. 3ª ed. Moderna, 2016.

TORRES, C. M.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.; PENTEADO, P. C. M. **Física – ciência e tecnologia**. 4ª ed. Moderna, 2016.

3 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA¹¹

Resumo: Este artigo visa investigar, por meio de uma revisão sistemática de literatura, a adoção da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos no ensino de Física na Educação Básica. Para o delineamento da revisão, utilizou-se as bases de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação, em Ciência e Tecnologia - IBICT, e os periódicos nacionais da área de Ensino de estratos restritos (A1, A2 e B1), direcionados para o ensino de Ciências/Física. Os resultados apontam uma escassez de trabalhos desenvolvidos sobre a temática no período de 2007 a 2017, refletindo a necessidade de pesquisas que se apropriem dessa proposta, a fim de contribuir para a sua disseminação, pois em um cenário na qual o ensino de Física anseia por novas práticas metodológicas, os Três Momentos Pedagógicos apresentam-se como um caminho para mudanças no ensino e aprendizagem de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Três momentos pedagógicos, Revisão sistemática, Metodologia, Problematização.

The approach of three pedagogical moments in physics teaching: a systematic literature review

Abstract: This article seeks to investigate through a systematic review of literature the adoption of the Three Pedagogical Moments Methodology in Physics teaching in Basic Education. Such review was based on the databases of the Digital Library of Theses and Dissertations of the Brazilian Institute of Information, in Science and Technology - IBICT, and national periodicals of restricted strata (A1, A2 and B1) of the teaching area directed to the teaching of Science/Physics. The results show a shortage of studies developed on the subject during the period from 2007 to 2017, reflecting the need for research that address the issue of this proposal in order to contribute to its dissemination, since in a scenario in which physics teaching yearns for new methodological practices, the Three Pedagogical Moments represent a path for changes in the teaching and learning of Physics.

Keywords: Physics Teaching, Three pedagogical moments, Systematic review, Methodology, Problematization.

Introdução

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996), uma das finalidades do ensino médio é proporcionar ao estudante a

¹¹ Publicado na Revista Ensino & Pesquisa, União da Vitória, v.16, n.3, p. 139-155, jul. /set, 2018. Disponível em <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/ensinoepesquisa/article/view/2173/pdf_86>

compreensão de fundamentos científicos e tecnológicos, relacionando a teoria e a prática no ensino de cada disciplina. Nesse sentido, o ensino de Física deve garantir aos estudantes, competências que os permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos presentes em seu cotidiano (BRASIL, 2006). Entretanto, o que se tem visto em sala de aula é um ensino de Física centrado no formalismo escolar, no qual o uso excessivo de fórmulas matemáticas acaba ofuscando a Física conceitual e, conseqüentemente, proporcionando a visão da Física como um produto acabado e não como uma ciência em constante construção (BONADIMAN; NONENMACHER, 2003).

Desde o final dos anos 80 e início da década de 90, Delizoicov e Angotti (1991) observam que as múltiplas dificuldades que incidem nas atividades do magistério, tais como os baixos salários, as más condições de trabalho e até mesmo as deficiências da formação profissional, derivam fundamentalmente de condicionantes estruturais da sociedade e do sistema de ensino. Em pleno século XXI, essas dificuldades ainda predominam, e talvez sejam ainda mais preocupantes, pois mesmo com as transformações sociais e tecnológicas, o ensino de Física continua como uma prática conservadora, sem muitas evoluções. Neste sentido, a falta de contextualização de conteúdos, questões interdisciplinares, atividades experimentais, recursos didáticos e metodologias diferenciadas contribuem para a deficiência do ensino de Física, proporcionando um estudo geralmente frustrante para os estudantes e, por conseguinte, interferindo no seu desempenho escolar.

Esse fraco desempenho tem refletido significativamente em programas avaliativos de aprendizagem, tais como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, na sigla em inglês) que em 2015 apontou o baixo rendimento dos estudantes brasileiros em ciências, leitura e matemática, mantendo o Brasil nas últimas colocações. Da prova realizada com 70 países o Brasil ficou na 63ª posição em ciências, 59ª em leitura e na 66ª colocação em matemática (BRASIL, 2016).

Autores como Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), Laburú, Arruda e Nardi (2003), Auler (2007), Muenchen (2010), além de Muenchen e Delizoicov (2012, 2014) apontam à necessidade de mudanças, inclusive no ensino de Física. Aceitar uma aula meramente focada no modelo tradicional, na qual somente a memorização e mecanização de fórmulas matemáticas são utilizadas para explicar a Física, torna-se questionável. Apesar da Física descrever suas teorias por meio da

linguagem matemática, apropriar-se somente desse método é ir contra o seu princípio investigativo e questionador. Ademais, o modelo mecanizado faz com que o estudante perceba que a Física ensinada na escola não tem significado para a sua vida. Cria o estereótipo de que seu estudo somente é necessário para passar de ano, prepará-lo para o vestibular e para o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM.

Tendo em vista que as salas de aula apresentam estudantes com perfis diversificados e com características de aprendizado diferenciadas, desenvolver uma aula que resulte na participação da maioria desses estudantes, é sem dúvida, um dos grandes desafios de um professor. “Portanto, é questionável uma ação educacional baseada num único estilo didático, que só daria conta das necessidades de um tipo particular de aluno ou alunos e não de outros” (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003, p. 251). Nessa perspectiva, “torna-se fundamental transformar o contexto escolar num espaço [...] em que a interação entre os constituintes da comunidade escolar seja mediada pelo diálogo e pelo trabalho coletivo” (AULER, 2007, p.17).

Apesar de existir muitos fatores que contribuem para as dificuldades de aprendizagem dos estudantes em Física, Bonadiman e Nonenmacher (2003) acreditam que possam ser resolvidos pelo próprio professor.

[...] muitas das dificuldades enfrentadas pelo professor de Física em sala de aula, principalmente aquelas relacionadas com a questão do aprender e do gostar podem ser contornadas por ele mesmo, com o auxílio de uma metodologia adequada de ensino (BONADIMAN; NONENMACHER, p. 2, 2003).

Logo, metodologias que possibilitem a aproximação dos estudantes com o ensino de Física torna-se um caminho para possíveis mudanças. Uma metodologia de sala de aula que versa esses princípios foi proposta por Delizoicov e Angotti (1991) e denominada dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), sendo caracterizada em Problematização inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento. Nessa perspectiva metodológica, os conteúdos curriculares são trabalhados em consonância às situações vivenciadas no cotidiano dos estudantes por meio de temas problematizadores, possibilitando a valorização de suas concepções prévias e oportunizando a sistematização de conhecimentos científicos.

Os primeiros livros que propuseram a utilização dos 3MP foram publicados no final dos anos 80 por meio da Coleção Magistério – 2º Grau.

Correspondem ao livro Física (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991), divulgado por meio do Programa de Melhoria e Expansão do Ensino Médio (MEC), e o livro Metodologia do Ensino de Ciências (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994), que integrou o Programa Nacional Biblioteca do Professor (PNBP) de 1994. Ambos contribuíram para a propagação dos 3MP, tanto na Educação Básica como na formação do professor (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Ademais, cabe ressaltar que essa dinâmica se identifica com ideias oriundas do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF)¹², que desde 1984, dedica-se ao aperfeiçoamento de professores de Física, com o objetivo de elaborar propostas de ensino para o desenvolvimento dessa disciplina no ensino médio, vinculada à experiência cotidiana dos estudantes (GREF, 2006). Logo, assim como Delizoicov e Angotti (1991), o GREF também se inspirou na concepção de educação dialógica de Paulo Freire (1987), a fim de oportunizar a interligação da realidade vivida dos estudantes com conteúdos científicos de Física.

Nesse sentido, a dinâmica dos 3MP possibilita o rompimento com o tradicional paradigma curricular, meramente sustentado por uma abordagem conceitual, que segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 190), trata-se de uma “perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada pelos conceitos científicos, com base nos quais se selecionam os conteúdos de ensino”.

Em contrapartida, a abordagem temática sustentada nos 3MP, refere-se a uma “perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 189). Ou seja, a abordagem conceitual enfatiza exclusivamente à conceituação científica, enquanto a abordagem temática possibilita que os conceitos científicos se tornem um meio para a compreensão de um tema (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

Diante do exposto, este trabalho tem por finalidade investigar como essa metodologia vem sendo abordada e discutida no ensino de Física na Educação Básica. Para tanto, percebeu-se a necessidade de organizar uma Revisão Sistemática de Literatura de trabalhos voltados para o ensino de Ciências/Física. Foram quantificados e analisados os trabalhos que propunham os 3MP como metodologia

¹² Grupo de professores da rede estadual de ensino de São Paulo, coordenados por docentes do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP).

de sala de aula no ensino de Física na Educação Básica, de modo que possamos realizar um mapeamento da área e traçar a possibilidade de futuros trabalhos.

Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento desta pesquisa realizou-se uma Revisão Sistemática de Literatura de acordo com a proposta de Kitchenham (2004), o qual define algumas etapas a serem seguidas: primeiramente deve-se realizar a identificação da pesquisa; em seguida a seleção de estudos primários, ou seja, o processo de inclusão e exclusão de buscas; posteriormente, se avalia a qualidade do estudo e por fim, se realiza a síntese dos dados. Assim, tal proposta visa identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa disponível relevante, a fim de responder à questão referente ao uso da metodologia dos 3MP no ensino de Física na Educação Básica.

Deste modo, foram considerados os trabalhos disponíveis no banco de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT e periódicos exclusivamente nacionais de versão on-line, da área de Ensino de estratos restritos A1, A2 e B1, os quais traziam em seu escopo publicações de trabalhos relacionados ao ensino de Ciências e/ou Física. A seleção dos periódicos foi feita por meio da Plataforma Sucupira pelo Qualis Periódico, sendo selecionados artigos publicados nos periódicos: *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*; *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*; *Ciência & Educação*; *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista (ENCITEC)*; *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*; *Experiências em Ensino de Ciências (EENCI)*; *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia (RBECT)*; *Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)*; *Revista de Educação, Ciências e Matemática*; *Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)*. O período de busca foi de 2007 a 2017.

Inicialmente, selecionaram-se os trabalhos que apresentavam a palavra-chave “Três Momentos Pedagógicos”. Na sequência, realizou-se a leitura dos títulos de cada artigo contido no sumário das publicações dos periódicos. Quando a temática não se apresentava clara no título, recorreu-se a leitura do resumo e/ou artigo completo, desencadeando o processo de exclusão de trabalhos que não propunham detalhadamente a metodologia dos 3MP no ensino Física para a Educação Básica. Após a seleção dos trabalhos publicados, realizou-se a leitura e averiguação dos

mesmos, a fim de garantir sua pertinência com o tema pesquisado, além da análise e reflexão de toda a pesquisa disponível relevante.

Resultados e discussão

A pesquisa realizada por meio da base de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT, utilizando-se da palavra-chave “Três Momentos Pedagógicos” e critério de busca por título, resultou em oito trabalhos. Contudo, após leitura dos títulos e resumos, foram excluídos os que não abordavam a temática dos 3MP como proposta metodológica para o ensino de Física na Educação Básica, sendo considerados apenas quatro trabalhos, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Identificação dos trabalhos selecionados que abordam a metodologia dos 3MP voltada à Educação Básica, de acordo com os dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT.

Título	Autores	Ano	Tema / Conteúdo abordado	Especificidade
Problematizando o Ensino de Física moderna e contemporânea na formação continuada de professores: uma análise das contribuições dos três momentos pedagógicos na construção da autonomia docente	Nilva Lúcia Lombardi Sales	2014	Física Moderna e Contemporânea	Tese de Doutorado
A forma e os movimentos dos planetas do sistema solar: uma proposta para a formação do professor em astronomia	Flávia Polati Ferreira	2013	Astronomia	Dissertação de Mestrado
O caso Plutão e a natureza da ciência: uma proposta para alunos do ensino médio	Vanessa Nobrega de Albuquerque	2012	Astronomia	Dissertação de Mestrado
Os Três Momentos Pedagógicos e a elaboração de problemas de Física pelos estudantes	Leonardo Santiago Lima Marengão	2012	Mecânica	Dissertação de Mestrado

Fonte: Os autores (2018).

Em relação à pesquisa desenvolvida a partir da Plataforma Sucupira pelo Qualis Periódico, foram analisados os artigos publicados nos periódicos elencados anteriormente para o período considerado. Somente nove trabalhos, de

fato, abordavam a metodologia dos 3MP como proposta de ensino voltada à conteúdos programáticos de Física na Educação Básica (Quadro 2).

Tais resultados evidenciam uma escassez de trabalhos desenvolvidos e aplicados no ensino básico. Entretanto, apesar do baixo quantitativo de trabalhos selecionados, os mesmos evidenciam como essa metodologia vem sendo abordada e discutida no ensino de Física na Educação Básica, além de fornecer indícios de como possa ser implementada. Observa-se uma diversidade de temas/conteúdos abordados, tais como: Astronomia, Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade e Magnetismo, Óptica, além de Física Moderna e Contemporânea, os quais podem ser aplicados em níveis distintos de ensino, conforme apresentado na sequência.

Quadro 2: Identificação dos trabalhos selecionados que abordam a metodologia dos 3MP voltada à Educação Básica, de acordo com os periódicos exclusivamente nacionais de versão on-line, da área de Ensino de estratos restritos A1, A2 e B1.

Continua

Título	Autores	Ano	Tema/Conteúdo abordado	Periódico/Qualis
A Perspectiva Freiriana na Formação Continuada de Professores de Física	Giselle Watanabe Caramello, Marcelo Zanotello e Marcelo Oliveira da Costa Pires	2014	Universo, Terra e Vida; Som, Imagens e Comunicação; Matéria e Radiação	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (Qualis A2)
A significação conceitual na estruturação dos momentos pedagógicos: um exemplo no ensino de Física	Johnathan Cabrera Miguel; Hamilton Perez Soares Corrêa; Simoni Tormöhlen Gehlen	2014	Natureza da luz	EENCI (Qualis B1)
A tecnologia do motor elétrico para o ensino de Eletromagnetismo numa abordagem problematizadora	Cristina Fátima de Jesus Silva Pires, Paulo Celso Ferrari, José Rildo de Oliveira Queiroz	2013	Eletromagnetismo	RBECT (Qualis A2)
Concepções de alunos da EJA sobre raios e fenômenos relacionados	Robenil dos Santos Almeida, Welington Cerqueira Júnior, Eider de Souza Silva	2016	Eletricidade Atmosférica	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (Qualis A2)

Conclusão

Título	Autores	Ano	Tema/Conteúdo abordado	Periódico/Qualis
Contribuições dos objetos de aprendizagem para ensinar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes nas aulas de Física.	Ana Marli Bulegon; Liane Margarida Rockenbach Tarouco	2015	Termodinâmica	Ciência & Educação (Qualis A1)
Investindo na formação de professores de ciências do ensino fundamental: uma experiência em Física térmica	Nelson Luiz Reyes Marques; Ives Solano Araújo	2010	Calorimetria	EENCI (Qualis A2)
Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos?	Kleber Briz Albuquerque, Paulo José Sena dos Santos, Gabriela Kaiana Ferreira	2015	Ótica	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (Qualis A2)
Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade	Josué Antunes de Macêdo, Adriana Gomes Dickman, Isabela Silva Faleiro de Andrade	2012	Eletricidade	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (Qualis A2)
Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da Relatividade Restrita	Janete Francisca Klein Köhnlein, Luiz Orlando de Quadro Peduzzi	2005	Relatividade Restrita	Caderno Brasileiro de Ensino de Física (Qualis A2)

Fonte: Os autores (2018).

De modo geral, as produções obtidas e analisadas compreendem a metodologia dos 3MP como uma estratégia de ensino que possibilita a troca de experiências, estimulando, dessa forma, o uso sistemático da dialogicidade. Neste sentido, questões problematizadoras relacionadas ao cotidiano dos alunos evidenciam suas concepções espontâneas, possibilitando que ocorra uma quebra de ruptura entre conhecimento do senso comum e conhecimento científico. Conseqüentemente, evidencia-se o pensamento crítico e a necessidade de aquisição de novos conhecimentos. Tal concepção está de acordo com a proposta de Paulo Freire (1996) por um ensino que favoreça o saber crítico dos estudantes.

Como exemplo, Albuquerque (2012) apresenta uma proposta de ensino utilizando-se dos 3MP, a qual possibilita aos professores discutir ciências com estudantes do ensino médio. Segundo a autora, ao utilizar como problematização

inicial a mudança de categoria do Astro Plutão foi possível identificar algumas dificuldades dos alunos sobre o tema (tais como diferenciar planetas e estrelas), além de aguçar a curiosidade dos mesmos e viabilizar discussões de temas de Astronomia, os quais foram selecionados a partir da problematização das falas dos alunos. Nesse sentido, propôs uma atividade que possibilitasse o conhecimento das principais características dos corpos celestes a fim de diferenciá-los, os estudantes sentiram a necessidade buscar novos conhecimento para compreender o tema. Além disso, a discussão inicial oportunizada no Primeiro Momento Pedagógico possibilitou que os estudantes refletissem sobre as características da ciência, percebendo que a mesma está em constante transformação.

De acordo com Albuquerque, Santos e Ferreira (2015), o Primeiro Momento Pedagógico (Problematização inicial) é o ponto de partida para despertar o interesse e participação dos estudantes em sala de aula, possibilitando que os mesmos sintam a necessidade de buscar novas respostas sobre o tema trabalhado. Neste sentido, os autores apresentam como desenvolveram uma proposta de ensino para o estudo de óptica, por meio de atividades em grupo, onde cada grupo recebeu um tema de óptica com uma problematização inicial, oportunizando o diálogo entre os estudantes.

Logo, uma das características dos 3MP está na articulação de assuntos que visem problemas a serem resolvidos. De acordo com Muenchen e Delizoicov, (2014, p. 634), “ao se problematizar, de forma dialógica, pretende-se que os conceitos sejam integrados à vida e ao pensamento do educando”. Deste modo, “a construção do conhecimento também ocorre a partir dos conhecimentos prévios que os estudantes possuem sobre os questionamentos que lhes estão sendo propostos, podendo esse ser entendido, então, como ponto de partida para a construção do conhecimento científico dos alunos” (FERREIRA; PANIZ; MUENCHEN, 2016, p. 514). Além disso:

[...] o discente se torna capaz de associar o conhecimento que está sendo construído por meio das problematizações de sua realidade, as quais contribuem também para motivá-lo quanto à oralidade, uma vez que ela provoca certa inquietação nos alunos, por gerar discussões a partir do contexto em que eles estão inseridos (FERREIRA; PANIZ; MUENCHEN, 2016, p. 514).

Em busca desse diálogo problematizador, Almeida, Júnior e Silva (2016), desenvolveram um minicurso para estudante do segundo ano da Educação de Jovens e Adultos – EJA, com a finalidade de identificar e analisar algumas concepções espontâneas sobre fenômenos associados à eletricidade atmosférica. Segundo os autores, foi possível promover um processo dialógico ativo em todas as etapas do minicurso, o que viabilizou a análise das concepções espontâneas dos estudantes sobre o tema abordado (ALMEIDA; JÚNIOR; SILVA, 2016).

Com a mesma perspectiva, Pires, Ferrari e Queiroz (2013) discutiram em seu trabalho o desenvolvimento de aulas dialógicas e problematizadas referente à tecnologia do motor elétrico, com a finalidade de investigar suas contribuições para o ensino de Eletromagnetismo em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola particular.

Segundo os autores, os resultados obtidos indicam que o uso de um objeto tecnológico (neste caso, o motor elétrico) como recurso didático de caráter teórico-experimental em uma abordagem problematizadora, possibilitou a transformação da curiosidade ingênua em curiosidade epistemológica, facilitando o estabelecimento do diálogo problematizador, revelando o aspecto aplicado do conhecimento científico e facilitando a compreensão conceitual (PIRES; FERRARI; QUEIROZ, 2013).

A dimensão epistemológica da problematização foi explorada por Marengão (2012) com estudantes de um curso técnico do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA. Neste trabalho, os próprios estudantes foram levados a identificar/formular problemas de Física relacionados ao cotidiano e que gostariam que fossem respondidos no estudo de Física. Perguntas, tais como: “Por que o avião não cai”? Ou “Como funciona um motor de carro”? Foram apresentadas. Essa pesquisa revelou o envolvimento dos estudantes durante todo o processo e não somente na Problematização inicial, sendo trabalhados conteúdos de Mecânica, Quantidade de Movimento e Força.

Os resultados apresentados até o momento corroboram com as concepções de Bonadiman e Nonenmacher (2003) por um ensino de Física mais comprometido com a discussão, com a compreensão e com a construção de seus conceitos. Segundo Sasseron e Machado (2017), os temas trabalhados em sala de aula precisam estar em concordância com a realidade dos estudantes.

Neste sentido, Centa e Muenchen (2016) consentem que a problematização permite aos estudantes a compreensão do mundo que vivem. Segundo os autores, a motivação em aprender ocorre na mesma intensidade em que surge o estímulo para superar o problema.

Buscando problematizar as aulas de Ciência sobre o tema Astronomia, Ferreira (2013) propôs um curso de formação continuada com o objetivo de investigar os movimentos dos planetas no Sistema Solar, relacionando a observação cotidiana e os modelos científicos atualmente aceitos. Embora o foco da pesquisa não fosse investigar a aceitação dos professores cursistas sobre os 3MP, a autora percebeu que os professores gradativamente foram identificando cada etapa do processo.

Sales (2014) também desenvolveu e analisou um curso de formação continuada. Contudo, neste trabalho se apropriou da problematização para fomentar uma discussão com os professores a respeito da inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea nas salas de aula do Ensino Médio.

Para isso, utilizou-se a dinâmica dos 3MP com o objetivo de conseguir maior participação dos professores cursistas, em virtude dessa dinâmica respeitar as experiências e conhecimentos dos envolvidos.

O curso organizou-se em seis encontros. O primeiro fora destinado à problematização inicial, na qual os cursistas justificaram a inserção do tema no Ensino Médio. Os três encontros seguintes foram destinados à organização do conhecimento, onde fora aberto espaço para discutirem sobre estratégias didáticas que poderiam ser utilizadas no desenvolvimento do tema, como o uso de experimentos, objetos de aprendizagem e História da Ciência.

Por fim, os dois últimos encontros foram reservados para aplicação do conhecimento, com os professores sendo convidados a discutir sobre a viabilidade da implantação do tema no ensino médio, além de apresentarem sugestões para sua inserção. Segundo a autora, a dinâmica empregada favoreceu o exercício de construção de um curso que apresentasse características dialógicas e problematizadoras, rompendo com as marcas da transmissão direta de conteúdo.

Vale ressaltar que os trabalhos de Ferreira (2013) e Sales (2014), apesar de desenvolvidos em cursos de formação continuada, foram considerados por tratarem de propostas voltadas à Educação Básica. Neste sentido, Caramello, Zanotello e Pires (2014) ressaltam que a utilização dos 3MP por docentes em

formação continuada promove novas possibilidades de práticas pedagógicas a serem desempenhadas em sala de aula.

Contudo, a utilização de uma metodologia de ensino que não seja a tradicional (somente expositiva), constitui um desafio para docentes e alunos. Os autores relatam que durante a realização de um curso de formação continuada, cujo objetivo foi investigar aspectos da aplicação dos 3MP em turmas do 1º, 2º e 3º ano de Física no ensino médio, os professores alegaram que apesar de ser uma metodologia interessante para a aprendizagem do estudante, os 3MP requerem um maior empenho do docente, que obrigatoriamente deverá possuir um amplo conhecimento sobre a temática.

Esse fato revela a necessidade de investir na divulgação de novas metodologias, para que práticas tradicionais não seja o único método incutido nas salas de aulas. A pluralidade de recursos didáticos (característica enfatizada na etapa da Organização do conhecimento) incentiva o desenvolvimento de atividades pautadas em reportagens de revistas, trechos de livros científicos, vídeos, documentários, simuladores, aulas práticas e até aulas expositivas (CARMELLO; ZANOTELLO; PIRES, 2014).

No que se refere às potencialidades dos experimentos didáticos, Marques e Araújo (2010) desenvolveram uma proposta de ensino para se trabalhar conceitos de Física Térmica com alunos dos cursos Normal de magistério e Pedagogia. Empregando a dinâmica dos 3MP, propuseram nas etapas do processo, por exemplo, a construção de termoscópios e termômetros.

Também utilizando como estratégia o uso de experimentos, Miguel, Corrêa e Gehlen (2014) desenvolveram atividades pautadas nos 3MP e nas etapas da Significação Conceitual¹³, com o objetivo investigar a apropriação de alguns conceitos relativos ao estudo sobre a natureza da luz, por estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública.

De acordo com os autores os 3MP são um recurso flexível que permite a junção de outras abordagens metodológicas, sendo adaptadas de acordo com a

¹³ A Significação Conceitual é organizada em três etapas: 1) Problematização: buscar e explicitar o primeiro entendimento que os alunos têm sobre a problemática e fica posta a necessidade de novos conhecimentos; 2) Primeira elaboração: remete para textos de aprofundamento, de atividades que vão desembocar num trabalho de finalização e socialização; 3) Função da elaboração e compreensão conceitual: que se enquadra como nível conceitual atribuído a cada ciclo de estudos ou série, e a volta ao problema em foco, quando deve ocorrer a sistematização (MIGUEL; CORRÊA; GEHLEN, 2014, p. 71 apud AUTH, 2002, p.141).

necessidade de cada plano de ensino. Neste sentido, Laburú, Arruda e Nardi (2003) sugerem que o uso de estratégias de ensino variadas potencializa a aprendizagem dos diferentes estudantes, ou seja, quanto mais variado e rico for o meio intelectual, metodológico ou didático fornecido pelo docente, maiores condições ele terá de desenvolver uma aprendizagem satisfatória à maioria de seus alunos. De qualquer forma, é evidente que “não existem procedimentos metodológicos que satisfaçam a todos os alunos” (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003, p. 257).

Baseado em uma abordagem histórico-filosófica da Teoria da Relatividade Restrita, Köhnlein e Peduzzi (2005) desenvolveram um Módulo Didático com estudantes do ensino médio de um colégio público. Neste trabalho, os autores constataram que a metodologia dos 3MP é capaz de envolver o estudante nas discussões em sala de aula e promover o seu interesse. Contudo, o uso de recursos didáticos como Histórias em Quadrinhos, História da Ciência, textos, fotografias, análise de figuras, seminários e dramatizações foram fundamentais para alterar a opinião dos estudantes sobre o trabalho realizado em classe, de modo que:

“[...] as atitudes adotadas por eles durante as aulas revelaram uma grande receptividade em relação a conteúdos históricos e filosóficos, quando estes são articulados com estratégias de ensino diversificadas. Evidencia-se que, para a grande maioria deles, a abordagem realizada foi diferente daquela utilizada tradicionalmente na disciplina de Física, levando-os a se interessarem mais pelas aulas desenvolvidas” (KÖHNLEIN; PEDUZZI, 2005, p. 63).

Bulegon e Tarouco (2015) analisaram as contribuições dos objetos de aprendizagem para ensinar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes do 2º ano do Ensino Médio nas aulas de Física. Para tal, elaboraram um conjunto de atividades para o ensino de Termodinâmica, fundamentada nos 3MP e organizada de acordo com o Ciclo de Kolb¹⁴, suscitando o uso de vídeos, textos e simulações. Os autores destacam que as atividades desenvolvidas possibilitam uma maior participação, interação e colaboração dos estudantes no processo de construção do conhecimento, evidenciando o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo.

¹⁴ O Ciclo de Kolb é composto pelas etapas: (a) Experiência concreta: etapa que busca investigar os conhecimentos prévios dos estudantes provindos das experiências vividas por cada um; (b) Observação reflexiva: etapa que proporciona o confronto das experiências concretas de cada estudante com as experiências concretas dos outros estudantes; (c) Conceituação abstrata: etapa da sistematização do conhecimento novo. Nela, os estudantes são levados a estabelecerem as ligações possíveis entre os diversos conhecimentos anteriores e os conhecimentos novos; (d) Experimentação ativa: etapa da verificação da aprendizagem (BULEGON; TAROUCO, 2015, p. 751).

Deste modo, os alunos assumiram uma postura de colaborador e autor de seu próprio conhecimento. No entanto, os autores alertam que “se não forem trabalhadas a partir de roteiros elaborados segundo uma proposta metodológica apropriada, podem não promover o desenvolvimento do pensamento crítico” (BULEGON; TAROUÇO, 2015, p. 760). Por isso, a necessidade de metodologias que direcionem o uso adequado de recursos didáticos.

Independente da articulação utilizada nos 3MP, o ensino de ciências deve formar sujeitos críticos e atuantes, possibilitando transformações em suas realidades (SCHNEIDER et al., 2018). Nesta perspectiva, Macêdo, Dickman e Andrade (2012) elaboraram uma série de atividades utilizando simulações computacionais visando o ensino de conhecimentos básicos de Eletromagnetismo.

Neste trabalho, as atividades desenvolvidas possibilitaram que os estudantes analisassem, avaliassem e compreendessem, como exemplo, “os impactos sociais advindos das descobertas científicas e do desenvolvimento tecnológico, tal como os danos causados, bem como os benefícios decorrentes da construção de uma usina hidrelétrica” (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, p. 576, 2012). Portanto, assim como proposto por Delizoicov e Angotti (1991), os 3MP possibilitaram que os estudantes desenvolvessem a capacidade de analisar e interpretar situações iniciais da temática, assim como outras situações que não estavam diretamente ligadas a problematização inicial.

Considerações finais

Diante da revisão sistemática da literatura realizada para o período de 2007 a 2017, evidencia-se uma carência de trabalhos que utilizam da metodologia dos 3MP como proposta metodológica para o ensino de Física na Educação Básica. Contudo, os trabalhos analisados reconhecem que essa metodologia proporciona um maior envolvimento dos estudantes em sala de aula, garantindo, dessa forma, a troca de experiências e o uso do diálogo, o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo, além de uma aproximação do conhecimento científico com as situações do cotidiano.

Tais resultados nos motivam a investir em propostas de ensino que empreguem os 3MP como metodologia, a fim de suprir as deficiências que o ensino de Física tem enfrentado no ensino médio.

Apesar da maioria dos trabalhos analisados possuírem como público alvo estudantes do Ensino Médio, diversas atividades propostas podem ser utilizadas por professores para aplicação na educação básica. Neste sentido, no que se refere à formação docente e sua capacitação, a utilização dos 3MP promove novas possibilidades de práticas pedagógicas a serem desempenhadas em sala de aula. Como exemplo, destaca-se a utilização de recursos didáticos e estratégias de ensino variadas, as quais potencializam a aprendizagem dos diferentes estudantes.

Entretanto, como defendido por Muenchen e Delizoicov (2012), sua adoção corresponde a um desafio tanto para docentes como para estudantes, por se tratar de uma prática que vai contra os usuais métodos tradicionais de ensino.

Observa-se nos 3MP uma excelente forma de pensar e modificar as metodologias de ensino, rompendo com a concepção tradicional em que o estudante desempenha um papel passivo no processo educativo (ALBUQUERQUE; SANTOS; FERREIRA, 2015). Diante de sua implantação, “a participação do estudante e o seu cotidiano assumem um papel de destaque na prática educativa, proporcionando à educação um avanço no que se refere ao ensino tradicional” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2012, p. 212).

Esses resultados refletem a necessidade de mais pesquisas que se apropriem da dinâmica dos 3MP, a fim de melhor compreender seu emprego em uma perspectiva metodológica de ensino, pois em um cenário na qual o ensino de Física anseia por novas metodologias, essa dinâmica apresenta-se como um caminho para mudanças no ensino de Física.

Referências

ALBUQUERQUE, K. B.; SANTOS, P. J. S.; FERREIRA, G. K. Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 2, p. 461-482, mar. 2015.

ALBUQUERQUE, V. N. **O caso Plutão e a natureza da ciência**: uma proposta para alunos do ensino médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ALMEIDA, R. S; JÚNIOR, W. C; SILVA, E. S. Concepções de alunos da EJA sobre raios e fenômenos relacionados. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 507-526, set. 2016.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, vol.1, nº especial, nov. 2007.

AUTH, M. A. **Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora**. Tese de Doutorado. PPGE/UFSC. Florianópolis, 2002.

BONADIMAN, H; NONENMACHER, S. E. B. Ensino de Física: uma proposta metodológica. **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, São Paulo 25-29 de novembro de 2003.

BRASIL, Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. V. 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: 2006.

BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996.

BRASIL, **PISA 2015**: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

BULEGON, A. M.; TAROUCO, L.M. R. Contribuições dos objetos de aprendizagem para ensejar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes nas aulas de Física. **Ciências & Educação**, Bauru, v. 21, n. 3, p. 743-763, 2015.

CARMELLO, G. W; ZANOTELLO, M.; PIRES, M. O. C. A perspectiva freireana na formação continuada de professores de física. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 51-72, nov. 2014.

CENTA, F. G; MUENCHEN, C. O Despertar para uma Cultura de Participação no Trabalho com um Tema Gerador. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.9, n.1, p.263-291, maio 2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia no ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. e PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FERREIRA, F. P. **A forma e os movimentos dos planetas do sistema solar**: uma proposta para a formação do professor em astronomia. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

FERREIRA, M. V.; PANIZ, C. M.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos em consonância com a abordagem temática ou conceitual: uma reflexão a partir das pesquisas com olhar para o ensino de ciências da natureza. **Ciência e Natura**, v.38, n.1, p. 513-525, jan. /abr., 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GRAF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 1: Mecânica**. São Paulo: Edusp, 2006.

KITCHENHAM, B. A. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. Tech. Report TR/SE-0401, Keele University, 2014.

KÖHNLEIN, J. F. K; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da Relatividade Restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 36-70, jan. 2005.

LABURÚ, C. E; ARRUDA, S. M; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**. (Bauru) vol.9, n.2, pp.247-260, 2003.

MACÊDO, J. A; DICKMAN, A. G; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, p. 562-613, ago. 2012.

MARENGÃO, L. S. L. **Os Três Momentos Pedagógicos e a elaboração de problemas de Física pelos estudantes**. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

MARQUES, N. R. L; ARAÚJO, I. S. Investindo na formação de professores de ciências do ensino fundamental: uma experiência em física térmica. **Experiências em Ensino de Ciências** –V5(3), pp. 131-152, 2010

MIGUEL, J. C., CORRÊA, H. P. S.; GEHLEN, S. T. A significação conceitual na estruturação dos momentos pedagógicos: um exemplo no ensino de física. **Experiências em Ensino de Ciências** V.9, Nº 2, 2014.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica). Florianópolis: UFSC/PPGECT, 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Online), Belo Horizonte/MG, v. 14, n. 03, p. 199-215, set. /dez. 2012.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação**, Bauru, vol.20, n.3, p.617-638, 2014.
PIRES, C. F. J. S., FERRARI, P. C., QUEIROZ, J. R. O. A tecnologia do motor elétrico para o ensino de Eletromagnetismo numa abordagem problematizadora. **R. B. E. C. T.**, vol. 6, núm. 3, set-dez.2013.

SALES, N. L. L. **Problematizando o ensino de física moderna e contemporânea na formação continuada de professores:** uma análise das contribuições dos três momentos pedagógicos na construção da autonomia docente. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SASSERON, H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na prática:** inovando a forma de ensinar Física. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SCHNEIDER, T. M.; PANIZ, C. M.; MAGOGA, T. F.; FERREIRA, M. V.; MUENCHEN, C. Os Três Momentos Pedagógicos e a Abordagem Temática na Educação em Ciências: um olhar para as diferentes perspectivas. **Ensino & Pesquisa**, v.16, n. 1, p.150-172, 2018.

4 A ABORDAGEM DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ESTUDO DE VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA¹⁵

Resumo: Este trabalho consiste em um relato de experiência referente à abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos aplicada em uma turma de Formação de Docentes na disciplina de Física. O objetivo foi desenvolver o conteúdo específico de velocidade escalar média em consonância à educação no trânsito, além de analisar as possibilidades que esta abordagem pode proporcionar nas aulas Física. A análise deu-se pela avaliação qualitativa dos argumentos dos estudantes construídos ao longo das atividades propostas, a fim de identificar, se de fato, conseguiram refletir sobre a importância de se estudar a velocidade escalar média, além de observar como essa metodologia pode motivar os estudantes a tornarem-se sujeitos críticos e reflexivos de suas próprias experiências.

Palavras-chave: Três Momentos Pedagógicos, problematização, Ensino de Física, velocidade escalar média, educação no trânsito.

The approach of the three pedagogical moments in the study of average scalar velocity

Abstract: This work consists of an experience report with a methodological approach of the Three Pedagogical Moments applied in a class of Teachers Training in the discipline of Physics. The objective was develop the specific content of average scalar velocity in communion to traffic education, in addition to analyzing the possibilities that this approach can provide in Physics classes. The analysis was based on the qualitative evaluation of the arguments of the students constructed along the proposed activities, in order to identify, if indeed, they were able to reflect on the importance of studying the average scalar velocity, besides observing how this methodology can motivate the students to become critical and reflective subjects of their own experiences.

Keywords: Three Pedagogical Moments, problematization, Physics Teaching, average scalar velocity, traffic education.

Introdução

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2000) definem a Física como um conhecimento que permite investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo em que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias, tornando-se assim, indispensável à formação da cidadania

¹⁵ Publicado na Revista Experiências em Ensino de Ciências, v.13, n. 1, p. 187-197, abr., 2018. Disponível em < http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID465/v13_n1_a2018.pdf >.

contemporânea. Nesse aspecto, Delizoicov e Angotti (1991) enfatizam que a Física, enquanto área do conhecimento é necessária para a formação do estudante do Ensino Médio, pois, conjuntamente com a Química, a Biologia e a Matemática, deverão garantir uma base de formação científica. Por esta razão, o trabalho didático-pedagógico desenvolvido pelo professor deve permitir a apreensão de conceitos, leis, relações da Física e sua utilização, assim como da sua aproximação com fenômenos relacionados a situações vivenciadas pelos alunos, sejam de origem natural ou de origem tecnológica.

Em contrapartida, o ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, de leis e fórmulas, de maneira desarticulada, distanciando-se da realidade presenciada pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado (BRASIL, 2000). Conseqüentemente, o ensino de Física na Educação Básica vem se reduzindo a um trabalho extremamente frustrante de assimilação de fórmulas destinadas unicamente à resolução de problemas propostos por ocasião das provas (BEN-DOV, 1996).

Em geral, o ensino da Física na educação contemporânea estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados, centrado no docente, focado no treinamento para as provas, ensinando respostas corretas, sem questionamentos e abordando a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro de texto ou em uma apostila (MOREIRA, 2014).

Deste modo, uma metodologia que favoreça a interação professor e aluno tornar-se um caminho para as aulas mais dinâmicas, dialogadas e problematizadoras, estabelecendo uma conexão entre o senso comum dos educandos e a apropriação do conhecimento científico, refletindo diretamente em seu cotidiano. Neste sentido, a abordagem metodológica dos Três momentos Pedagógicos surge com o objetivo de auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de Física, possibilitando um maior envolvimento dos alunos na construção de seu próprio conhecimento.

Diante do exposto, este trabalho consiste em um relato de experiência referente à abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos aplicada em uma turma de Formação de Docentes na disciplina de Física, cujo objetivo foi desenvolver o conteúdo específico de velocidade escalar média em consonância à educação no trânsito, além de analisar as possibilidades que esta abordagem pode proporcionar nas aulas Física.

A dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos

A dinâmica denominada de Três Momentos Pedagógicos foi proposta por Delizoicov e Angotti (1991) e também investigada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), durante o processo de formação de professores na região de Guiné-Bissau, originada da transposição da concepção de Paulo Freire (1987) para um contexto de educação formal, que enfatiza uma educação dialógica, na qual o professor deve mediar uma conexão entre o que aluno estuda cientificamente em sala de aula, com a realidade de seu cotidiano.

Moreira (2014, p.4), entende que na educação dialógica, “estudar requer apropriação da significação dos conteúdos, a busca de relações entre os conteúdos e entre eles e aspectos históricos, sociais e culturais do conhecimento. Requer também que o educando se assume como sujeito do ato de estudar e adote uma postura crítica e sistemática”.

Por consequência, “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 2005). Logo, a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos vem ao encontro com essa ideia, buscando ser um meio facilitador para o crescimento do conhecimento do educando.

Nessa perspectiva, Delizoicov e Angotti (1991) caracterizam a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos em três etapas: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento. Que são especificados a seguir:

1ª) Problematização Inicial: segundo os autores é nessa etapa que se apresentam questões e/ou situações para discussão com os alunos, visando relacionar o estudo de um conteúdo com situações reais que eles conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. Ou seja, é na problematização que se deseja “aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expressado, quando este é cotejado com o conhecimento científico que já foi selecionado para ser abordado” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 201).

Portanto, esse primeiro momento é caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tema. É desejável ainda, que a postura

do professor se volte mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto que para responder e fornecer explicações.

2ª) Organização do Conhecimento: Delizoicov e Angotti (1991), explicam que no segundo momento:

Os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial devem ser sistematicamente estudados sob orientação do professor. Definições, conceitos, relações, leis, apresentadas no texto introdutório, serão agora aprofundados (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991, p. 29).

De acordo com Albuquerque, Santos e Ferreira (2015), esse é:

[...] o momento em que os conhecimentos científicos passam a ser incorporados nas discussões. Os alunos começam a desenvolver uma compreensão a respeito da problematização ou situação inicial. Entretanto, para que isso ocorra, materiais devem ser consultados e atividades devem ser sugeridas para complementar as discussões, no sentido de incentivar e melhorar a sistematização dos conhecimentos (ALBUQUERQUE; SANTOS; FERREIRA, 2015, p. 467).

Nessa perspectiva, Delizoicov e Angotti (1991), vem ressaltar a importância de diversificadas atividades, com as quais se poderão trabalhar para organizar a aprendizagem. Sugerem exposições, pelo professor, de definições e propriedades, além de formulações de questões (exercícios de fixação como dos livros didáticos), textos e experiências. Neste sentido, atualmente poderíamos acrescentar as mídias tecnológicas, como televisão, vídeos, filmes, programas tecnológicos, aplicativos de celulares, simulações, entre outros, de modo a auxiliar no processo da sistematização do conhecimento.

3ª) Aplicação do Conhecimento: essa última etapa aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo estudante “para analisar e interpretar tanto a situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento”. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991, p. 31).

Este é o momento importante para que os alunos encontrem relações entre os temas abordados, não apenas através dos conceitos, mas também de fenômenos que possam ter alguma conexão com as informações apresentadas. No entanto, o professor mantém a postura problematizadora, podendo trazer

questionamentos que não foram levantados pelos alunos, como informações e problemas que surgiram do decorrer dos momentos. Além disso, este é um bom momento para o professor formalizar alguns conceitos que não foram aprofundados pelos alunos. (ALBUQUERQUE; SANTOS; FERREIRA, 2015).

Tendo em vista esta abordagem metodológica, Santini e Terrazzan (2006), estabeleceram parâmetros para organizar situações de aprendizagem em Física. Assim, para que os alunos vivenciassem momentos de vinculação entre conhecimentos práticos da área técnica agrícola e as suas necessidades no cotidiano, usaram equipamentos agrícolas como recurso didático e sequências de atividades com base na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos.

Já Oliveira (2013), tendo como base a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, apresentou uma proposta para o ensino de Eletrodinâmica em um curso Técnico em Agropecuária integrado ao Ensino Médio, através de módulos didáticos, utilizando para isso, uma metodologia que visa preparar o aluno para uma vida ativa, onde ele possa ser criativo e reflexivo, fazendo a ligação entre a sua profissão e o ensino, de forma que possa realmente interferir e transformar a realidade socioeconômica da sua região, vinculando a aprendizagem à sua realidade.

Similarmente a essa pesquisa, Brust (2013) expôs em seu trabalho uma proposta para avaliar o papel da educação no trânsito associada à aula de cinemática, considerando possíveis mudanças de comportamento com relação a direção de futuros motoristas. Neste trabalho, a metodologia dos três momentos pedagógicos foi utilizada por proporcionar discussão entre os alunos e o professor e por ter caráter problematizador.

Recentemente, Lorenzoni e Recena (2017) descreveram as contribuições de uma sequência didática, com experimentos investigativos, contextualizada no tema “Queimadas”. Considerado um cenário regional no estado de Mato Grosso do Sul, abordaram os conceitos de calor, temperatura, sensação de frio e quente, equilíbrio térmico, transferência de calor, entre outros, essenciais ao estudo da Termoquímica. Neste sentido, utilizaram-se de textos contextualizados e experimentos com materiais simples e de fácil aquisição, focados em fenômenos do cotidiano relacionando-os ao tema e aos conceitos abordados na Termoquímica.

É notório que as pesquisas citadas compartilham da mesma preocupação do ensino de Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), em especial o ensino de Física, dado que, em conformidade às Orientações Curriculares

do Ensino Médio (BRASIL, 2006), deve assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador do estudante, o seu desejo de conhecer o mundo que se habita. Logo, ao se ensinar Física devem-se estimular as perguntas e não somente dar respostas a situações idealizadas.

Em virtude desses ideais, busca-se com a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos um meio de contribuir com o diálogo entre professor e estudante, valorizando as concepções espontâneas dos estudantes, problematizando e contextualizando situações com objetivo de ampliar sua visão do mundo.

Relato de experiência: análise e discussão

Essa experiência aconteceu com a turma de 3º ano de Formação de Docentes, que é equivalente ao Ensino Médio, com o objetivo de formar professores de Educação Infantil. Realizado em um Colégio Estadual no município de Rancho Alegre, Paraná, Brasil, na qual tiveram o primeiro contato com a disciplina de Física, com três aulas semanais. A turma é constituída por 12 estudantes. Sendo 11 meninas e 1 menino. Com idades que variam entre 16 e 33 anos.

Com o objetivo de desenvolver o conteúdo específico de velocidade escalar média em consonância à educação no trânsito, tendo como base os Três Momentos Pedagógicos, as atividades planejadas e desenvolvidas em sala de aula foram sistematizadas conforme Quadro 1.

Note que inicialmente procurou-se relacionar o conteúdo com situações reais do cotidiano, compreender a posição dos alunos frente ao tema, além de realizar um levantamento de questões relacionadas. Posteriormente, com a apresentação dos conceitos relacionados e atividades propostas, procurou-se realizar a sistematização do conhecimento e, por fim, analisar de forma qualitativa os argumentos construídos pelos estudantes ao longo das etapas de Organização e de Aplicação do Conhecimento.

Quadro 1. Síntese das etapas dos Três Momentos Pedagógicos: Estudo da Velocidade Escalar Média

Etapa	Aulas	Atividades
Problematização inicial	1 aula	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura de reportagens que retratam acidentes de trânsito. - Discussão sobre a “alta velocidade” ser uma das causas de acidentes no trânsito. - Levantamento de questões sobre o tema de velocidade.
Organização do conhecimento	4 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação dos conceitos relacionados ao tema. - Realização de atividades, tais como resolução de listas de exercícios baseada em imagens, resolução de problemas conceituais referentes à velocidade escalar média, apresentação de questões contextualizadas referentes à problemática inicial.
Aplicação do conhecimento	2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura complementar, discussão e produção de texto crítico a respeito do funcionamento e utilização dos radares. - Apresentação e discussão do vídeo: “<i>E se você fosse convidado para o seu próprio funeral?</i>” Que busca conscientizar os motoristas dos perigos da alta velocidade e da imprudência no trânsito. - Atividade avaliativa final

Fonte: Os autores (2017).

A análise se deu a fim de identificar, se de fato, conseguiram refletir sobre a importância de se estudar a velocidade escalar média e observar como essa metodologia, pode motivar os estudantes a tornarem-se sujeitos críticos e reflexivos de suas próprias experiências. Os dados incluíram produções escritas pelos estudantes, sendo analisados de forma indutiva, na qual as generalizações foram constatadas a partir da observação do professor. Ou seja, contemplando “exclusivamente a experiência, sem levar em consideração princípios preestabelecidos” (GIL, 2008, p. 10). Logo, os resultados apresentam citações realizadas a partir desses dados para fundamentar as ideias e observações do professor.

1º Momento Pedagógico: Problematização inicial

No primeiro momento os estudantes receberam alguns recortes de jornal com temas envolvendo acidentes de trânsito. A partir das leituras, os estudantes entre si, iniciaram discussões sobre as reportagens. Alguns lembraram acontecimentos, tais como a morte do filho da atriz Cissa Guimarães (nome artístico de Beatriz Gentil Pinheiro Guimarães, apresentadora de televisão e atriz brasileira), atropelado pelo estudante Rafael Bussamra, que disputava um racha no túnel Acústico, na Gávea, zona sul do Rio de Janeiro, no dia 20 de julho de 2010.

Outro estudante relatou ter assistido no telejornal que uma modelo de 19 anos havia sido morta em um acidente por um motorista suspeito de embriaguez. A jovem estava em um carro parado no semáforo, quando foi atingido na traseira pelo motorista bêbado, no Rio de Janeiro. Testemunhas relataram que o motorista estava em alta velocidade. Alguns alunos relataram como alguns filmes, tais como “*Velozes e Furiosos*” e “*Need For Speed*”, incentivam jovens e adolescentes a reproduzir o cinema na vida real, colocando a própria vida e a de inocentes em risco devido à imprudência de alta velocidade.

A partir dessas situações, cada estudante começou a expressar suas opiniões e algumas críticas sobre as causas de acidentes no trânsito. Logo, surgiram as seguintes questões:

- Por que as pessoas estão sempre dirigindo em alta velocidade?
- As fiscalizações por radar eletrônico e as multas devido às infrações, ajudam na prevenção de acidentes de trânsito?
- Quais os principais fatores que geram acidentes de trânsito?

Percebe-se que os estudantes relacionaram situações reais que fazem parte do seu cotidiano com o tema de estudo. Portanto, as reportagens serviram de recurso motivador para o desenvolvimento da aula. Nesse sentido, o professor vem atuar como mediador na construção do conhecimento, organizando as questões elaboradas pelos alunos, além de atuar como um problematizador, sugerindo novas questões pertinentes ao tema:

- Como se determina a velocidade média de um veículo?
- Qual a unidade de medida da velocidade média?
- Como funciona o radar eletrônico?

Com base nestas questões, as Orientações Curriculares do Ensino Médio propõem que:

Os conhecimentos prévios dos alunos, e a exploração de suas contradições e limitações pelo professor, exigem que este elabore situações e problemas que o aluno não faria sozinho e que tenham o potencial de levar à aquisição de um conhecimento que o educando ainda não possui, mas que passará a ter significância dentro dos esquemas conceituais do aluno (BRASIL, 2006, p. 51).

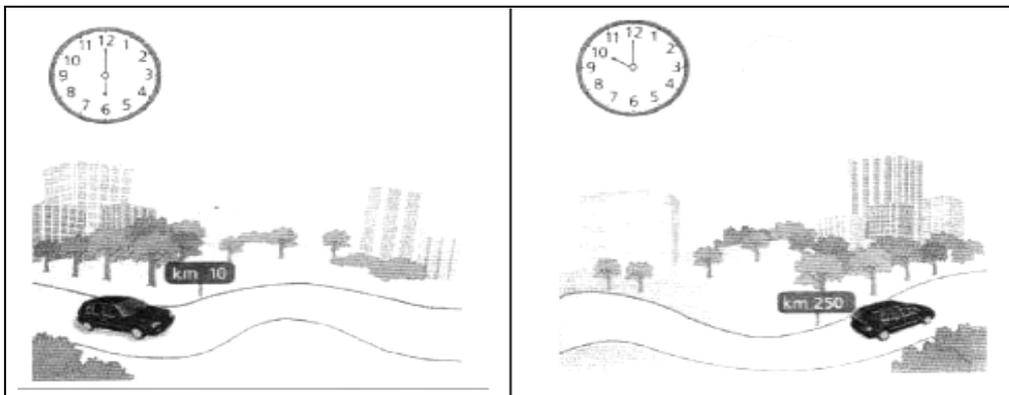
Assim, após estes questionamentos, os estudantes passaram a apresentar dificuldades acerca da formulação de respostas frente as

problematizações levantadas, porém já percebiam que o tema da aula envolvia o estudo de velocidade. Alguns disseram nunca terem se interessado sobre o funcionamento dos radares eletrônicos. Outros comentaram que os pais já receberam multas, devido ao excesso de velocidade. No mais, uma barreira de compreensão sobre o tema foi levantada, ficando evidente a limitação do conhecimento referente ao tema. Deste modo, o segundo momento será necessário com o objetivo de sistematizar as questões iniciais, na qual o professor irá enriquecer as concepções espontâneas dos estudantes dando mais qualidade e elucidando noções equivocadas.

2º Momento Pedagógico: Organização do conhecimento

Nessa fase, os conhecimentos científicos do tema foram apresentados por meio de atividades previamente elaboradas com o objetivo de estudar sistematicamente a problematização inicial. A primeira proposta de atividade consistia na observação de duas imagens entregue aos alunos, apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2. Atividade 1.



Fonte: Coelho (2014).

Após essa observação os alunos foram levados a responderem as seguintes questões:

- Qual o caminho percorrido do veículo?
- Qual o intervalo de tempo desse caminho percorrido?
- Qual será a velocidade escalar média nessa situação?

Os alunos já possuíam conhecimentos prévios sobre os conceitos de caminho percorrido e intervalo de tempo, logo as repostas dessas duas primeiras

perguntas foram satisfatórias. Todos concordaram que o caminho percorrido pelo carro foi de 240 km e que o intervalo de tempo correspondente foi de 4 horas. A discussão sobre a situação se deu de forma dialogada sendo registradas do quadro de giz as repostas dos alunos. Contudo, em relação à terceira questão, tiveram um pouco de dificuldade nas respostas. Um aluno respondeu que a velocidade média seria 240 km/h. Por outro lado, outro aluno discordou dessa resposta, pois se o objetivo é determinar a média da velocidade, então o correto deverá ser dividir o caminho percorrido pelo veículo pelo tempo que ele percorreu na estrada. Obtendo como resposta 60 km/h.

Observa-se que nessa situação, alguns dos alunos já demonstravam conhecimentos prévios do conceito de média, o que contribuiu para a resolução do problema. De fato, os alunos conseguiram chegar à resposta correta, sem a necessidade de formalização do conceito relativo à velocidade escalar média. De qualquer forma, no momento seguinte o conceito relativo à velocidade escalar média foi formalizado, confirmando que, em média, o caminho percorrido foi de 60 km por hora, resultando em 240 km após 4 horas. Por definição, velocidade escalar média V_m , é definida por:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Onde, ΔS corresponde ao caminho percorrido e Δt ao intervalo de tempo correspondente. Observa-se de acordo com a equação acima que, para um dado caminho percorrido, a velocidade escalar média V_m é inversamente proporcional ao intervalo de tempo correspondente. Logo, quanto menor o intervalo de tempo, maior será a velocidade escalar média.

Nesse momento também foi necessário discutir sobre a unidade de velocidade escalar média, deixando claro que, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (S.I) a unidade utilizada é m/s (metros por segundo). Contudo, o km/h (quilômetros por hora) é comumente utilizado.

Neste sentido, eventualmente se faz necessário realizar a conversão entre essas duas unidades. Assim, para converter m/s em km/h, basta multiplicar o valor da velocidade por 3,6. A conversão inversa, de km/h para m/s, é obtida realizando a operação inversa à multiplicação, ou seja, deve-se dividir o valor da

velocidade por 3,6. (TORRES et. al., 2013). Entretanto, apesar de apresentar esta regra de conversão, foi esclarecido e apresentado aos alunos a origem e o porquê da utilização do valor 3,6 para essa conversão.

Ainda na organização dos conhecimentos foi proposta a resolução de uma lista contendo exercícios de aplicação sobre o tema, além de atividades com questões contextualizadas. Ambas com o objetivo de se observar e analisar como os alunos estão se apropriando dos conhecimentos científicos na resolução de questões problematizadoras.

Como exemplo, uma determinada questão abordava o sistema controlador de velocidade escalar média utilizado na Itália, o chamado *Safety Tutor*¹⁶. Este se difere dos radares convencionais por não calcular a velocidade instantânea, mas sim a velocidade escalar média de um veículo num determinado trecho da estrada (normalmente trechos de 10 km a 25 km), pois nestes trechos existem os chamados “portais” com câmera, responsáveis por captar a imagem e o horário que o veículo passa, para, então, determinar sua velocidade média entre os “portais”.

Logo, foi questionado aos alunos uma situação em que, supostamente o limite de velocidade de uma determinada via fosse 110 km/h. Assim, considerando que um veículo passa pelo km 10 da estrada e o portal registra sua passagem às 13h30min; ao passar pelo portal seguinte, no km 30, o sistema registra novo horário, 13h40 min. Pergunta-se: o motorista deverá ser multado?

Em geral, alguns alunos encontraram dificuldades de interpretação do enunciado de alguns problemas, não conseguindo organizar as ideias devido a forma contextualizada das questões. Logo, sendo necessária a intervenção da professora para que os mesmos conseguissem organizar as ideias e chegarem a uma solução. Outros apresentaram dificuldades no momento de conversão de unidades de medida. Dessa forma, necessitou-se de uma atenção especial quanto a esse assunto em determinado momento. De qualquer forma, as atividades propostas serviram para que os alunos começassem a desenvolverem uma compreensão conceitual a respeito do tema abordado, possibilitando a incorporação dos conceitos científicos.

¹⁶ Demonstração do funcionamento *Safety Tutor* disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=-5IkK8FSWIQ>>

3º Momento Pedagógico: Aplicação do conhecimento

Dentre as questões abordadas anteriormente, o sistema controlador de velocidade escalar média, utilizado na Itália, foi tema de discussão, na qual, alguns alunos foram a favoráveis e outros contrários. Deste modo, procurando relacionar o tema abordado com outras situações cotidianas, a professora regente solicitou a leitura do texto: *Radares: como funcionam?* (RADAR NACIONAL, 2016) e propôs a produção de um texto crítico e individual.

Analisando a produção dos alunos, alguns estudantes associam a fiscalização por radares somente como uma forma de arrecadação de dinheiro coordenada pelo governo. Outros acreditam que a fiscalização é necessária, mas é importante haver a conscientização dos motoristas, pois a multa não impede o excesso de velocidade. Logo, essas punições não fazem os cidadãos refletirem suas ações. De qualquer forma, ainda não ficou evidente a incorporação dos conhecimentos científicos na discussão.

Para a atividade seguinte, foi apresentado o vídeo: *E se você fosse convidado para o seu próprio funeral?* Desenvolvido pelo Instituto Belga de Segurança no Trânsito, que procura conscientizar os motoristas sobre os riscos de dirigir em alta velocidade.

No vídeo foi dito a algumas pessoas que participavam do projeto, que elas encontrariam seus amigos em uma sala, mas quando entravam na sala, na verdade, estava acontecendo um falso velório delas mesmas, com amigos e familiares presentes. Este vídeo remete a uma reflexão sobre ações da sociedade no trânsito e destaca a importância de conscientizar os motoristas dos perigos da alta velocidade e da imprudência no trânsito.

Após uma breve discussão sobre o vídeo, na qual os alunos apresentaram suas críticas e opiniões, encaminhou-se a resolução de quatro questões avaliativas finais, que visavam abordar sistematicamente o conhecimento aprimorado pelo aluno, com o objetivo de analisar e interpretar tanto a problematização inicial como outros problemas que são explicados pelo mesmo conhecimento.

A primeira pergunta apresentava um texto informativo sobre as Lombadas eletrônicas, as quais funcionam de acordo com o conceito de velocidade média. A partir dessas informações foi proposta a resolução da seguinte situação:

Suponha que a distância entre os sensores instalados em uma rua seja de 1,5 m e que o tempo da passagem de um veículo determinado pelo sistema tenha sido de 0,075 s. Sabendo que o limite de velocidade máxima permitido é de 60 km/h, qual será a velocidade desse veículo determinada pela lombada eletrônica? O motorista será multado?

Percebeu-se que na resolução dessa questão, em geral, os alunos utilizaram-se do conhecimento científico (formulação matemática da velocidade escalar média) para a resolução da questão. Além disso, demonstraram domínio no que se refere à conversão de unidades, permitindo que se chegasse a uma conclusão plausível para a situação. Ou seja, fica evidente a incorporação do conhecimento científico de forma sistematizada.

A segunda e a terceira questão foram adaptadas de provas anteriores do ENEM, as quais contextualizam e relacionam o tema abordado com outros temas do cotidiano. Ademais, serviram como base para responder a quarta e última questão, na qual a docente questiona sobre a importância de se estudar a velocidade média em Física.

De acordo com a fala dos alunos, observa-se que os estudantes consideraram o estudo de velocidade escalar média importante para conscientização no trânsito, sendo uma maneira de se policiar sobre as oscilações de velocidade e, conseqüentemente, respeitar as leis de trânsito. Outros destacam a importância do tema para o vestibular, revelando a necessidade de relacionar os conteúdos de sala de aula em situações efetivas nas provas de vestibular.

Por fim, destacaram que *“a velocidade média é um dos estudos que a Física nos proporciona para algo que utilizamos no nosso dia-a-dia”*. Logo, esta frase remete à necessidade que os estudantes têm em sempre relacionar os conhecimentos escolares com os do cotidiano, proporcionando significado aos mesmos. É nesse momento que o aluno percebe que o conhecimento é acessível a qualquer cidadão. Evitando dessa forma, a excessiva dicotomização entre processo e produto, física de “quadro-negro” e física da “vida”, “cientista e não cientista” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991).

Considerações finais

Um conteúdo que tradicionalmente é apresentado de maneira superficial e sem foco específico, o estudo de velocidade escalar média teve seus conceitos ampliados, a partir da intervenção da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos no qual foram consideradas as concepções espontâneas que os estudantes trouxeram para a sala de aula.

Ao invés de uma aula tradicional, cujo conteúdo seria trabalhado somente pela mecanização de procedimentos matemáticos, a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos possibilitou novos questionamentos sobre o porquê de se realizar tais cálculos. Fica evidente que a aula nessa abordagem se demonstra mais dinâmica e dialogada.

Utilizando as reportagens de acidentes de trânsito como ponto de partida na etapa da Problematização inicial, o impacto foi visível, diante do interesse dos estudantes sobre o tema. Eles se envolveram, participaram, trocaram experiências, relataram situações semelhantes e trouxeram questionamentos que requeriam uma sistematização de conhecimentos. Além disso, o professor suscitou questionamentos que iam além dos seus conhecimentos prévios, com destaque para questões relacionadas ao funcionamento e utilização dos radares eletrônicos.

A partir da Organização dos conhecimentos, a sistematização do conteúdo proporcionou que os estudantes realizassem cálculos pertinentes, além de possibilitar uma discussão reflexiva sobre a problematização abordada. É notório que os estudantes defenderam suas ideias e concepções. Demonstraram pela escrita e pelo diálogo que são capazes de opinar em uma aula de Física. Portanto, fica evidente que a disciplina não é simplesmente mecanização de exercícios, mas sim, o estudo de fenômenos e situações presentes em seu cotidiano.

Apesar de outros conceitos e situações não terem sido abordados, como por exemplo, situações referentes à velocidade instantânea, as possibilidades de reorganizações e adaptações fica a critério de cada professor.

Por fim, o diálogo e a problematização proporcionaram aos estudantes uma reflexão crítica sobre as questões que relacionavam os conhecimentos de velocidade escalar média com a educação no trânsito, sendo de fato utilizado na prática. Logo, essa visão oportuniza uma aula dialogada, na qual a

troca de experiências e informações é de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem.

Referências

ALBUQUERQUE, K. B; SANTOS, P. J. S E FERREIRA, G. K. Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 461-482, ago, 2015.

BEN-DOV, Y. **Convite à Física**. Rio de Janeiro, Editora Zahar, 1996.

BRASIL, Ministério da Educação. **Orientações curriculares do ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, DF, 2000.

BRUST, A. **Física aplicada nas situações do trânsito**. Dissertação. (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática), Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS, 2013.

COELHO, F. **Curso Pré-Universitário Popular**. Universidade de Juiz de Fora, 2014.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. & Pernambuco, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LORENZONI, M.B; RECENA, M.C.P. Contextualização do Ensino de Termoquímica por meio de uma sequência didática baseada no cenário regional “queimadas” com experimentos investigativos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n. 1, pp 40-65, 2017.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação Contemporânea**. Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2014. Disponível em <http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf> Acesso em 12 jun. 2017.

OLIVEIRA, R. I. **Eletrodinâmica: proposta de material didático para um curso técnico em agropecuária integrado ao ensino médio**. Dissertação. (Mestrado

Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática), Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS, 2013.

RADAR NACIONAL. **Radares: como funcionam?** Publicado em 12 fev., 2016. Disponível em <<http://www.radarnacional.com.br/radares-como-funcionam/>> Acesso em 22 abr. 2017.

SANTINI, N. D.; TERRAZZAN, E. A. Ensino de Física com equipamentos agrícolas numa escola agrotécnica. **Experiências em Ensino de Ciências**, V1(2), pp. 50-61, 2006.

TORRES, C. M. A; FERRARO, N. G; SOARES, P. A. T; PENTEADO, P. C. M. **Física: ciência e tecnologia**. 3ª Ed. São Paulo: Moderna, 2013.

5 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO¹⁷

Resumo: Na tentativa de avaliar as potencialidades da abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos no desenvolvimento do conteúdo de Gravitação Universal na Educação Básica, o presente artigo apresenta uma proposta de Sequência Didática aplicada em uma turma de estudantes do 1º ano do ensino médio de um colégio público estadual do norte do Paraná. Ao longo da sequência de aulas propostas, evidenciam-se as características de cada momento pedagógico, assim como os respectivos objetivos, atividades desenvolvidas, recursos didáticos utilizados e avaliação. Por meio de uma Análise Textual Discursiva, os resultados apontam que a postura dialógica do professor aliada ao uso de vídeos, tais como cenas de filmes e reportagens, incentivam os estudantes a participarem mais ativamente das aulas, conseqüentemente, despertando a curiosidade sobre o tema abordado e viabilizando a aprendizagem.

Palavras-chave: Três Momentos Pedagógicos, Gravitação Universal, dialogicidade, vídeos, Análise Textual Discursiva.

The Three Pedagogical Moments in Teaching Universal Gravitation: A Didactic Sequence for High School

Abstract: In an attempt to evaluate the potentialities of the methodological approach of the Three Pedagogical Moments in the development of the contents of Universal Gravitation in Basic Education, the present article presents a proposal of Didactic Sequence applied in a class of students of the 1st year of high school of a public college state of northern Paraná. Throughout the sequence of classes proposed, it is evident the characteristics of each pedagogical moment, as well as the respective objectives, activities developed, didactic resources used and evaluation. Through a Discursive Textual Analysis, the results showed that the teacher's dialogical posture allied with the use of videos, such as film scenes and reports, encouraged the students to participate more actively in the classes, thus arousing curiosity about the topic and enabling learning.

Keywords: Three Pedagogical Moments, Universal Gravitation, dialogicity, videos, Discursive Textual Analysis.

Introdução

Corriqueiramente a disciplina de Física estudada no Ensino Médio se apresenta rotulada como uma disciplina escolar difícil, complexa e, conseqüentemente, pouco atraente. Uma vez que seu ensino geralmente se restringe

¹⁷ Artigo não submetido até presente data.

a métodos obsoletos, que enfatizam somente a mecanização e memorização de fórmulas matemáticas, raramente se preocupa em explicar o porquê de suas aplicações. Logo, as dificuldades dos estudantes frente à disciplina, muitas vezes estão associadas à formalização matemática, mas também está relacionada à interpretação e reflexão dos conteúdos estudados.

Um dos maiores desafios de um educador está em selecionar uma metodologia ou estratégia de ensino que contribua efetivamente no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Neste sentido, a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), desenvolvida inicialmente por Delizoicov e Angotti (1991), se apresenta como uma alternativa pedagógica oportuna. Estruturada em problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, os 3MP permitem a articulação entre os conhecimentos científicos com situações vivencias dos estudantes, promovendo a dialogicidade em sala de aula (BONFIM; NASCIMENTO, 2018).

De acordo com Muenchen e Delizoicov (2014), na problematização inicial apresentam-se questões que os estudantes conhecem ou presenciam em seu cotidiano, sendo estimulados a expor suas concepções sobre as situações propostas. Ademais, segundo os autores:

[...] a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620).

A Organização do Conhecimento, caracteriza-se como o momento que sob a mediação do professor, “os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema central e da problematização inicial serão sistematicamente estudados” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991, p. 29). Nesse momento, o professor pode fazer uso de variados recursos didáticos, como textos, resolução de problemas, vídeos, filmes, reportagens de jornais, experiências, enfim, qualquer ferramenta que facilite a aprendizagem do estudante. Para Zabala (1998), esses recursos são essenciais no processo de planejamento, execução e avaliação do conteúdo em sala de aula.

No entanto, Abreu, Ferreira e Freitas (2017) ressaltam que:

[...] a etapa da Organização do Conhecimento é o momento em que voos maiores devem ser alçados, para além de esquemas conceituais, na perspectiva também de favorecer o desenvolvimento de aprendizagens de ações – conteúdos procedimentais –, e de práticas atitudinais – conteúdos atitudinais –, todos necessários para a leitura de mundo (ABREU; FERREIRA; FREITAS, 2017, p. 5).

Nesse sentido, entende-se a necessidade de não se limitar à conteúdos conceituais, os quais instigam “o que se deve saber”, mas também fomentar “o que se deve fazer”, oportunizado pelos conteúdos procedimentais e, principalmente, “como se deve ser” promovido por conteúdos atitudinais (ZABALA, 1998).

Por fim, a Aplicação do Conhecimento “se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo estudante, visando analisar e interpretar tanto as situações suscitadas na problematização inicial que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620).

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo investigar as potencialidades dessa abordagem metodológica em sala de aula, mais precisamente no desenvolvimento do conteúdo de Gravitação Universal, por meio de uma Sequência Didática (SD)¹⁸ aplicada em uma turma de estudantes do 1º ano do ensino médio de um colégio público estadual do norte do Paraná.

A escolha pelo conteúdo de Gravitação Universal se justifica devido a reduzida carga horária da disciplina de Física, de modo que esse conteúdo geralmente acaba perdendo espaço para outros considerados “mais importantes” (PIRES; VEIT, 2006). Além disso, o referido conteúdo é contemplado tanto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (2000) como nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física do Paraná (2008), além de ser almejado no atual documento da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (2018) como um dos temas de estudo exigidos na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias da Educação Básica, o que permite aos estudantes interpretarem sua própria realidade cotidiana.

¹⁸ A referida Sequência Didática é fruto de um Produto Educacional produzido como requisito do Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *campus* de Cornélio Procópio/Paraná, disponível em <https://uenp.edu.br/ppgen-produtos-educacionais>.

Planejamento e desenvolvimento da Sequência Didática

Para Zabala (1998, p.18), sequências didáticas são “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”.

Nesse sentido, entende-se que uma SD se constitui por diversas atividades que visam aprofundar e encaminhar o tema trabalhado em sala de aula. Para tal, estratégias como problematizações, aula dialogada, resolução de problemas, leituras, vídeos, experiências, entre outros, podem ser utilizadas para facilitar a apropriação do tema pelos estudantes.

Assim, segundo Zabala (1998, p. 54), “a identificação das fases de uma sequência didática, as atividades que a conformam e as relações que se estabelecem devem nos servir para compreender o valor educacional que têm”. Nessa perspectiva, o Quadro 1 apresenta uma síntese das etapas e atividades desenvolvidas na SD proposta, organizada de acordo com os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), visando o ensino de Gravitação Universal.

Quadro 1. Síntese da sequência didática: Os Três momentos pedagógicos no ensino de Gravitação Universal.

Momentos Pedagógicos	Duração	Tema	Atividades
Problematização inicial	2 aulas	Lançamento da Apollo 11	- Avaliação diagnóstica (Apêndice A). - Levantamento de questões e discussões a partir de cenas do filme “ <i>Transformers: O Lado Oculto da Lua</i> ” ¹⁹ (2011).
Organização do conhecimento	4 aulas	Modelos cosmológicos	- Leitura e discussão referente às contribuições de Aristóteles, Ptolomeu Copérnico e Bruno (Apêndice B).
		Leis do Movimento Planetário	- Apresentação e discussão do vídeo “ <i>Galileu Galilei, o pai da ciência moderna</i> ” ²⁰ ; - Discussão sobre as contribuições de Tycho Brahe e Kepler (Apêndice C). - Exibição e discussão do vídeo “ <i>Gravitação – parte 2</i> ” ²¹ . - Atividade: Leis do Movimento Planetário (Questões contextualizadas - Apêndice D).
		Lei da Gravitação Universal	- Apresentação e discussão do vídeo “ <i>Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber - Human Universe</i> ” ²² ; - Atividade: Lei da Gravitação Universal (Questões investigativas – Apêndice E); - Demonstração do simulador <i>Planeta Fácil</i> ²³ .
Aplicação do conhecimento	2 aulas	Estrelas além do tempo	- Apresentação e discussão do vídeo “ <i>Estrelas além do tempo</i> ” ²⁴ ; - Apresentação e discussão do vídeo “ <i>Chegada do homem à Lua não foi uma farsa</i> ” ²⁵ ; - Questionário final (Apêndice F).

Fonte: os autores (2018)

Esta SD corresponde a oito aulas ministradas no período regular da disciplina de Física, com uma turma de vinte estudantes do 1º ano do ensino médio, período matutino, durante o 2º semestre do ano letivo de 2018, entre os meses de

¹⁹ Disponível em <https://1drv.ms/v/s!AI49YCgYceWFbepNeCRHeYLwsQg>

²⁰ Disponível em <https://youtu.be/vKoHI92TLRY>

²¹ Disponível em <https://youtu.be/WDzu0b2-NcE>

²² Disponível em <https://1drv.ms/v/s!AI49YCgYceWFFaZ0scT-14OcZ2C8>

²³ Disponível em <https://www.apolo11.com/ceu/>

²⁴ Disponível em <https://1drv.ms/v/s!AI49YCgYceWFam-yUPzulboYMX8>

²⁵ Disponível em <https://1drv.ms/v/s!AI49YCgYceWFFa443X8zXpeAGKDU>

outubro e novembro, sendo duas aulas por semana, as quartas e sextas-feiras, cada uma com média de 50 minutos de duração.

Visando sua aplicação, durante a **problematização inicial**, sugere-se que o professor apresente questões que possibilitem discussões entre os estudantes, motivando e despertando a curiosidade dos mesmos sobre situações observadas em seu cotidiano. Assim, por meio de uma avaliação diagnóstica, é possível explorar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema proposto. Na sequência, a apresentação de cenas do filme “*Transformers: O Lado Oculto da Lua*” (2011), com duração de 04:29 min, suscita questões e discussões sobre o lançamento da Apollo 11 à Lua, no ano de 1969. Como exemplo, destacam-se as questões:

- Como é possível o lançamento de foguetes?
- Por que os astronautas parecem estar flutuando na superfície da Lua? Por que na superfície da Terra isso não acontece?
 - Será que na Lua conseguiríamos levantar um carro de 800 kg com as próprias mãos? É claro que na Terra isso é impossível (a menos que você seja um super-herói com poderes especiais). Será que ficamos mais “fortes” na Lua?
 - Por que você acha que os objetos caem no chão?
 - O que mantém a Lua orbitando ao redor da Terra?

Vale ressaltar que ao longo das aulas é fundamental a mediação do professor em relação às discussões e argumentos dos estudantes, lançando dúvidas sobre o tema e instigando a curiosidade dos mesmos, além de deixar claro que para responder as questões levantadas se faz necessário compreender o Universo que vivemos.

No que se refere ao segundo momento pedagógico, de **organização do conhecimento**, o professor deve realizar a sistematização do conhecimento, organizando atividades que levem os estudantes a responderem as questões elencadas na problematização inicial. Para tanto, sugere-se que inicialmente os estudantes sejam divididos em grupos, para leitura e discussão sobre os modelos cosmológicos, comparando as ideias de Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico e Bruno, apontando as semelhanças e diferenças entre suas concepções acerca dos modelos cosmológicos.

Além disso, é possível que cada grupo faça uma explanação para toda a turma sobre as ideias consideradas, proporcionando um debate sobre o tema. De forma dialogada, o professor poderá discutir as coerências e/ou incoerências sobre as ideias apresentadas, destacando as influências religiosas, políticas e sociais de cada época para o desenvolvimento da Ciência.

Por meio do vídeo “*Galileu Galilei, o pai da ciência moderna*”, de duração de 4:19 min, é possível retomar a discussão sobre o modelo cosmológico de Aristóteles e Copérnico, mas principalmente, apresentar como Galileu contribuiu para a consolidação do heliocentrismo. Além disso, a leitura e discussão acerca das contribuições de Tycho Brahe e Kepler para o estabelecimento das leis do movimento planetário se faz pertinente.

Para complementar as discussões e compreensão a respeito das Leis de Kepler, o vídeo “*Gravitação – parte 2*”, de duração 2:16 min, detalha especificadamente as três leis de Kepler. Logo, de forma dialogada, o professor poderá discutir com os estudantes tais características, oportunizando não apenas o aprofundamento matemático, mas também questionamentos e esclarecimento de dúvidas conceituais. Neste sentido, vale ressaltar que essas leis podem ser aplicadas para descrever por exemplo, o movimento de satélites e cometas, e que após a publicação dos trabalhos de Kepler, demorariam quase 80 anos para que se explicassem as causas desses movimentos, com a formulação da Lei da Gravitação Universal por Isaac Newton. Por fim, questões contextualizadas sobre as Leis do Movimento Planetário possibilitam a apropriação do conhecimento apresentado e discutido.

Quanto a Lei de Gravitação Universal, além do formalismo matemático, o vídeo “*Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber - Human Universe*”, de duração 3:20 min, se justifica por corresponder a uma experiência intrigante quanto à ação da força gravitacional agindo numa bola de boliche e em penas, possibilitando aos estudantes refletirem sobre o fenômeno de queda livre e sobre grandezas físicas, tais como massa, peso e aceleração gravitacional.

Para concluir o segundo momento pedagógico, a proposta de uma atividade contextualizada sobre a Lei da Gravitação Universal e o uso do simulador planetário denominado “*Planeta Fácil*” buscam reforçar os conceitos apresentados anteriormente, além de permitir que qualquer pessoa encontre os planetas, sem que sejam necessários profundos conhecimentos em astronomia.

Durante o último momento pedagógico, denominado **aplicação do conhecimento**, propõe-se atividades que contribuam para que os estudantes relacionem os conceitos estudados com outras questões que não foram levantadas e que sejam aplicáveis em situações reais.

Neste sentido, o vídeo “*Estrelas além do tempo*”, de 4:11 min, exibido em 2017 no programa Fantástico, da Rede Globo, discute sobre a história real de três cientistas negras que contribuíram para que o homem chegasse à Lua, oportunizando aos estudantes perceber que além das contribuições dos pensadores/cientistas estudados, muitos outros também contribuíram para o desenvolvimento científico. Além disso, outros aspectos são pertinentes de discussão, tais como o racismo e luta das mulheres durante a década de 1960 nos Estados Unidos, levando os estudantes a refletirem como estes aspectos estão sendo tratados na atualidade.

Com o vídeo “*Chegada do homem à Lua não foi uma farsa*”, de 4:17 min, exibido em 2009 no programa Fantástico, da Rede Globo, procura-se apresentar provas de que o homem realmente chegou à Lua, desmentindo conspirações sobre o fato. Com este vídeo, os estudantes poderão observar algumas características da Lua, como a temperatura em sua superfície e a escassa atmosfera.

Além de oportunizar discussões, o vídeo corresponde a uma boa maneira de reforçar os conceitos aprendidos durante todas as aulas sobre os comportamentos dos corpos celestes. Logo, de forma dialógica o professor pode instigar os estudantes a citarem as contribuições da aplicação da Lei da Gravitação Universal para a sociedade e de que forma essas contribuições refletem no nosso cotidiano.

Por fim, a aplicação de um questionário visa analisar a construção dos conhecimentos por parte dos estudantes, além das percepções sobre o desenvolvimento das aulas.

Análise da Sequência Didática aplicada

Com o objetivo de avaliar as potencialidades da SD aplicada, a metodologia empregada no presente artigo caracterizou-se na pesquisa qualitativa, devido a sua capacidade de estudar objetivamente os estados subjetivos dos sujeitos (BOGDAN; BIKLEN, 1994), apropriando-se do método de observação sistemática, na

qual um dos pesquisadores atuou como professor, visando melhor compreender os fenômenos investigados.

Segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 193), “na observação sistemática, o observador sabe o que procura e o que carece de importância em determinada situação”. Logo, permite que o observador chegue mais perto da “perspectiva dos sujeitos” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Assim, de acordo com Lüdke e André (1986, p. 26), “na medida em que o observador acompanha *in loco* as experiências diárias dos sujeitos, pode tentar apreender a sua visão de mundo, isto é, o significado que eles atribuem à realidade que os cerca e às suas próprias ações”. No entanto, o observador deverá ser objetivo, reconhecendo possíveis erros e eliminando sua influência sobre o que vê ou recolhe (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Para coleta de dados, utilizaram-se as repostas das atividades produzidas pelos estudantes, além do questionário aplicado ao final da SD. Segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 202), o questionário oferece respostas mais rápidas e precisas, além de proporcionar “mais uniformidade na avaliação, em virtude da natureza impessoal do instrumento”.

Para análise dos dados utilizou-se a Análise Textual Discursiva (ATD), que conforme Moraes e Galiuzzi (2011, p. 112), pode ser entendida como:

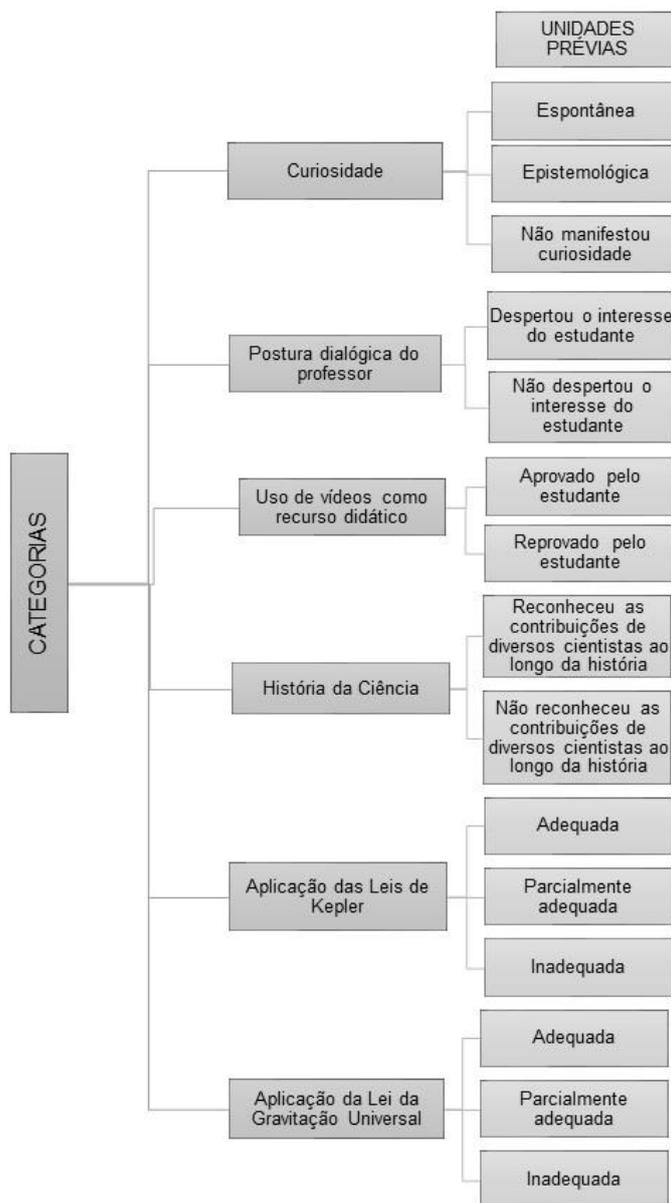
O processo de desconstrução, seguido de reconstrução, de um conjunto de materiais linguísticos e discursivos, produzindo-se a partir disso novos entendimentos sobre os fenômenos e discursos investigados. Envolve identificar e isolar enunciados dos materiais submetidos à análise, categorizar esses enunciados e produzir textos, integrando nestes descrição e interpretação, utilizando como base de sua construção o sistema de categorias construído.

Seguindo esses princípios, realizou-se a desconstrução e unitarização do *corpus* de análise, que se constituiu das repostas de dez estudantes que participaram de todas as aulas da SD e que preencheram o termo de consentimento livre e esclarecido. Para garantir o anonimato, os estudantes pesquisados foram codificados com os símbolos E1, E2, E3, ... e E10.

Após a organização dos dados coletados identificou-se os elementos contidos em cada resposta, agrupando-os em categorias com suas respectivas unidades, sendo definidas seis categorias prévias de análise, a saber: (1) Curiosidade, (2) Postura dialógica do professor, (3) Uso de vídeos como recurso didático, (4)

História da Ciência, (5) Aplicação das Leis de Kepler, (6) Aplicação da Lei da Gravitação Universal. Dessas categorias, emergiram quinze unidades prévias de análise, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1. Categorias e unidades prévias de análise.



Fonte: os autores (2018)

A categoria denominada **Curiosidade** foi construída, previamente, com o objetivo de investigar se de algum modo, as discussões oportunizadas na problematização inicial despertaram a curiosidade nos estudantes, seja ela espontânea e/ou epistemológica.

Segundo Freire (1996), a curiosidade espontânea está associada ao saber do senso comum, já a epistemológica ocorre quando a curiosidade natural do estudante, ou seja, a espontânea passa a ser mais rigorosa, estimulando a busca de novos conhecimentos.

Os resultados dessa análise encontram-se sintetizados no Quadro 2 e foram obtidos a partir das respostas apresentadas pelos estudantes ao final da primeira aula, quando questionados sobre o que esperar para as aulas seguintes, além da primeira questão do questionário final, a qual evidencia se os questionamentos e discussões levantadas a partir da cena do filme *Transformers: O Lado Oculto da Lua* contribuíram para despertar a curiosidade sobre o tema.

Quadro 2: Análise da Categoria²⁶ – Curiosidade

Unidade efetiva de análise: Espontânea
Espero que façamos mais aulas com conteúdo variados e com forma diferente de aprendizagem para despertar o interesse do aluno. (E5) ...achei interessante o homem ir até a lua. (E6)
Unidade efetiva de análise: Epistemológica
Espero que continue falando coisas sobre astronomia. (E1) ...fiquei curiosa, porque era uma coisa nova que eu não sabia e queria saber mais. (E2) Espero mais perguntas para tirar dúvidas. (E3) Eu espero que nas próximas aulas tenha vários temas legais...porque tenho muito interesse nesses temas de física, como saber sobre o homem ir à lua. (E10)

Fonte: os autores (2018)

Assim como o E6, os estudantes E4, E7, E8 e E9, também se mostraram curiosos e interessados pelo tema, principalmente, pelo fato da cena apresentada abordar a ida do homem à Lua.

Conseqüentemente, os resultados apontam que, de certa forma, tanto a curiosidade espontânea como a epistemológica, foram evidenciadas nos argumentos dos estudantes pesquisados. Os argumentos da unidade *curiosidade epistemológica*, revelam a necessidade dos estudantes em adquirirem conhecimentos que ainda não detêm sobre o tema de Gravitação Universal, demonstrando, desse modo, aspectos iniciais de ruptura da curiosidade espontânea para curiosidade epistemológica, que segundo Muenchen e Delizoicov (2012), caracteriza-se como uma das metas da Problematização Inicial dos 3MP.

²⁶ Os textos contidos nos quadros de análise de categoria foram transcritos de acordo com a escrita original, sem correção ortográfica.

Em relação à **Postura dialógica do professor**, essa categoria foi desenvolvida com a finalidade de observar se, de alguma forma, a participação do professor no decorrer das aulas contribuiu para que os estudantes manifestassem maior interesse pelos assuntos tratados. No Quadro 3 apresentam-se os resultados dessa análise. Nota-se, por meio dos argumentos apresentados pelos alunos, que de fato, a postura dialógica do professor despertou o interesse dos mesmos, não havendo quem manifestasse o contrário.

Quadro 3: Análise da Categoria – Postura dialógica do professor

Unidade efetiva de análise: Despertou o interesse do estudante
... em poucas aulas a professora nos fez interessar mais sobre o tema (E1)
... ajuda a prestar bastante atenção com ela sempre perguntando (E2)
... ela nos deixava curiosos para saber o que aconteceria na próxima aula (E3)
... você participa mais da aula e a aula não fica mais chata (E4)
... me ajudou a ficar mais curiosa com o tema (E5)
... a professora pergunta bastante coisas para nós se interagir mais na aula e saber muito mais coisas (E6)
...pois me ajudou no desempenho escolar (E10)

Fonte: os autores (2018)

Como evidenciado, o processo dialógico viabilizou a participação dos estudantes nas aulas, conseqüentemente, oportunizando a troca de experiências, mas principalmente mobilizando a criticidade e reflexão entre os estudantes. Assim como o E10, os estudantes E7, E8 e E10, também consideraram que a postura questionadora do professor auxiliou em seu desempenho em sala de aula.

Nessa perspectiva, como defendida por Freire (1987):

[...] o diálogo é uma exigência existencial. E, se ele é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas pelos permutantes (FREIRE, 1987, p. 51)

Logo, abordando uma postura dialógica, o professor além de mediar as relações em sala de aula, também estimula o levantamento de problematizações, não somente no primeiro momento pedagógico, mas durante todas as etapas do processo.

Como defendido por Vasconcellos (1992, p.8), o professor deve “preparar, provocar os sujeitos para o processo de conhecer e colocar à disposição objetos (materiais, situações) ou indicações que possam levar ao conhecimento

(quando ele fala, faz da sua fala o objeto de conhecimento) ”. Assim, o diálogo em sala de aula apresenta-se como o principal motor que desencadeia e mantém as articulações entre os estudantes (PERNAMBUCO, 2002).

No que se refere ao **Uso de vídeos como recurso didático**, esta categoria foi definida tendo em vista que uma das características dos 3MP está na sua potencialidade de utilizar uma pluralidade de estratégias e recursos didáticos.

Para a presente SD, o emprego de vídeos se destaca nas três etapas da abordagem metodológica, sendo aplicados conforme as propostas sugeridas por Moran (1995), dando destaque aos vídeos como sensibilização, simulação, conteúdo de ensino e como integração/suporte de outras mídias. Segundo o autor, o vídeo como sensibilização refere-se aos vídeos utilizados para introduzir um tema, despertando a curiosidade dos estudantes e motivando-os a se aprofundar no assunto apresentado.

Os vídeos como simulação permite que o professor apresente experiências que não possam ser realizadas no ambiente escolar. Há ainda, os vídeos de conteúdo de ensino, que permitem a apresentação direta ou indireta de determinado conteúdo. Enquanto que o vídeo como integração/suporte de outras mídias, são aqueles que se apropriam de programas e/ou reportagens de televisão para uso em sala de aula (MORAN, 1995).

Nesse contexto, esta categoria foi estabelecida com o objetivo de investigar se os estudantes aprovaram o uso de vídeos como recurso didático, e se, de algum modo, contribui na apropriação do conhecimento.

Segundo Lima (2010, p. 8), “os educadores têm um papel fundamental, que é tornar o processo ensino-aprendizagem mais atrativo, instigante e eficaz, através de práticas inovadoras que proporcionem mais qualidade na educação e uma delas é o vídeo”. No Quadro 4 apresentam-se os resultados dessa análise, seguida da interpretação dos dados.

Quadro 4: Análise da Categoria – Uso de vídeos como recurso didático

Unidade efetiva de análise: Aprovado pelo estudante
...além do vídeo ser legal, ele fala coisas interessantes sobre a astronomia e mostra imagens feitas para o filme, mas que são muito realistas (E1)
... os vídeos mostravam melhor as coisas e tirava bastante dúvida também...mostrando os vídeos a gente vai criando mais interesse (E2)
A cena de filmes e reportagens explicaram detalhadamente os fatos (E3)
... as aulas ficam mais dinâmicas por ter vídeos (E4)
... me interessei mais pelo vídeo pois ele tem uma explicação melhor mostrando os fatos (E5)

... ajuda bastante a gente se interagir sobre o tema e se interessar mais sobre as coisas dos planetas (E6) Os vídeos têm uma explicação melhor (E7) A aula foi legal com os vídeos (E8)
--

Fonte: os autores (2018)

Os argumentos evidenciam que os estudantes aprovaram o uso de vídeos como recurso didático no encaminhamento do tema, despertando um maior interesse pelas aulas. De acordo com suas respostas, as aulas ficaram mais dinâmicas e atrativas. Assim como argumentado por E7, os estudantes E9 e E10, também destacam que os vídeos possibilitam uma melhor compreensão do tema trabalhado. Além disso, a utilização de vídeos como uma ferramenta de ensino/aprendizagem possibilita uma abordagem qualitativa sobre vários temas de estudo, relatando um pouco de aspectos históricos, culturais e sociais da época, se apresentando, portanto, como um excelente instrumento para a contextualização do conhecimento científico.

Como fundamentado por Moran (1995):

O vídeo ajuda a um professor, atrai os alunos, mas não modifica substancialmente a relação pedagógica. Aproxima a sala de aula do cotidiano, das linguagens de aprendizagem e comunicação da sociedade urbana, e também introduz novas questões no processo educacional. (MORAN, 1995, p. 27)

Dessa forma, como argumentado pelos estudantes, o uso de vídeos permite que o tema abordado seja mais aprofundado e, conseqüentemente, contribua para a construção dos conhecimentos do educando.

Nessa perspectiva, Carneiro (1997) defende que:

As escolas devem incentivar que se use o vídeo como função expressiva dos alunos, complementando o processo ensino e aprendizagem da linguagem audiovisual e como exercício intelectual e de cidadania necessária em sociedade que fazem uso intensivo dos meios de comunicação, a fim de que sejam utilizados crítica e criativamente (CARNEIRO, 1997, p. 10).

Assim, como salientado por Libâneo (2002, p. 116), “a escola é o mundo do conhecimento, e é o conhecimento que possibilita leitura crítica da informação”.

Com o objetivo de analisar se, de algum modo, os estudantes reconheceram as contribuições dos pensadores/cientistas para o desenvolvimento

científico, definiu-se a categoria **História da Ciência**. Os resultados de análise desta categoria encontram-se no Quadro 5.

Quadro 5: Análise da Categoria – História da Ciência

Unidade efetiva de análise: Reconheceu as contribuições de diversos cientistas ao longo da história
<p>Todos ajudaram por que cada um tinha sua opinião e contribuição (E4) Cada um teve uma teoria, sua opinião e tudo isso contribuiu para explicações (E3) Newton precisou das ideias dos outros para chegar a sua própria conclusão (E5) Outros pensadores antes de Newton fizeram pesquisas e criaram teorias que contribuíram para o trabalho de Isaac Newton (E1)</p>

Fonte: os autores (2018)

De maneira geral, os estudantes reconheceram as contribuições dos cientistas abordados na SD para o desenvolvimento científico. Assim como o E5, os estudantes E2, E6, E7, E8, E9 e E10, destacam que cada personagem estudado contribuiu, de alguma maneira, para que leis e teorias fossem determinadas. Por meio das atividades propostas é possível evidenciar a ciência como uma construção humana e em constante progressão, resultado da contribuição de vários pensadores.

Segundo Matthews (1995), a História da Ciência apresenta-se como um recurso importante para o ensino de Física, pois:

(1) Motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – a revolução científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõe a ideologia científica; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (MATTHEWS, 1995, p. 172-173).

Nesse sentido, a História da Ciência, além de atrair e motivar os estudantes, permite uma compreensão mais aprofundada dos conhecimentos científicos.

Com a categoria denominada **Aplicação das Leis de Kepler**, buscou-se analisar se os estudantes se apropriaram dos conceitos referentes às Leis de Kepler, por meio de duas questões decorrentes da atividade *Leis do Movimento Planetário*.

A primeira questão (Q1) abordava sobre a órbita do cometa Halley. Neste sentido, foi solicitado que os estudantes esquematizassem e localizassem os pontos denominados afélio e periélio, descrevendo o que ocorre com a velocidade do cometa Halley nesses pontos. Os critérios adotados para análise das respostas apresentam-se no Quadro 6.

Quadro 6. Critérios de análise para as respostas da questão (Q1) da atividade *Leis do Movimento Planetário* referente à Categoria – Aplicação das Leis de Kepler

Adequada	Respostas que explicaram corretamente o que acontece com a velocidade do cometa nesses pontos, sendo no Periélio, o ponto mais próximo do Sol, onde a velocidade do cometa em seu movimento de translação é máxima; e no Afélio, ponto mais distante do Sol, onde a velocidade do cometa em seu movimento de translação é mínima.
Parcialmente adequada	Respostas que não especificaram completamente os conceitos solicitados.
Inadequada	Respostas que não apresentaram explicações coerentes ou que não foram respondidas.

Fonte: os autores (2018)

A segunda questão (Q2) tratava de uma hipotética manchete de jornal, na qual evidenciava a descoberta de um corpo desconhecido orbitando o Sol, a uma distância de 50 UA e com o período de 250 anos. Com base nestas informações, solicitou que os estudantes verificassem a veracidade da informação ou se correspondia a uma notícia falsa (*fake news*), instigando-os a justificar suas respostas.

Foram consideradas adequadas as respostas que demonstraram e justificaram corretamente o problema proposto. Parcialmente adequadas, as respostas que apresentaram corretamente a demonstração do cálculo, mas não a justificaram, ou vice-versa, e inadequadas, as respostas com cálculos e justificativas incorretas ou não respondidas. Para ambas as questões, foram identificadas somente respostas adequadas e parcialmente adequadas.

Em relação a questão Q1, os estudantes E1, E3, E4, E5, E7, E10 aplicaram adequadamente os conceitos levantados sobre as Leis de Kepler, enquanto que os estudantes E2, E6, E8, E9 apresentaram respostas parcialmente corretas. Quanto a questão Q2, percebeu-se que embora tenham empregado adequadamente a formalização matemática, somente os estudantes E4, E5, E7 justificaram a resolução do problema dizendo se tratar de uma notícia falsa pelo fato da razão encontrada não ser aproximadamente igual a 1.

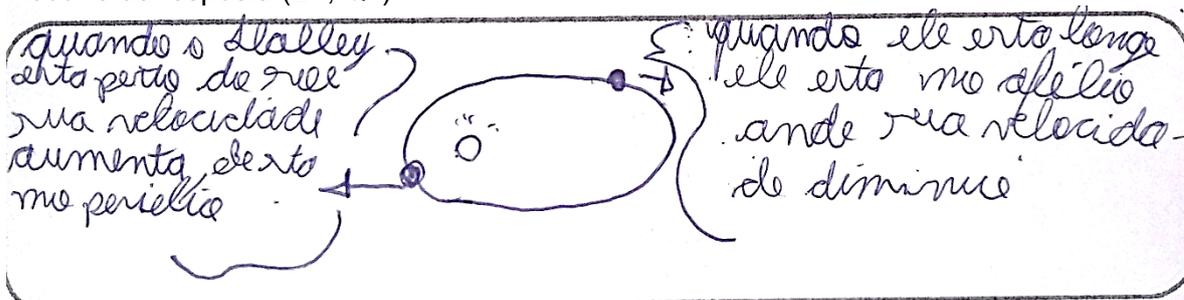
De qualquer maneira, o fato de não haver respostas inadequadas demonstra que os estudantes se apropriaram e empregaram os conhecimentos trabalhados em sala de aula, mesmo que alguns de forma parcial.

As questões propostas os motivaram a buscarem repostas para as situações levantadas, evidenciando, portanto, o empenho dos mesmos na resolução dos problemas. Como fundamentado por Vasconcellos (1992, p. 7), “conseguir a motivação do aluno é conseguir uma ampla possibilidade de interação”, logo, este é um caminho para a apropriação de conhecimentos. O Quadro 7 apresenta exemplos das respostas dadas para as questões Q1 e Q2 da atividade de aplicação das Leis de Kepler, em suas respectivas unidades de análise.

Quadro 7: Análise da Categoria –Aplicação das Leis de Kepler

Unidade efetiva de análise: Adequada

Recorte de resposta (E1, Q1)



Unidade efetiva de análise: Adequada

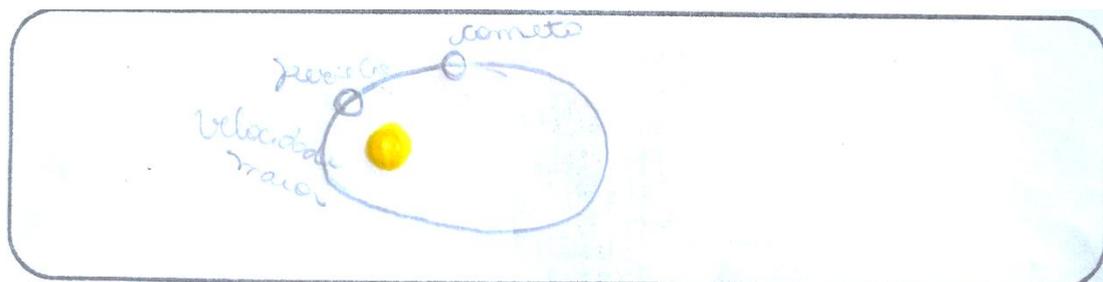
Recorte de resposta (E4, Q2)

$$\frac{r^2}{n^3} = \frac{250^2}{50^3} = \frac{62500}{12500} = 0.5$$

E é falso porque tem que dar sempre aproximadamente 3.

Unidade efetiva de análise: Parcialmente adequada

Recorte de resposta (E9, Q1)



Recorte de resposta (E2, Q2)

$$\frac{T^2}{v^3} = \frac{250^3}{50^3} = \frac{62500}{125000} = 0.5 \quad \text{fake}$$

Fonte: os autores (2018)

Por meio da categoria **Aplicação da Lei da Gravitação Universal**, buscou-se analisar se os estudantes conseguiram aplicar conceitos apreendidos sobre a Lei da Gravitação Universal para explicar situações do cotidiano. Para tal, observaram-se as respostas referentes à questão (Q2), da atividade *Lei da Gravitação Universal*, a qual questionava sobre a força gravitacional existente entre nosso corpo e um livro.

Foram consideradas adequadas as respostas que demonstraram e justificaram corretamente o problema proposto, esclarecendo que devido as massas serem relativamente pequenas, não percebemos a atração gravitação entre o nosso corpo e o livro. Parcialmente adequadas, as respostas que apresentaram corretamente a demonstração do cálculo, mas não a justificaram, ou vice-versa, e inadequadas, as respostas com cálculos e justificativas incorretas ou não respondidas.

Como resultado, todos os alunos apresentaram respostas adequadas, empregando adequadamente conceitos referentes à Lei da Gravitação Universal, com exceção do estudante E9 que não respondeu. O Quadro 8 apresenta exemplos das respostas dadas.

Quadro 8: Análise da Categoria – Aplicação da Lei da Gravitação Universal

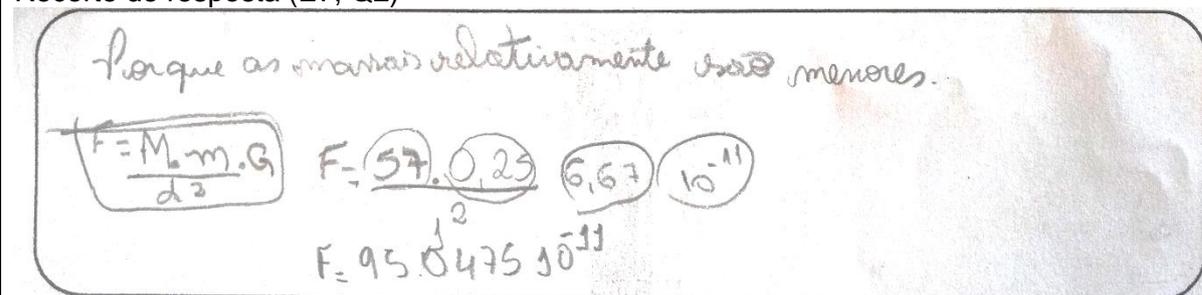
Unidade efetiva de análise: Adequada

Recorte de resposta (E1, Q2)

R: Porque a massa humana é muito pequena, para haver uma força gravitacional forte é suficiente para não poder ter que ser um volume de massa enorme,

$$F = \frac{60 \text{ kg} \cdot 0,25 \text{ kg} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}}{1^2} = \frac{100,05 \cdot 10^{-11}}{1^2} = 100,05 \cdot 10^{-11}$$

Recorte de resposta (E7, Q2)



Unidade efetiva de análise: Inadequada

Não respondeu (E9)

Fonte: os autores (2018)

Por já conhecerem os procedimentos matemáticos necessários para a resolução dos cálculos decorrentes da Lei de Gravitação Universal, os estudantes não encontraram dificuldades na resolução da Q2, viabilizando a sistematização dos conhecimentos. Nota-se, portanto, que as duas últimas categorias analisadas, abordaram conteúdos conceituais e procedimentais, empregando leis, fórmulas matemáticas, representações, entre outros. Contudo, ainda estimularam conteúdos atitudinais, incentivando os estudantes a observarem e refletirem sobre o ambiente que vivem.

Dessa forma, segundo Libâneo (2002):

[...] é importante que os conhecimentos tragam uma relação com a experiência de vida dos alunos, com os problemas e desafios da realidade não só local, como também global. Os conteúdos precisam ajudar os alunos a colocarem cientificamente as questões da vida prática, dar respostas científicas aos problemas do cotidiano, aplicar a teoria, aprender a observar a realidade (LIBÂNEO, 2002, p. 129).

Isso demonstra que “a participação do estudante e o seu cotidiano assumem um papel de destaque na prática educativa que utiliza os 3MP, proporcionando, à educação, um avanço no que se refere ao ensino tradicional” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2012, p.212).

Considerações finais

A presente pesquisa buscou compreender as possibilidades que a abordagem metodológica dos 3MP pode promover ao ensino de Gravitação Universal.

Com a aplicação da sequência didática proposta, os estudantes tiveram a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre o Universo, desde as primeiras ideias e concepções de modelos cosmológicos, bem como, refletirem sobre as contribuições de cada cientista estudado para o desenvolvimento científico.

Além disso, percebeu-se que a postura dialógica do professor, bem como sua relação mediadora, apresentou-se como aspecto indispensável para o encaminhamento do tema, demonstrando que oportunizar o levantamento de questionamentos em sala de aula, além de despertar a curiosidade, também possibilita que os estudantes desenvolvam um maior interesse pelas aulas.

Todavia, fazer-se o uso adequado de recursos didáticos, também se apresenta como aspecto fundamental na prática pedagógica. Tendo como destaque os vídeos utilizados, percebeu-se que suas abordagens foram além do entretenimento, isto é, demonstraram suas qualidades pedagógicas, contribuindo para que os estudantes não os vislumbassem, como simples imagens em movimento, mas como potenciais meios de aprendizagem.

Quanto às atividades propostas, observou-se que as abordagens tanto de conteúdos conceituais, quanto procedimentais e atitudinais, estimularam a construção de conhecimentos, despertando a reflexão e a criticidade dos estudantes.

Em síntese, entende-se que a presente sequência didática, estruturada nos 3MP, facilitou a apropriação de conhecimentos de Gravitação Universal, levando os estudantes a observarem além do conteúdo trabalhado em sala de aula, mas, reconhecerem que seu estudo reflete diretamente em questões do seu cotidiano, logo viabilizando a aprendizagem.

Referências

ABREU, J. B., FERREIRA, D. T., FREITAS, N. M. Os Três Momentos Pedagógicos como possibilidade para inovação didática. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação – uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BONFIM, D. D.S.; NASCIMENTO, W. J. Os três momentos pedagógicos no ensino de física: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino & Pesquisa**, União da Vitória, v.16, n.3, p. 139-155, jul. / Set, 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 2000.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio**. (BNCC). Versão em revisão. Brasília, MEC, 2018.

CARNEIRO, V. **O educativo como entretenimento na TV cultura**. Um estudo de caso. Tese de doutorado, USP, 1997.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. e PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, 17ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIBÂNEO, J. C. Didática. **Velhos e novos temas**. Edição do Autor. Maio de 2002.

LIMA, E. C. Usos da TV e vídeo em sala de aula: relato de uma experiência com o "Projeto Cultura Afro-Brasileira". In: V ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM ALAGOAS, **Anais...**, p.1-9, Alagoas, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **A pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez, 1995.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 2 ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação e Educação**, São Paulo, p. 27-35, jan. /abr. 1995.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.14, n.3, p.199-215, 2012.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação**, Bauru, vol.20, n.3, p.617-638, 2014.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física**. Curitiba: SEED, 2008.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.28, n.2, p.241-248, jun. 2006.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. Quando a Troca se estabelece. In: PONTUSCHKA, N. **Ousadia no Diálogo: Interdisciplinaridade na Escola Pública**. São Paulo: Loyola, p. 19-35, 2002.

VASCONCELLOS, C. S. **Metodologia Dialética em Sala de Aula**. In: Revista de Educação AEC, p. 1-18. Brasília: 1992. Disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4358172/mod_resource/content/1/Metodologia%20dial%C3%A9tica%20em%20sala%20de%20aula.pdf Acesso em 01 dez. 2018.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Apêndice A

Avaliação diagnóstica

1. Por que tudo o que se joga para cima cai no chão?
2. Todos os dias, o Sol nasce a leste e se põe a oeste. De fato, é o Sol que anuncia um novo dia. Tão acostumados estamos com esse fato que raramente questionamos: afinal, é o Sol que gira em torno da Terra ou é a Terra que gira em torno Sol? Justifique sua resposta.
3. Por meio de um desenho, represente o Sistema Solar de acordo com seus conhecimentos.
4. Qual a diferença entre o significado de peso e massa?
5. (UERJ-RJ) Leia atentamente os quadrinhos a seguir.



A solução pensada pelo gato Garfield para atender à ordem recebida de seu dono está fisicamente correta? Justifique sua resposta.

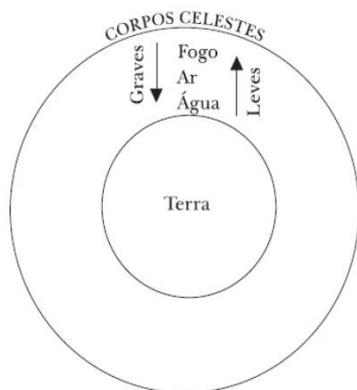
6. O que mantém a Lua orbitando ao redor da Terra?

Apêndice B

Texto: Modelos Cosmológicos

A curiosidade sobre o Universo sempre esteve presente na humanidade, resultando ao longo da história, diversos modelos que descrevessem e explicassem o Universo. Esses modelos, denominados **cosmológicos** (do grego *kósmo*, “ordem do universo”), refletiam as diversas formas de ver e pensar o mundo de diferentes povos e épocas.

Aristóteles foi um pensador grego, que em torno de 340 a.C., desenvolveu uma teoria cosmológica na tentativa de explicar o Universo. De acordo com sua interpretação, a Terra estaria fixa no centro do Universo, com os corpos celestes, inclusive o Sol, girando ao seu redor e obedecendo à seguinte ordem: Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter, Saturno e finalmente a órbita das estrelas, realizando



Representação dos quatro elementos de Aristóteles

Fonte: ROCHA, J.F.M. (Org.). *Origens e evolução das ideias da física*. p. 63 Salvador: EDUFBA. 2002.

trajetórias perfeitamente circulares. Além da teoria cosmológica, Aristóteles propôs uma teoria do movimento, na qual tudo no Universo possuía seu lugar próprio, estabelecido conforme sua natureza: o elemento terra, mais pesado, posicionava-se no centro desse Universo, enquanto os elementos mais leves, água, ar e fogo, iam formando “camadas” concêntricas. Assim, segundo a física aristotélica, os corpos, deixados por si, ou seja, na ausência de forças aplicadas sobre eles, realizariam espontaneamente movimentos buscando retornar às posições que lhes são apropriadas: os elementos mais pesados (graves), a terra e a água, movendo-se em direção ao centro do Universo, enquanto os mais leves, o ar e o fogo, movendo-se para cima, afastando-se

do centro. Neste sentido, Aristóteles explicava que uma pedra caía na terra, porque seu lugar era no chão.

No entanto, o astrônomo e matemático grego, Aristarco de Samos, que viveu por volta de 310 a 230 a.C., havia proposto outra teoria. Segundo ele, o Sol estaria no centro do Universo, e a Terra e os outros planetas girariam ao seu redor. Porém, sua ideia não resistiu à lógica da época, primeiro porque contrariava as concepções de Aristóteles, mas principalmente porque parecia errado, pois se a Terra se movesse no espaço, por que um objeto jogado para cima ou disparado como uma flecha caía em linha reta, em vez de parar longe do ponto de lançamento? Por que não sentíamos um forte vento ou pelo menos uma brisa, como um navio que se move no mar? Não haviam explicações para estes questionamentos, logo, o senso comum dizia que Aristóteles estava correto.

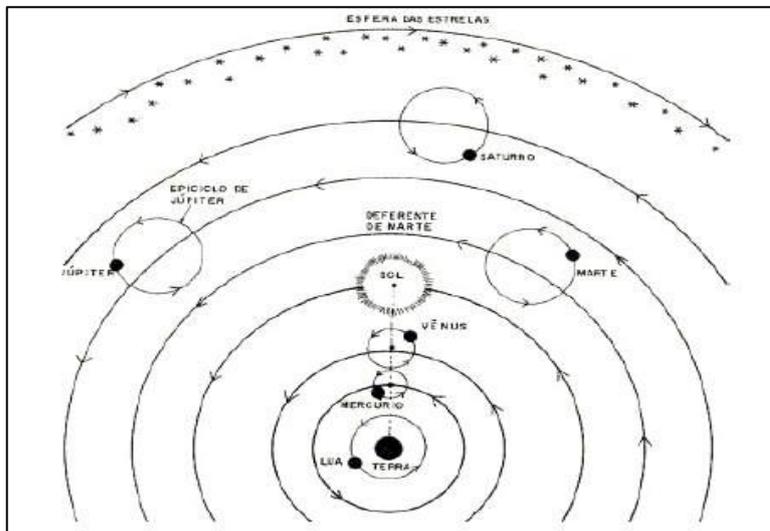


Fonte: POSKITT, K. *Isaac Newton e sua maçã*.

Ilustração de Philip Reeve. p. 30. São Paulo:

No século II d.C. Claudio Ptolomeu aperfeiçoou o modelo de Aristóteles, o qual passou a ser denominado **geocentrismo**. Segundo Ptolomeu, a Terra, em repouso,

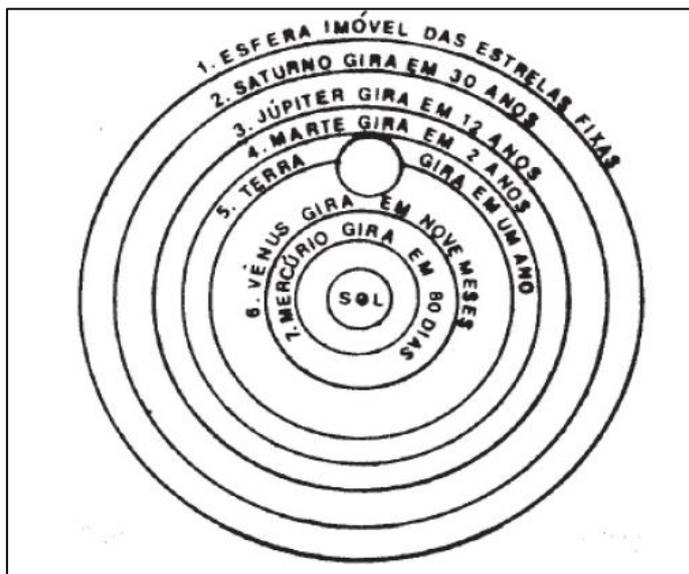
ocupava a posição central. O Sol e a Lua giravam ao redor da Terra em órbitas circulares. Cada planeta girava em torno de um ponto, formando um epiciclo e cada ponto girava em torno da Terra em órbitas circulares. Mais além, as estrelas estavam fixas numa esfera de cristal que também girava ao redor da Terra em órbita circular, conforme figura a seguir.



Representação do modelo geocêntrico de Ptolomeu

Fonte: http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20041/Diomar/imagens/geo_01.jpg

interpretação cristã, prevaleceu porque fazia sentido e o “motor imóvel das esferas celestiais” era uma clara representação da onipotência divina. Já no século XII, autoridades eclesiásticas, como Tomás de Aquino, davam força política a esse modelo, que situava a maior criação de Deus no centro do Universo. Nessa época, a Igreja Católica tornou-se a autoridade vigente, sendo considerada a legítima representante de Deus na Terra, possibilitando que esse modelo se mantivesse até o início do século XVII.



Representação do modelo heliocêntrico de Copérnico

Fonte: ROCHA, J.F.M. (Org.). Origens e evolução das ideias da física. p. 73 Salvador: EDUFBA, 2002.

Esse modelo fornecia explicações satisfatórias para os fenômenos observados, apesar da complexidade dos cálculos e da geometria. Além disso, exerceu grande influência sobre os eruditos árabes do Oriente Médio e os primeiros protagonistas do cristianismo, como santo Agostinho, cujos ensinamentos constituem o cerne das práticas da Igreja. Neste sentido, vale ressaltar que a cosmologia Aristotélica adaptada por Ptolomeu, ou sua

Durante a segunda metade do século XVI, a Europa era palco de grande conflito religioso. A igreja católica se sentia ameaçada pelo avanço dos protestantes e o Vaticano não via com bons olhos as ideias contestadoras. Ao mesmo tempo, alguns pensadores começaram a questionar o modelo de Universo proposto por Aristóteles e Ptolomeu, que situava a Terra no centro de tudo.

No fim do século XVI, o monge polonês Copérnico retornou com a ideia de que os planetas não se moviam ao redor da Terra, expondo a teoria **heliocêntrica**, na qual, o Sol passava a ocupar o centro do Universo, enquanto a Terra e os demais planetas giravam ao seu redor. Copérnico,

Universo, enquanto a Terra e os demais planetas giravam ao seu redor. Copérnico,

no entanto, ainda sob influência do antigo modelo cosmológico, manteve a ideia de um Universo finito, fechado por esferas, onde os planetas descreviam orbitas circulares perfeitas. Segundo seu ponto de vista, parecia ser irracional mover um corpo tão grande como o Sol, em vez de outro tão pequeno como a Terra. Além disso, Copérnico atribuiu ao Sol, fonte de luz e de vida, uma condição superior em nobreza. Portanto, ele seria mais merecedor do estado de repouso, sinônimo de estabilidade, do que a Terra, que assim permaneceria em constante movimento.

O modelo de Copérnico ganhou grandes adeptos como Giordano Bruno, Johannes Kepler e Galileu Galilei, personagens que muito contribuiu para toda a revolução do pensamento científico. Giordano Bruno, por exemplo, adepto da teoria heliocêntrica, deu um passo à frente na revolução iniciada por Copérnico, rompendo com a ideia de um Universo finito. Bruno proclamava a realidade de um Universo infinito e, como tal, homogêneo, por conseguinte, sem centro, limites ou quaisquer posições diferenciadas ou privilegiadas. Tal concepção contestava a igreja católica e aqueles que o fizessem eram perseguidos e julgados pela inquisição. Neste sentido, por defender as ideias de Copérnico, mas também por dizer que o nosso planeta era apenas um, entre infinitos outros espalhados pelo Universo, Giordano Bruno morreu queimado na praça conhecida como Campo de Fiori em Roma no ano de 1600. Segundo Bruno, "*o mundo é infinito porque Deus é infinito. Como acreditar que Deus, ser infinito, possa ter se limitado a si mesmo criando um mundo fechado e limitado?*"

Referências

BARRETO, B.; XAVIER, C. **Física aula por aula**. 3ª ed. FTD, 2016.

BONJORNO, J. B.; CLINTON, M. R.; PRADE, E. P.; BONJORNO, V.; BONJORNO, M. A.; CASIMIRO, R.; BONJORNO, R. F. S. A. **Física**. 3ª ed. FTD, 2016.

FUKUI, A.; VÁLIO, A. B. M.; NANI, A. P. S.; FERDINIAN, B.; OLIVEIRA, G. A.; MOLINA, M. M.; VENÊ. **Ser protagonista – Física**. 3ª ed. SM, 2016.

MOSLEY, M.; LYNCH, J. **Uma história da Ciência: experiência, poder e paixão**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

PORTO, C.M.; PORTO, M.B.D.S.M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. **Revista Brasileira em Ensino de Física**, vol.30, n.4, pp.4601.1-4601.9, 2008.

Programa do Fantástico. Rede Globo. **Série Poeira das Estrelas**, 2006. Disponível em <https://looktosky.wordpress.com/2008/03/01/serie-completa-poeira-nas-estrelas/> Acesso em 04 out. 2018.

Revista Galileu. **Quem foi Giordano Bruno?** Publicado em 04 abr. 2017. Disponível em <https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/noticia/2017/04/quem-foi-giordano-bruno.html> Acesso em 13 set. 2017.

Apêndice C

Texto Contribuições de Tycho Brahe e Johannes Kepler

O dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601) ficou fascinado pela possibilidade de prever um eclipse Sol por meio de tabelas de observação do movimento das estrelas e da Lua. Logo, começou a se dedicar à observação do céu. Foi quando percebeu como eram inexatos os registros deixados pelos antigos estudiosos. Ainda na adolescência ele já havia escrito: “É necessário um projeto de longo prazo para mapear o céu, conduzido num único local, por um período de vários anos”. Foi o que se propôs a fazer. Na busca de registros mais realistas, Tycho observou e catalogou milhares de estrelas por anos, além de construir e aprimorar diversos instrumentos astronômicos. Mas foi em 1572, que suas observações levaram à descoberta de uma nova estrela (supernova), abalando a fé na doutrinação cristo-aristotélica sobre a perfeição e imutabilidade da esfera celeste. Logo, os dados recolhidos por Tycho até o fim da vida, tornar-se-iam fundamentais para responder à questão do que haveria lá fora no espaço.

Em 1600, o alemão Johannes Kepler (1571-1630) correspondeu-se com Brahe, solicitando-lhe dados astronômicos. Conhecendo a reputação de Kepler como exímio matemático, Brahe o convidou para trabalhar em seu observatório, relação que durou pouco, pois Brahe morreu em 1601. Após a morte de Brahe, Kepler teve acesso ao conjunto de dados astronômicos acumulados por Tycho Brahe e prosseguiu em seu trabalho, se dedicando em analisar os movimentos planetários.

Kepler, que nutria fortes convicções religiosas, via no heliocentrismo copernicanas afinidades com suas próprias concepções. Por isso, não foi conflitante para ele assumir o Sol no centro do Universo. No entanto, após vários estudos, concluiu que os planetas se moviam em trajetórias elípticas (e não as perfeitas circunferências gregas), além de ter o Sol em um dos focos. Dessa forma, a qualidade dos dados deixados por Brahe, associada à própria habilidade matemática e à determinação de pesquisador, levou Kepler às três leis do movimento planetário, enunciadas em lei das órbitas, lei das áreas e a lei dos períodos.

Referências

FUKUI, A.; VÁLIO, A. B. M; NANI, A. P. S.; FERDINIAN, B.; OLIVEIRA, G. A.; MOLINA, M. M.; VENÊ. **Ser protagonista – Física**. 3ª ed. SM, 2016.

MOSLEY, M.; LYNCH, J. **Uma história da Ciência: experiência, poder e paixão**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

FERRIS, T. **O despertar na Via Láctea: uma história da astronomia**. 2. ed. Campus: Rio de Janeiro, 1990. p. 37-55.

Apêndice D

Atividade: Leis do Movimento Planetário

1. O Halley é um cometa famoso que “visita a Terra” a cada 75, quando atinge o ponto mais próximo do Sol – o periélio. Sua última aparição foi em 1986. Por alguns dias, ele ficou (mais ou menos...) visível até mesmo a olho nu. Ao se afastar da Terra, o cometa seguiu em sua órbita elíptica. Segundo cálculos da Nasa, ele está hoje a pouco mais de 5 bilhões de quilômetros do Sol. Isso é mais de 30 vezes a distância entre a Terra e nossa estrela mãe. E ele segue se afastando. Estima-se que o Halley irá atingir o ponto mais distante do Sol – o chamado afélio – no final de 2023. Nesse ano, o cometa estará a 5,3 bilhões de km do Sol, e, então, irá iniciar seu caminho de volta. Somente em 2061 é que deve acontecer a próxima “visita” do Halley – o ano em que ele atinge o periélio novamente. Ainda é cedo para cravar em qual época de 2061 ele estará mais perto da Terra. Mas a Nasa estima que será no mês de junho.

Extraído de: Bianchin, Victor. Onde está o cometa Halley? Superinteressante. Publicado em 4 mai. 2009. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/onde-esta-o-cometa-halley/> Acesso em 14 set. 2018.

Com base nessas informações, faça um esquema localizando os pontos denominados afélio e o periélio e descreva o que ocorre com a velocidade do cometa Halley nesses pontos.

2. Analise a manchete de jornal abaixo:

Nasa descobre um corpo desconhecido orbitando o Sol, à distância de 50 UA (Unidades Astronômicas) e com período de 250 anos.

Com base na terceira lei de Kepler, verifique se essa informação é verdadeira ou *fake news* (notícia falsa). Justifique sua resposta.

Para a questão a seguir, assinale a alternativa correta.

3. (Unir-RO- Adaptado). Em 1609, Galileu Galilei, pela primeira vez na história, apontou um telescópio para o céu. Em comemoração aos quatrocentos anos desse feito, o ano de 2009 foi considerado pela ONU o Ano Internacional da Astronomia. Entre suas importantes observações astronômicas, Galileu descobriu que o planeta Júpiter tem satélites. Qual a importância histórica dessa descoberta?

- existem corpos esféricos maiores que o Planeta Terra, o que implica que a Terra não é o único corpo sólido do Universo.
- comprovou a veracidade da Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton.
- permitiu a Johannes Kepler formular suas leis da mecânica celeste.
- existem corpos celestes que não orbitam a Terra, o que implica que a Terra poderia não ser o centro do Universo.

Apêndice E

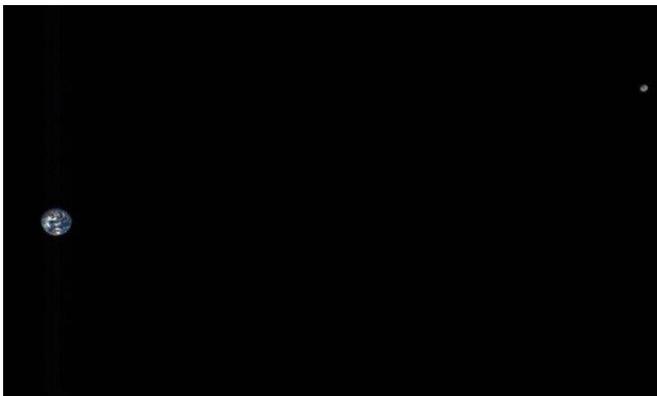
Atividade: Lei da Gravitação Universal

1. Analise a reportagem a seguir.



Espaçonave fotografa a Terra e a Lua a 5 milhões de km de distância

Imagem foi capturada pela sonda OSIRIS-REx, que viaja em direção a um asteroide



A fotografia foi tirada no dia 2 de outubro de 2017 enquanto a OSIRIS-REx dava sua última volta em torno da Terra para pegar impulso em direção ao asteroide Bennu, com o objetivo de coletar rochas que pudessem conter matéria orgânica. Na ocasião, a Lua estava cerca de $3,84 \cdot 10^8$ metros de distância da Terra. Já a OSIRIS-REx estava a uma distância 13 vezes maior.

Adaptado de: O GLOBO. Espaçonave fotografa a Terra e a Lua a 5 milhões de km de distância. Publicado em 04 jan. 2018. Disponível <<https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/espacnave-fotografa-terra-a-lua-5-milhoes-de-km-de-distancia-22253318>>em Acesso em 13 set. 2018.

Considerando as informações fornecidas pela reportagem, determine o valor da intensidade da força de atração entre a Terra e a Lua. (Dado: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$; massa da Lua = $7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$; massa da Terra = $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$).

Investigando ...

2. Por que não sentimos a força gravitacional entre o nosso corpo e um livro, por exemplo?

Para responder essa pergunta, calcule o valor da força que atua sobre seu corpo e o livro a uma distância de 1 metro. Para isso é necessário que você estime o valor da sua massa e a do livro. (Por exemplo: Minha massa = 60 kg e massa do livro = 0,25 kg). Dado: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$

Apêndice F

Questionário final

1. Os questionamentos e discussões levantadas a partir da cena do filme *Transformers: O Lado Oculto da Lua*, na primeira aula, contribuiu para que você desenvolvesse curiosidade pelo tema? Por quê?
2. Na sua opinião, quais recursos didáticos (vídeos, cena de filmes, reportagens de TV, resolução de problemas, textos, questões problematizadoras, debates) utilizados durante as aulas contribuíram para que você se interessasse mais sobre o tema? Por quê?
3. Na sua opinião, a postura questionadora do professor te motivou a participar das aulas? Por quê?
4. Você percebeu haver uma maior interação da turma durante as aulas? A que se deve esse fato?
5. Na sua opinião, a abordagem histórica com as contribuições de vários pensadores permitiu que você se interessasse pelo tema? Por quê?
6. Para você, o desenvolvimento da Lei da Gravitação Universal, foi possível somente pela genialidade de Isaac Newton, ou outros cientistas também tiveram participação? Por quê?
7. Em qual (is) aula (s) você teve mais dificuldade? Justifique.
8. Você achou importante o estudo do tema de Gravitação Universal? Por quê? (Pense nos conhecimentos que adquiriu).
9. Quais sugestões você daria para melhorar o desenvolvimento do tema de Gravitação Universal? (Pense nas desvantagens que você percebeu).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de compreender de que forma a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) pode contribuir para o ensino de Física na Educação Básica, produzimos duas propostas de sequências didáticas que vislumbrasse as possibilidades dessa metodologia no Ensino Médio.

A partir da Revisão Sistemática de Literatura sobre a abordagem da Gravitação Universal na Educação Básica, encontramos uma diversidade de alternativas que nos auxiliassem na elaboração das sequências, como por exemplo, o uso de abordagem temática, de textos paradidáticos, de trechos de filmes, vídeos, imagens, simulações, recursos multimídias, História da Ciência entre outros, além de enfatizar a necessidade de proporcionar ao estudante situações que estejam intimamente ligados a seu cotidiano.

Do mesmo modo, a análise dos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD/2018, nos permitiu identificar sugestões de estratégias de ensino, como o uso de imagens, problematizações abordagem história e recursos tecnológicos. No entanto, percebeu-se que apesar dos recursos tecnológicos serem recomendados, geralmente, apresentavam-se como sugestões na seção de recursos complementares das obras analisadas, carecendo de orientações que auxiliasse o professor quanto sua utilização em sala de aula. Logo, nos estimulando a produzir sequências didáticas que atendessem essas necessidades.

Assim, a partir de uma Revisão Sistema de Literatura, percebemos que apesar da carência de trabalhos científicos desenvolvidos sobre a aplicação dos 3MP no ensino de Física na Educação Básica, os trabalhos analisados apontaram diversas possibilidades que essa abordagem metodológica pode contribuir para o encaminhamento da disciplina.

Ao implementar uma sequência didática sobre os 3MP no estudo de velocidade escalar média, com estudantes da Formação de Docentes, percebemos que o emprego dessa metodologia possibilita que os estudantes se envolvam mais ativamente nas aulas, devido sua característica de aproximar o conhecimento científico com as situações vivenciais dos educandos, conseqüentemente, promovendo o diálogo em sala de aula e estimulando sua capacidade de reflexão e pensamento crítico, além de permitir a utilização de variados recursos didáticos no

desenvolvimento de suas etapas, dependendo da necessidade de cada planejamento definido pelo professor.

Também estruturada nos princípios metodológicos dos 3MP, elaboramos uma segunda sequência didática que nos permitissem compreender as possibilidades dessa abordagem metodológica no ensino de Gravitação Universal. Desenvolvida com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, constatamos que a postura dialógica do professor aliada com os recursos de vídeos, incentivaram os estudantes a participarem e se interessarem mais pelas aulas, despertando sua curiosidade sobre o tema abordado, conseqüentemente, facilitando a aprendizagem.

Dessa forma, entendemos que a dinâmica dos 3MP nos possibilitou organizar uma sequência de aulas que estimulassem a dialogicidade no ensino de Física, contribuindo tanto para o ensino de conceitos de Cinemática como ao ensino de Gravitação Universal, apresentando-se como uma potencial abordagem para encaminhamento de outros conceitos de Física. Contudo, sugerimos que estudos sobre essa temática continuem sendo desenvolvidos, na perspectiva de continuarmos investigando estratégias de ensino que auxiliem o professor em sua prática pedagógica.

REFERÊNCIAS²⁷

BARRETO, B.; XAVIER, C. **Física aula por aula**. 3ª ed. FTD, 2016.

BONJORNO, J. B.; CLINTON, M. R.; PRADE, E. P.; BONJORNO, V.; BONJORNO, M. A.; CASIMIRO, R.; BONJORNO, R. F. S. A. **Física**. 3ª ed. FTD, 2016.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio**. (BNCC). Versão em revisão. Brasília, MEC, 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 2000.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. e PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FUKUI, A.; VÁLIO, A. B. M; NANI, A. P. S.; FERDINIAN, B.; OLIVEIRA, G. A.; MOLINA, M. M.; VENÊ. **Ser protagonista – Física**. 3ª ed. SM, 2016.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física**. 2ª ed. Editora Ática, 2016.
MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.; GUIMARÃES, C. **Física: contexto & aplicações**. 2ª ed. Editora Scipione, 2016.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 2 ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação e Educação**, São Paulo, p. 27-35, jan. /abr. 1995.

NETO, M. C. S. **Ensinando cinemática através da análise de movimentos em vídeos de captura de games**. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física**. Curitiba: SEED, 2008.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.28, n.2, p.241-248, jun. 2006.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

²⁷ Referências utilizadas na Introdução da Dissertação (páginas 15 a 22).

ANEXO A

Termo de consentimento e Termo de assentimento



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
Campus de Cornélio Procópio
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
 MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MENORES DE IDADE

Gostaríamos de obter o seu consentimento para o (a) menor _____ participar como voluntário (a) da pesquisa intitulada: **Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Gravitação Universal: proposta de uma sequência didática para o ensino médio²⁸**, referente ao Trabalho de Conclusão de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Cornélio Procópio.

A forma de participação consiste na realização de atividades propostas pelos pesquisadores no período matutino nas aulas da disciplina de Física.

O nome do (a) aluno (a) não será utilizado em qualquer fase da pesquisa, o que garante o anonimato. A divulgação dos resultados será de forma a não identificar os (as) voluntários (as).

Mesmo depois de consentir com a participação do (a) menor, você pode desistir da continuação da participação do mesmo, ou seja, você tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta de dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo ao aluno (a).

Você não terá despesa alguma e, também não receberá remuneração alguma.

Desde já agradecemos a atenção e a participação e colocamo-nos à disposição para maiores informações.

Em caso de dúvidas ou informações, entre em contato com os pesquisadores nos endereços eletrônicos: bonfimdan25@gmail.com, williamjn@ufpr.br ou pelo telefone: (43) 991010601.

Eu, _____
 (Nome do responsável ou representante legal), portador do RG nº _____, confirmo que os pesquisadores Prof.^a Danúbia Damiana Santos Bonfim e Prof. Dr. William Junior do Nascimento explicaram-me os objetivos desta pesquisa, bem como a forma de participação do (a) menor. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, eu concordo em dar meu consentimento para que o (a) menor participe como voluntário (a) desta pesquisa.

Rancho Alegre ___/___/2018.

 Assinatura do responsável ou representante legal

²⁸ Título alterado para "Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Física: propostas de sequências didáticas para a Educação Básica".



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
Campus de Cornélio Procópio
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
 MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO

TERMO DE ASSENTIMENTO

Eu, _____, concordo em participar como voluntário (a) da pesquisa intitulada **Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Gravitação Universal: proposta de uma sequência didática para o ensino médio**²⁹, realizada pelos pesquisadores Prof.^a Danúbia Damiana Santos Bonfim e Prof. Dr. William Junior do Nascimento, referente ao Trabalho de Conclusão de Curso do Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Cornélio Procópio, desde que seja garantido meu anonimato nas publicações e divulgações dos resultados desta pesquisa.

 Assinatura do (a) aluno (a)

Assinatura dos Pesquisadores responsáveis:

 Danúbia Damiana Santos Bonfim
 Pesquisadora

 William Junior do Nascimento
 Orientador

Rancho Alegre ___/___/2018.

²⁹ Título alterado para "Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Física: propostas de sequências didáticas para a Educação Básica".