

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**BRENDA FLORES**

**INOVAÇÕES CURRICULARES NO ENSINO DE FÍSICA:**  
**Uma Metapequisa Sobre a Inserção de Conteúdos e Suas Abordagens a Nível**  
**de Ensino Médio**

**São Leopoldo**  
**2020**

BRENDA FLORES

**INOVAÇÕES CURRICULARES NO ENSINO DE FÍSICA:  
Uma Metapequisa Sobre a Inserção de Conteúdos e Suas Abordagens a Nível  
de Ensino Médio**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito para  
obtenção do título de Licenciada em  
Física, pelo Curso de Licenciatura em  
Física da Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Cândida Cristina Klein

São Leopoldo

2020

## RESUMO

O Ensino Médio brasileiro se encontra permeado pelos mais diversos desafios. Instituições com infraestrutura precária, recursos materiais, financeiros e humanos insuficientes e o crescente distanciamento entre a escola e a cultura juvenil são apenas alguns dos diversos fatores. Além disso, a extensa quantidade de conteúdos científicos abstratos e descontextualizados abrangida pelo currículo escolar é mais um agravante desta situação. Os alunos, desmotivados e incapazes de compreender o valor e a utilidade da educação formal, acabam apresentando um desempenho muito aquém do esperado. Assim, buscando refletir sobre formas de enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, o presente trabalho discorre sobre práticas curriculares inovadoras aplicadas ao ensino de Física do Ensino Médio. O levantamento de dados foi realizado através da Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações e resultou na seleção de 7 dissertações de mestrado envolvendo a inserção e abordagem de tópicos pertencentes à Astronomia e à Física Moderna e Contemporânea (usualmente não trabalhados nas aulas de Física tradicionais). A análise das dissertações foi desenvolvida por meio de uma metapesquisa, metodologia capaz de propiciar o desenvolvimento de uma visão abrangente e contextualizada das tendências da produção científica acerca da temática. Entre os resultados obtidos, foi possível perceber que a necessidade de inovar nas aulas de Física é fortemente defendida pela comunidade científica. Dessa forma, a inserção dos conteúdos citados possibilita o desenvolvimento de uma abordagem interdisciplinar e o tratamento de aspectos históricos, sociais e filosóficos inerentes ao estudo da construção do conhecimento científico. Além de se mostrar uma excelente estratégia de incentivo ao interesse e à participação dos alunos. Entretanto, a inovação curricular é um processo complexo que muitos docentes não se sentem qualificados para realizar. Portanto, a elaboração de materiais didáticos de qualidade, a melhora das condições de trabalho dos profissionais da educação e a promoção de cursos de formação continuada são algumas das principais formas de contribuir para que a almejada inovação curricular se torne viável.

**Palavras-chave:** Currículo. Inovação curricular. Astronomia. Física Moderna e Contemporânea. Conteúdos extracurriculares.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>9</b>
1.1.1 Objetivo Geral.....	9
1.1.2 Objetivos Específicos.....	9
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Educação e o Papel da Instituição Escolar .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Conhecimento Escolar .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Currículo.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Base Nacional Comum Curricular.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5 Inovação e a Realidade Atual do Ensino de Física.....</b>	<b>25</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>31</b>
<b>4 INOVAÇÃO CURRICULAR: O QUE REVELA A PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE A INSERÇÃO DE CONTEÚDOS EXTRACURRICULARES NAS AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO .....</b>	<b>34</b>
4.1 Proposta de Sequência Didática Visando Abordar os Fundamentos da Teoria Caos no Ensino Médio.....	34
4.2 O Ensino de Física Nuclear e Suas Aplicações no Contexto da Sociedade Contemporânea .....	37
4.3 Física dos Gases Ionizados: uma proposta para introdução de conceitos e experimentos para estudo do quarto estado da matéria - o plasma no Ensino Médio.....	42
4.4 Cosmologia na Teoria e na Prática: possibilidades e limitações no ensino	45
4.5 Exoplanetas como Tópico de Astronomia Motivador e Inovador para o ensino de Física no Ensino Médio .....	52
4.6 Matéria e Radiação: uma abordagem contextualizada ao ensino de Física	56
4.7 Espectroscopia: enfrentando obstáculos e promovendo rupturas na inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio .....	60
<b>5 DISCUSSÃO DOS DADOS OBTIDOS .....</b>	<b>66</b>
<b>5.1 Caracterizando a Produção Científica Sobre a Temática .....</b>	<b>66</b>
<b>5.2 Potencialidades e Desafios da Implementação de Inovações Curriculares no Ensino de Física.....</b>	<b>68</b>

<b>5.3 Uma Visão Geral Acerca da Fundamentação Teórico-Methodológica Desenvolvida nas Dissertações Analisadas.....</b>	<b>71</b>
<b>5.4 Resultados e Perspectivas Sobre a Implementação de Inovações Curriculares nas Aulas de Física do Ensino Médio.....</b>	<b>74</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A educação é um direito essencial e, no que se refere à formação escolar básica dos indivíduos, o Ensino Médio é considerado como uma das etapas mais significativas. No Brasil, por exemplo, a Emenda Constitucional nº 59 estabeleceu, em 2009, a obrigatoriedade do atendimento da população entre 15 e 17 anos, visando a promoção da completude do Ensino Médio por parte destes jovens. (BRASIL, 2009). Entretanto, como ocorre em diversos países em desenvolvimento, esta determinação é cumprida apenas parcialmente e boa parte dos indivíduos nesta faixa etária não frequenta a escola, se encontra em situação de defasagem idade-série e/ou evadiu do contexto escolar. (TARTUCE *et al.*, 2018).

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad), havia aproximadamente 1,6 milhão de jovens brasileiros (15 a 17 anos) fora da escola (o equivalente a 15,7% deles) no ano de 2015. Além disso, no que se refere à adequação da idade dos alunos à etapa de ensino em que se encontram, apenas 62,7% dos indivíduos pertencentes a esta faixa-etária integram o Ensino Médio brasileiro. (INSTITUTO, 2015). Outro estudo, que utilizou o banco de dados de 3 escolas de Ensino Médio da rede estadual da cidade de São Leopoldo e analisou a trajetória de 2054 alunos até o final do ano letivo de 2010, também obteve resultados alarmantes. Os pesquisadores constataram que, de cada 10 estudantes que ingressaram no primeiro ano, aproximadamente 7 foram encaminhados para o segundo ano e em torno de 4 chegaram ao terceiro ano. Sendo que aqueles em condição de defasagem idade-série apresentaram chance de aprovação significativamente menor do que os demais e uma taxa de abandono de 84,42%. (FRITSCH, 2015).

Além da matrícula, da permanência e da conclusão, também é preciso promover a qualidade adequada para que os discentes possam se beneficiar da formação que recebem. Entretanto, ao olhar para o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), percebe-se que o desempenho dos alunos em áreas fundamentais, como leitura e resolução de problemas matemáticos, é distante do esperado. No Plano Nacional de Educação (PNE), estabeleceu-se a busca por um Ideb de 5,2 até 2024, porém, de 2011 a 2015, o resultado foi de 3,7, enquanto a meta intermediária para este último ano era de 4,6. (BRASIL, 2015, 2018a).

Analisar tal indicador é apenas mais uma das diversas formas de perceber que o Ensino Médio brasileiro vem enfrentando uma ampla gama de desafios. No âmbito das políticas públicas e programas educacionais, as indefinições, oscilações e fragmentação se explicitam na quantidade de projetos muitas vezes conflituosos entre si. Em relação à infraestrutura e as condições de trabalho dos profissionais da área da educação, muitas das escolas apresentam instalações precárias e recursos materiais e financeiros insuficientes. Os professores comumente recebem uma formação que não os capacita integralmente para a atuação e também há carência de profissionais para atuar em determinados níveis ou disciplinas (como no caso da Matemática, Física e Química). Além disso, há a questão do crescente distanciamento entre a escola e seus alunos, ocasionado pelas intensas transformações sofridas pela cultura juvenil. Dessa forma, a instituição escolar, por não ser capaz de se adequar ao novo paradigma, vem perdendo seu papel enquanto agência de socialização, ensino e aprendizagem para as novas gerações. (TARTUCE *et al.*, 2018).

As exigências e a quantidade de conteúdos abordados aumentaram significativamente desde o século XX e o conhecimento é cada vez mais teórico, científico, abstrato e distanciado do cotidiano. Desta enorme quantidade de conhecimentos, apenas uma mínima parte é aprendida e muito é esquecido com o passar do tempo. Os estudantes frequentam a escola por obrigação e são incapazes de perceber o valor intrínseco à busca pelo conhecimento ou a utilidade do que lhes é ensinado, fazendo com que sua aversão ao processo e seu desinteresse se intensifiquem. (DELVAL, 2001; LEITE, 2000).

Para Tartuce *et al.* (2018, p. 481),

[...] é fato que o que se ensina e como se ensina têm sido apontados também como causas para o desinteresse e desmotivação dos jovens para permanecerem na escola. O discurso de que o currículo é desarticulado e inchado, com excesso de disciplinas e conteúdos enciclopédicos – o que dificulta o emprego de estratégias que favoreçam aprendizagens mais significativas e o atendimento das necessidades dos jovens de 15 a 17 anos –, está presente na mídia e na própria academia.

Atualmente, os processos educativos estão majoritariamente centrados na transmissão de informações e não no envolvimento ativo dos alunos na análise de situações que acontecem a sua volta e na construção de saberes que lhes permitam compreender e intervir no mundo. Assim, a escola vem deixando de ser um espaço

exclusivo de transmissão cultural com fins de socialização e passa a se confrontar com os novos recursos de divulgação de saberes. A instituição não acompanhou a evolução tecnológica ocorrida nos últimos anos e tem se mostrado incapaz de tratar o que é considerado relevante para seus alunos, persistindo na abordagem de conhecimentos desligados da vida real e mantendo uma prática desmotivadora e inadequada aos desafios da atual sociedade da informação. (LEITE, 2000; SILVA; PEREIRA, 2013).

Dessa forma, ao considerar a conjuntura vigente, a pertinência dos estudos voltados para o currículo se mostra inegável, já que, nas palavras de Sacristán (2013, p. 19)

Junto com a ordenação do currículo é regulado o conteúdo (o que é ensinado e sobre o que se aprende), são distribuídos os períodos para se ensinar e aprender, é separado o que será o conteúdo do que se considera que deva estar nele inserido e quais serão os conteúdos externos e mesmo estranhos. Também são delimitados os territórios das disciplinas e especialidades e são delimitadas as referências para a composição do currículo e orientação da prática de seu desenvolvimento. Tudo isso, como um conjunto, constituirá o padrão sobre o qual se julgará o que será considerado sucesso ou fracasso, o normal ou anormal, o quanto é satisfatória ou insatisfatória a escola, quem cumpre o que é estabelecido e quem não o faz.

Além disso, o currículo, seleção organizada dos conteúdos a serem aprendidos e ensinados, é um dos responsáveis por regular a prática didática desenvolvida. Seu domínio é critério de êxito escolar e sua constituição expressa o projeto cultural e educacional das instituições e da sociedade para seus estudantes. Logo, a busca por uma atuação pedagógica que proporcione condições favoráveis à conquista do sucesso escolar é essencial. Acredita-se que o emprego de práticas capazes de motivar o interesse dos alunos e auxiliá-los na compreensão do mundo que os rodeia é um dos caminhos para a ressignificação do processo educativo no qual estão inseridos. (LEITE, 2000; SACRISTÁN, 2013; SILVA; PEREIRA, 2013).

Nesta perspectiva, o presente estudo visa analisar e refletir sobre a produção científica elaborada acerca da implementação de práticas curriculares inovadoras no ensino de Física do Ensino Médio. Para tal, o trabalho se concentra em examinar pesquisas relacionadas à inserção e abordagem de conteúdos tipicamente extracurriculares relativos à Física Moderna e Contemporânea e Astronomia. Tais temas, denominados extracurriculares por não estarem inseridos no currículo da maioria das escolas, apresentam potencial de promover uma aprendizagem

significativa, pois tratam de tópicos relevantes e presentes no cotidiano dos estudantes. Como no caso da Física Moderna e Contemporânea e sua relação com as tecnologias, ou como no caso da Astronomia, citada amplamente, ainda que de maneira superficial, pelos meios de comunicação, cultura pop e mídias sociais.

Portanto, a partir do questionamento “O que as pesquisas elaboradas em nível de pós-graduação apontam acerca da inserção e do tratamento de conteúdos referentes à Física Moderna e Contemporânea e Astronomia nas aulas de Ensino Médio?”, os trabalhos foram estudados. A identificação e análise das características gerais, metodologias utilizadas, aplicação, dados e resultados obtidos e dificuldades e lacunas apresentadas possibilitaram que as tendências apresentadas pelos estudos fossem mapeadas. Dessa forma, uma visão mais abrangente acerca da forma como o conhecimento sobre o tema tem sido produzido foi apresentada para oferecer maior sustentação aos trabalhos futuros e possibilitar o desenvolvimento de estratégias capazes de melhorar a qualidade das futuras pesquisas da área.

A seguir, após a listagem dos objetivos orientadores desta produção, é apresentada a fundamentação teórica elaborada, composta por conceituações e contextualizações consideradas indispensáveis para o estudo da temática. Além disso, o trabalho é composto por um capítulo metodológico, outro capítulo apresentando uma síntese dos materiais analisados e um último expondo a discussão dos resultados obtidos.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar a produção científica elaborada, no contexto da pós-graduação, sobre a abordagem de conteúdos convencionalmente extracurriculares no ensino de Física.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

A seguir, os objetivos específicos da presente monografia:

- a) apresentar conceituação e contextualização dos aspectos basilares do estudo do currículo e suas práticas, discorrer acerca do conceito de

inovação e das perspectivas da nova BNCC para este quesito, justificando a relevância do presente estudo;

- b) mapear a produção científica sobre inovações curriculares no ensino de Física do Ensino Médio brasileiro, desenvolvida no âmbito da pós-graduação, relativos à Física Moderna e Contemporânea e Astronomia, para identificar tendências no campo de estudo e compreender como o conhecimento acerca do tema tem sido produzido;
- c) analisar as pesquisas selecionadas para refletir, à luz dos desafios do Ensino Médio brasileiro, acerca de seus desenvolvimentos, aplicações, metodologias empregadas, lacunas e dificuldades apresentadas, resultados obtidos e possíveis contribuições para a área de ensino de Física.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Educação e o Papel da Instituição Escolar

As primeiras “escolas”, de funcionamento bem diferente das que existem hoje e sem as salas de aula com as quais se está habituado, surgiram no séc. IV antes de Cristo e eram locais onde mestres ensinavam gramática, música, poesia e eloquência, além de se dedicarem para o preparo físico dos estudantes. Já no séc. XII, na Europa, mais próximas do modelo atual, foram criadas, pelas instituições de caridade católica, escolas para o ensino da leitura e escrita, transmitidos em conjunto com as lições religiosas. (FUJITA, 2018). Desde então, a atuação da entidade escolar se complexificou, tornando-se essencial para a sociedade nos moldes contemporâneos. Dessa forma, ao considerar a educação como “[...] um tipo de atividade que se caracteriza fundamentalmente por uma preocupação, por uma finalidade a ser atingida” (LUCKESI, 1994, p. 30), a consciência das funções a ela atribuídas se faz indispensável.

Apesar do senso comum, conforme destaca Delval (2001, p. 81), “[...] as instituições escolares desempenham muitas funções que não se reduzem a transmitir conhecimentos [...]” e o presente capítulo discorrerá acerca de algumas delas. Primeiramente, em função de determinadas mudanças sociais, como a incorporação das mulheres ao mercado de trabalho, a progressiva urbanização das cidades e a proibição do trabalho infantil, a escola recebe o intuito fundamental e explícito de cuidar e manter as crianças ocupadas enquanto os pais trabalham.

Diferentemente das zonas rurais, nas sociedades urbanizadas, a rua deixa de ser um lugar seguro e a mobilidade das crianças sofre significativa redução, fazendo com que se perca um importante espaço de socialização e interação. Portanto, a escola, ao assumir este papel socializador, entra como solução para a questão, já que proporciona aos estudantes a possibilidade de se relacionar com outras crianças. Tal fator, fundamental para o desenvolvimento dos indivíduos, possibilita o contato com o diferente, promovendo a ampliação da percepção de mundo dos estudantes, além de favorecer o desenvolvimento das habilidades de cooperação, de comunicação e de empatia.

À medida que, na família, as relações são fundamentalmente pessoais e governadas pelo afeto, dependência e subordinação, na escola, as relações

estabelecidas são exclusivamente sociais e cada indivíduo envolvido possui um papel a desenvolver (aluno, professor, diretor, zelador etc.). Neste contexto, a educação assume o papel de educação moral, reguladora das relações, a partir dos aspectos do bem-estar coletivo, da justiça, da liberdade e dos direitos dos outros, possibilitando a aprendizagem de regulações abstratas. Diferentemente das normas de casa, as normas da escola não são negociáveis (horas das aulas e do recreio, disposição dos períodos letivos, tarefas a serem realizadas etc.) e a autoridade do professor é muito mais impessoal que a dos pais. Este exercício de submissão à autoridade, realização das tarefas propostas (nem sempre prazerosas) sem possibilidade de discussão e dentro de prazos estabelecidos, faz com que a escolarização também seja uma preparação para o mundo do trabalho.

Além disso, a escolaridade obtida pelo sujeito também desempenha o papel de marco de transição entre distintas etapas da vida. Conforme destaca Delval (2001, p. 89), “Em muitas sociedades tradicionais, as mudanças de status social dentro da comunidade vêm acompanhadas de rituais, às vezes muito complexos, que ressaltam simbolicamente esse trânsito”. Nestas sociedades a vida social é regulamentada, os costumes tendem a ser rigorosamente cumpridos e as normas sociais determinam o curso da vida dos indivíduos. Dessa forma, acontecimentos como nascimento, primeira dentição, adolescência e casamento reforçam o sentimento de união entre os membros do grupo, bem como a consciência coletiva. Já nas sociedades ocidentais, marcadas pela racionalização e pela diferenciação, esse tipo de tradição foi enfraquecido e os “ritos de passagem” foram ressignificados. As atividades escolares (processos de seleção, exames finais, notas etc.) assumem este papel à medida que aquele que obteve êxito escolar é visto como capaz de se adaptar, seguir instruções e normas, cumprir as exigências impostas e obter bons resultados.

Também há, como uma das funções mais evidentes, a transmissão de conhecimentos, realizada antigamente por toda a comunidade. Hoje, apesar das crianças continuarem a adquirir conhecimentos básicos na convivência com os adultos, a escola passa a ser a principal responsável pelo seu ensino. Isso ocorre, principalmente, em função da enorme quantidade de conhecimentos científicos especializados que se pretende apresentar aos estudantes. Já que, além da leitura e da escrita (aptidões consideradas indispensáveis), também há uma vasta gama de

saberes vistos como essenciais para o desenvolvimento do indivíduo. (DELVAL, 2001).

Agora, partindo de uma perspectiva filosófico-política, filosófica por abranger o sentido atribuído e política por constituir um direcionamento da ação, também é possível compreender a educação e, conseqüentemente, a instituição escolar, a partir das seguintes finalidades: educação como redenção, educação como reprodução e educação como meio de transformação da sociedade. Conforme Luckesi (1994, p. 37), ao se perguntarem acerca da finalidade da educação,

Alguns responderão que a educação é responsável pela direção da sociedade, na medida em que ela é capaz de direcionar a vida social, salvando-a da situação em que se encontra; um segundo grupo entende que a educação reproduz a sociedade como ela está; há um terceiro grupo de pedagogos e teóricos da educação que compreendem a educação como uma instância mediadora de uma forma de entender e viver a sociedade. Para estes a educação nem salva nem reproduz a sociedade, mas pode e deve servir de meio para a efetivação de uma concepção de sociedade.

Na primeira perspectiva, a mais otimista e utópica, a educação assume o papel de redentora da sociedade e tem como principal objetivo integrar harmonicamente os indivíduos no todo social existente. Nela, a escola se encontra voltada para a formação da personalidade dos sujeitos, desenvolvimento de suas habilidades e veiculação dos valores éticos necessários à convivência social. Além disso, a instituição é vista como exterior à sociedade e responsável pelo seu ordenamento e equilíbrio, já que adapta o indivíduo e reforça os laços sociais, promovendo a coesão social e garantindo a integração dos sujeitos. Ingenuamente, esta tendência considera que a educação não sofre influência da sociedade e interfere, de forma quase que absoluta, no destino do todo social. Desta forma, ela estaria solucionando os problemas da sociedade através do investimento de seus esforços na formação das mentes das gerações futuras, dirigindo e adaptando os indivíduos através de seus ensinamentos.

Já a segunda tendência, considerada como a mais pessimista, afirma que a educação, enquanto integrante e serviçal da sociedade, a reproduz e, se possível, a perpetua. Enquanto a perspectiva anterior vê, na educação, potencialidade de corrigir e melhorar a sociedade, deixando-a mais próxima do modelo de perfeição harmônica idealizado, esta afirma que a educação, enquanto elemento da própria sociedade, é determinada por seus condicionantes econômicos, sociais e políticos.

Neste ponto de vista, o poder dominante é tão forte que, independente do esforço dos professores em melhorar suas práticas, métodos e materiais, não há nenhuma possibilidade de a escola não veicular e reproduzir a ordem vigente, muito menos de conseguir transformá-la.

Por fim, a terceira concepção, formulada como uma espécie de meio termo entre as duas primeiras, vê, na educação, a potencialidade de mediação de um projeto social. Considera que a instituição, como parte integrante da sociedade, sofre sua influência e está dimensionada dentro dos seus determinantes, porém, também têm a possibilidade de agir estrategicamente para alcançar um projeto de sociedade que pode ser tanto transformador quanto conservador. Ou seja, ela nem redime e nem reproduz, mas atua como um dos meios para a transformação social na busca pela democratização não só dos aspectos políticos, mas também sociais e econômicos. (LUCKESI, 1994).

## **2.2 Conhecimento Escolar**

Distintas definições de conhecimento escolar podem ser assumidas, dependendo da perspectiva teórica adotada. Enquanto determinadas concepções se encontram centradas nos conteúdos e nos resultados, outras estão focadas no indivíduo, na sociedade e na cultura. Porém, de maneira mais abrangente, é possível afirmar que ele é o responsável por estabelecer e caracterizar a constituição do currículo escolar, no que se refere a quais conteúdos são julgados suficientemente significativos para serem ensinados em detrimento de outros.

Para as correntes teóricas de tradição conservadora e neoconservadora, a finalidade do conhecimento escolar é melhorar a qualidade intelectual do comportamento humano e, conseqüentemente, a sociedade. Enquanto isso, seu valor está relacionado ao seu papel de ferramenta qualificadora dos indivíduos para o acesso e atuação no mercado de trabalho, através da aquisição de competências e habilidades. As matérias são consideradas como resultado da transposição de conhecimentos científicos, técnicos e morais e a racionalidade técnica e científica é o foco. Além disso, a busca pelo desempenho e alcance de padrões determinados externamente (tanto pelo Estado, quanto por organismos internacionais) é acrescida, justificando o ensino por uma ótica utilitária em que o conhecimento em si tem pouca relevância quando comparado ao conhecimento para fazer algo.

Já nos estudos curriculares de tradição crítica, orientados pelo pensamento progressista e em oposição ao empirismo e ao pragmatismo, o papel da educação está relacionado à reprodução social. O valor do conhecimento escolar, indo além do conjunto ordenado de matérias resultantes do conhecimento científico e técnico, está vinculado aos interesses da ideologia dominante. Dessa forma, o currículo, visto como espaço de defesa e de luta nos campos da cultura e da sociedade, não pode ser compreendido e transformado sem que seus vínculos com outros contextos permeados pelas dinâmicas relações de poder sejam considerados. Em tal perspectiva, o valor e a função do conhecimento escolar estão delimitados, principalmente, por aspectos éticos e políticos e não por sua operacionalização. Portanto, seu potencial se refere ao que ele representa em termos de reposicionamento dos sujeitos nos contextos social, político e cultural. (DURLI; THIESEN, 2018).

A partir desta ideia de escola enquanto lugar de emancipação, de contestação e de possibilidades, a promoção do desenvolvimento intelectual dos estudantes é tida como uma das principais finalidades da educação, do conhecimento escolar e do currículo. Assim, os conteúdos selecionados devem possibilitar aos alunos a compreensão do mundo em que vivem, assim como a ampliação de suas perspectivas para além de suas circunstâncias locais e particulares. Para tal, o conhecimento abordado, em sua potencialidade de auxílio no desenvolvimento da consciência crítica e política dos estudantes, além de especializado, deve ser distinto do presente na experiência pessoal dos alunos, ao mesmo tempo que relacionado com sua cultura prévia de referência. (DURLI; THIESEN, 2018; SACRISTÁN, 2013).

Por fim, as concepções das abordagens de recorte pós-estruturalista e pós-fundacional buscam a desestabilização e desconstrução de referenciais que, até então, fundamentavam conceitos como verdade, ciência, conhecimento e currículo. Nesta corrente, a existência de um conhecimento universal prévio e pronto para ser aplicado é recusada, assim como a possibilidade de fechamento de qualquer sentido social ou de uma racionalidade fixada sobre as bases de uma verdade absoluta. Portanto, todo valor ou função atribuídos ao conhecimento escolar estão limitados à precariedade, à provisoriedade e à incompletude e é possível pensá-lo sem as restrições impostas pelos estatutos da universalidade, da objetividade, da validade, da neutralidade e da classificação por importância e por função. Surgem novas

possibilidades de significação e o valor de determinado conhecimento escolar é visto como relativo ao seu poder provisório e contingente de se manter relevante. (DURLI; THIESEN, 2018).

Neste sentido, ao considerar a educação como uma prática social, é possível compreender o conhecimento escolar como um artefato social e histórico, caracterizado por sua natureza efêmera. Desta forma, a definição e a delimitação do conhecimento escolar, elaboradas em condições sociais e temporais específicas, são provisórias e incompletas e sistemas educativos neutros e válidos universalmente inexistem. Portanto, em função do caráter aberto e dinâmico da sociedade e da cultura, no plano da educação, respostas flexíveis e com certa dose de relativismo se fazem necessárias. (DURLI; THIESEN, 2018; SILVA; PEREIRA, 2013).

Lembrando também que, na prática escolar, as mais diversas influências se fazem presentes. Textos e materiais produzidos noutras instâncias, a cultura, a sociedade, a economia e a política atravessam o fazer docente. Assim, os significantes conceituais formulados pelos sujeitos se desenvolvem à luz de suas próprias experiências (trajetórias de formação, vivências pessoais e profissionais, demandas impostas por materiais didáticos e por definições específicas de cada área ou disciplina etc.). Além disso, é comum que cada professor explore dimensões distintas na abordagem dos conteúdos (enquanto alguns destacam o viés técnico e científico, outros dão enfoque a perspectiva política, cultural ou histórica, assim como alguns enfatizam suas aplicações práticas etc.), de modo que, conforme destaca Sacristán (2013, p. 22), “A qualidade do conteúdo que se torna realidade é o resultado de um processo de jogo de perspectivas entre a qualidade cultural e pedagógica dos professores e a dos textos e demais materiais como fontes de informação”.

### **2.3 Currículo**

Currículo, conceito comumente associado à trajetória profissional de um indivíduo, no âmbito educacional, de maneira sucinta, pode ser definido como aquilo que o aluno estuda. Responsável por especificar, ordenar e regular o que é ensinado pelos professores e aprendido pelos alunos, o currículo também pode ser

compreendido como a proposta de organização que unifica e confere sentido e sequencialidade a seus componentes. Nas palavras de Sacristán (2013, p. 17),

De tudo aquilo que sabemos e que, em tese, pode ser ensinado ou aprendido, o currículo a ensinar é uma seleção organizada dos conteúdos a aprender, os quais, por sua vez, regularão a prática didática que se desenvolve durante a escolaridade.

Entretanto, apesar de evitar a arbitrariedade e proporcionar coerência ao desenvolvimento da prática, em função da sua atuação fragmentadora, o currículo reforça as divisões existentes entre os aspectos que o constituem (separação entre as diferentes áreas e disciplinas, por exemplo). Ao determinar os conteúdos a serem abordados, delimitar o território das disciplinas e os níveis nos quais os alunos devem ser agrupados, o currículo e as regras que ele impõe se tornam aspectos elementares na estruturação da escolaridade como é conhecida. Além disso, ele estabelece as exigências de cada grau sucessivo, indica as referências a serem consultadas, orienta o desenvolvimento da prática e ordena o tempo escolar.

Por meio desta organização, instituída ao longo dos últimos séculos, a avaliação do progresso escolar dos indivíduos se tornou possível. Assim, as trajetórias escolares passaram a ser encaradas como bem-sucedidas (quando desenvolvidas de acordo com o proposto e dentro do tempo planejado) e malsucedidas (quando percorridas de maneira distinta da idealizada). Portanto, o currículo, além de regular as práticas pedagógicas, também se torna um agente regulador das pessoas e da vida nos centros educacionais. (DURLI; THIESEN, 2018; SACRISTÁN, 2013).

No contexto das concepções conservadoras e neoconservadoras, o currículo instrucional, utilitarista e centrado em resultados é legitimado por aqueles que consideram o conhecimento como algo a ser transmitido. Nesta perspectiva, a experiência de submissão dos sujeitos é valorizada, pois ela possibilita que estes sejam formados à maneira que se espera. Assim, considerando a educação como uma prática social, constata-se que os currículos escolares e a atuação docente se desenvolvem influenciados pelas condições políticas, sociais e econômicas de sua conjuntura. Ao mesmo tempo, se articulam com a perspectiva histórica vigente que, através de um projeto de Estado, explicita o sentido que tal sociedade atribui à educação escolarizada. (CUNHA, 2006; DURLI; THIESEN, 2018; SILVA; PEREIRA, 2013).

Para Cunha (2006, p. 58), “Mesmo com a ideia republicana de democratização da escolarização, a definição do que é conhecimento válido para todos é feita pelas classes dominantes com as representações da sua cultura”. Dessa forma, a relevância deste conhecimento, vinculada aos interesses particulares destes grupos, é legitimada pelo lugar social que ocupam. De acordo com Durlin e Thiesen (2018), as perspectivas empíricas e técnicas, ao favorecer critérios de eficiência e racionalidade burocrática, secundarizam, intencionalmente, dimensões históricas, éticas e políticas. Portanto, para que seja possível compreender e transformar o currículo, é indispensável considerar a influência das relações de poder sobre ele, já que “O potencial do conhecimento é relativo ao que ele representa em termos de (re)posicionamento dos sujeitos e dos coletivos nos contextos social, político e cultural”. (DURLIN; THIESEN, 2018).

A forma como o currículo é constituído e as intenções impressas neste processo contribuem para que sejam penalizados os alunos pertencentes a grupos sociais e culturais afastados da cultura escolar, ou que dispõem de inteligências e vivências distintas das privilegiadas neste contexto. Em relação à comunidade e à realidade dos discentes, as instituições, frequentemente, se mostram isoladas por sua prática obsoleta, incapazes de superar os novos desafios impostos pela atual sociedade da informação, persistindo na transmissão de conhecimentos pouco relevantes e desconectos da vivência dos alunos, o que favorece a desmotivação destes em relação à formação escolar. (LEITE, 2000).

Enquanto isso, o professor, protagonista do processo de envolvimento ativo dos estudantes na análise das situações que ocorrem ao seu redor e na construção de saberes que os capacitem a intervir em tais situações, tem sua autonomia e sua liberdade de atuação limitadas. O currículo, elaborado “à prova do professor”, submete o docente a pôr em prática um projeto de ensino desenvolvido por pessoas que desconhecem as especificidades da população escolar com quem ele trabalha. Além disso, o documento muitas vezes impossibilita as alterações necessárias para que os conteúdos e processos de ensino e aprendizagem possam ser mais significativos para os estudantes, distanciando-os ainda mais da escola. (LEITE, 2000; SILVA; PEREIRA, 2013).

Na busca pelo sucesso escolar, a atenção ao currículo e suas funções é essencial, já que ele é o documento estabelecedor das normas, das formas e dos objetivos condutores do processo educativo e, portanto, deve estar fundamentado

no ensinar e no aprender. (SILVA; PEREIRA, 2013). Desta forma, Leite (2000, p. 21), amplia as dimensões do currículo destacando que,

O reconhecimento da educação na sua dimensão social implica que se atenda não apenas ao o quê ensinar e como o fazer, mas também ao porquê e para quê ensinar e fazer aprender, isto é, implica, ao nível do currículo, que não o percepcionemos apenas como o conjunto de matérias a ensinar em pacotes pré-fabricados de informação, ou mesmo como o conjunto de programas escolares muito estruturados que permitem obter destrezas desejadas, mas sim que o pensemos enquanto conjunto de intenções, meios e acções (sic) que permitem aos alunos participarem activamente (sic) na construção dos seus saberes e desenvolverem-se de forma positiva, tanto pessoal como socialmente.

## **2.4 Base Nacional Comum Curricular**

A idealização de uma base comum curricular de abrangência nacional, presente no artigo 210 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), preconizada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), definida nas Diretrizes Nacionais Gerais da Educação Básica (BRASIL, 2013) e prevista no Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2015), começa a tomar forma em 2016, logo após a posse do então Presidente da República, Michel Temer. (MOZENA; OSTERMANN, 2016).

José Mendonça Bezzera Filho, quando ainda Ministro da Educação, apresentou, na Exposição de Motivos à Medida Provisória nº 746/2016, argumentos para a reforma curricular proposta. No documento, ao dispor sobre a organização dos currículos do Ensino Médio, o Ministro expõe os objetivos de ampliação progressiva da carga horária e criação de uma Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio de Tempo Integral. Como justificativas para tal, são citadas a superficialidade, fragmentação e extensão excessiva do currículo desta etapa de ensino, bem como sua incompatibilidade com a cultura juvenil, o setor produtivo e as demandas atuais da sociedade. Além disso, há o fato de que um elevado número de jovens se encontra fora da escola e que, entre os que a frequentam, grande parte não apresenta bom desempenho educacional. Ademais é citada a existência de uma crescente parcela da juventude que não faz parte do mercado do trabalho e nem se encontra na escola, ensino profissionalizante ou superior. (BRASIL, 2016).

Neste mesmo documento (BRASIL, 2016), é exposto o objetivo de ofertar um currículo atrativo e convergente com as demandas inerentes à conquista de um

desenvolvimento sustentável. Além disso, almeja-se um Ensino Médio capaz de proporcionar opções de aprofundamento nas áreas do conhecimento, cursos de qualificação, estágio e ensino técnico profissional (de acordo com as disponibilidades de cada sistema de ensino). Para tal, suas principais determinações foram: a “[...] flexibilização do Ensino Médio, por meio da oferta de diferentes itinerários formativos, inclusive a oportunidade de o jovem optar por uma formação técnica profissional dentro da carga horária do ensino regular”, tornando obrigatório, nas três séries do Ensino Médio, somente a oferta das disciplinas Matemática, Língua Inglesa e Língua Portuguesa; a “[...] ampliação progressiva da jornada escolar, conforme o Plano Nacional de Educação [...]”, limitando a carga horária máxima da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e garantindo a “[...] autonomia dos sistemas estaduais de ensino para a organização de seus currículos, de acordo com as realidades diversas”; e a criação da

[...] Política de Educação em Tempo Integral de Fomento à Implantação de Escolas em Tempo Integral para o Ensino Médio de escolas estaduais, que apoiará a implementação de proposta baseada não apenas em mais tempos de aula, como também em uma visão integrada do estudante, apoiada nos quatro pilares de Jacques Delors: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser, buscando uma formação ampla do jovem, tanto nos aspectos cognitivos quanto nos aspectos socioemocionais, o que é fundamental para tornar a escola atrativa e significativa, reduzindo as taxas de abandono e aumentando os resultados de proficiência.

Corrêa e Garcia (2018, p. 608) destacam que,

Defendendo a proposta de aproximação da escola com a realidade dos estudantes, a reforma pretendia, conforme explícito na página do Ministério da Educação e Cultura – MEC, desde o lançamento da MP nº 746, que essas alterações seriam uma resposta às novas demandas profissionais do mercado de trabalho, pois segundo o próprio governo, o novo modelo de EM permitiria que cada jovem seguisse o seu caminho profissional através de suas escolhas e sonhos, independente se fosse para continuar seus estudos no nível superior, ou se fosse para obter uma formação e inserir-se no mundo do trabalho.

A Medida Provisória nº 746 foi transformada no Projeto de Lei nº 34/2016, aprovado na Câmara dos Deputados e no Senado Federal, sancionado e publicado como Lei nº 13.415/2017, posteriormente incorporada à LDB nº 9.394/1996. (FERRETI; DA SILVA, 2017). E, no que se refere ao currículo, a principal alteração observada na LDB nº 9.394/1996 se encontra no art. 36, que determina que

O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

I – linguagens e suas tecnologias;

II – matemática e suas tecnologias;

III – ciências da natureza e suas tecnologias;

IV – ciências humanas e sociais aplicadas;

V – formação técnica e profissional. (BRASIL, 1996).

Portanto, a BNCC, “[...] documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (A BASE..., [2020?]), é a responsável por direcionar a elaboração dos currículos e das propostas pedagógicas dos sistemas e redes de ensino do país. Orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares da Educação Básica, tem como principal objetivo balizar e elevar a qualidade da educação no território nacional, visando a inserção dos jovens no mundo do trabalho, sua preparação para os desafios do séc. XXI e a construção de uma sociedade mais justa, democrática e inclusiva através de uma formação humana integral.

Acredita-se que sua adoção facilitará o planejamento dos professores e escolas e possibilitará que os currículos sejam adequados, tomando a Base como referência. Dessa forma, pretende-se que as necessidades e possibilidades específicas das instituições e comunidades escolares sejam consideradas e que a fragmentação das políticas educacionais seja superada, fortalecendo a colaboração entre as três esferas do governo. Já que “A ausência de indicações claras do que todos os alunos devem aprender para enfrentar com êxito os desafios do mundo contemporâneo tem impactos diretos sobre a qualidade da educação” e que

Sem igualdade de oportunidades para que todos possam ingressar, permanecer e aprender na escola, por meio do estabelecimento de um patamar de aprendizagem e desenvolvimento a que todos têm direito, a busca pela equidade, com acolhimento da diversidade que é inerente ao conjunto dos alunos, fica comprometida. (A BASE..., [2020?]).

Portanto, a Base, centrada no desenvolvimento de competências e orientada pelo princípio da educação integral, determina os conhecimentos essenciais que deverão ser oferecidos a todos os estudantes e as competências gerais para a Educação Básica (relativas ao conhecimento, pensamento científico, crítico e

criativo, diversidade cultural, comunicação, cultura digital, trabalho e projeto de vida, argumentação, autoconhecimento, cooperação, empatia, responsabilidade para consigo e com o outro e cidadania). Sendo tais competências responsáveis por orientar as aprendizagens essenciais a serem garantidas (abrangendo as quatro áreas do conhecimento e todos os componentes curriculares do Ensino Médio definidos pela LDB e pelas Diretrizes Curriculares Nacionais) e os itinerários formativos a serem ofertados pelos diferentes sistemas, redes e escolas. (A BASE..., [2020?]).

Já os itinerários formativos, estratégicos para a oferta de um currículo diversificado, flexível e mais adequado às especificidades locais e à multiplicidade de interesses dos estudantes, “[...] podem ser estruturados com foco em uma área do conhecimento, na formação técnica e profissional ou, também, na mobilização de competências e habilidades de diferentes áreas, compondo itinerários integrados [...]” (BRASIL, 2018b, p. 477). Também é estabelecido que “[...] os itinerários devem garantir a apropriação de procedimentos cognitivos e o uso de metodologias que favoreçam o protagonismo juvenil [...]” (BRASIL, 2018b, p. 477). Além disso, é possível que estes se organizem em torno de um ou mais dos eixos estruturantes a seguir: investigação científica; processos criativos; mediação e intervenção sociocultural; e empreendedorismo.

No que se refere ao itinerário formativo focado na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, é destacada a centralidade do

[...] aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos em contextos sociais e de trabalho, organizando arranjos curriculares que permitam estudos em astronomia, metrologia, física geral, clássica, molecular, quântica e mecânica, instrumentação, ótica, acústica, química dos produtos naturais, análise de fenômenos físicos e químicos, meteorologia e climatologia, microbiologia, imunologia e parasitologia, ecologia, nutrição, zoologia, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino. (BRASIL, 2018b, p. 477).

Enquanto que, para a área em questão, a Base enfatiza a presença e influência que os temas relacionados a ela têm no cotidiano dos alunos e professores. Para tal, ela cita desde a utilização de meios de transporte, eletrodomésticos e equipamentos, até questões relativas à conservação ambiental, desmatamento, mudanças climáticas, uso de transgênicos etc. O documento destaca a necessidade de relacionar os conteúdos trabalhados em aula com a

realidade dos discentes, assim como a importância da resolução e abordagem de problemas cotidianos.

Outro aspecto que merece ser destacado, no ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, é a estipulação da existência de 4 eixos estruturantes. São eles: conhecimentos conceituais da área; contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; processos e práticas de investigação; e linguagens das Ciências da Natureza. Além disso, recomenda-se que as disciplinas de Biologia, Química e Física apresentem, pressupondo interdisciplinaridade, integração entre si.

No Ensino Médio, em articulação com as competências gerais da Educação Básica e da área das Ciências da Natureza do Ensino Fundamental, esta área do conhecimento empreende que os alunos sejam capazes de construir e utilizar conhecimentos. O objetivo é que estes sejam empregados na argumentação e proposição de soluções de enfrentamento a desafios relativos às condições de vida e ao ambiente, além de garantir aos estudantes o desenvolvimento das seguintes competências específicas:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018b, p. 553).

A partir de tais competências, é possível observar as habilidades que a BNCC espera que os alunos desenvolvam, assim como as perspectivas de abordagens e conteúdos por ela sugeridos. A primeira competência específica se refere à análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos que considerem as relações entre matéria e energia. Assim, busca preparar os alunos para avaliar potencialidades, limites e riscos do uso de diversos materiais e tecnologias, visando tomadas de

decisão responsáveis e consistentes diante dos desafios contemporâneos. Para tal, o documento propõe o tratamento de assuntos relacionados à estrutura e transformações da matéria; leis ponderais e termodinâmicas; cinética; princípios da conservação da energia e da quantidade de movimento; fusão e fissão nucleares; espectro eletromagnético; mutações e efeitos biológicos das radiações; ciclo da água; poluição, desmatamento e efeito estufa; tecnologias de obtenção de energia elétrica, entre outros.

Já a segunda competência específica da área supõe análises e interpretações acerca da dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos. Nela, é destacada a importância de oportunizar aos estudantes o desenvolvimento de reflexões que os possibilitem situar a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, valorizar a natureza e seus recursos. Além disso, espera-se que eles se tornem capazes de compreender a diversidade de formas e níveis de organização da vida e as potencialidades e limitações da ciência. Os conteúdos que se propõem abordar envolvem evolução biológica e origem da Vida; organização celular; órgãos, sistemas e organismos; populações e ecossistemas; biodiversidade, origem e extinção de espécies; políticas ambientais; história e filosofia da ciência; fotossíntese; neurociência; reprodução, hereditariedade e genética mendeliana; modelos atômicos, subatômicos e cosmológicos; astronomia e evolução estelar; gravitação; mecânica newtoniana; etc.

Por fim, a terceira e última competência específica envolve a investigação de situações-problema e a avaliação das aplicações e implicações do conhecimento científico e tecnológico. Com ela, objetiva-se que os jovens se tornem capazes de discernir e selecionar informações, bem como propor soluções éticas e responsáveis baseadas em conhecimentos científicos confiáveis. Dentre os conhecimentos conceituais propostos encontram-se vacinação; darwinismo social, eugenia e racismo; identificação por DNA; emprego de células-tronco; neurotecnologias; produção de tecnologias de defesa; isolantes e condutores térmicos, elétricos e acústicos; desenvolvimento sustentável; matriz energética; eficiência de diferentes tipos de motores; agroquímicos; conservantes alimentícios e mineração. (BRASIL, 2018b).

## 2.5 Inovação e a Realidade Atual do Ensino de Física

Conforme destaca Luckesi (1994, p.32), “Quando não se reflete sobre a educação, ela se processa dentro de uma cultura cristalizada e perenizada”. Dessa forma, é inegável a necessidade da reflexão sobre os aspectos do campo educacional estruturado, de modo que as ações adotadas sejam as mais acertadas e efetivas possíveis. Entretanto, como a base da atuação é marcada por dimensões estruturantes implícitas, originadas na tradição e consolidadas no hábito, costuma-se aceitar, sem questionar, as opções e práticas que são apresentadas, deixando-as orientar o fazer docente. (SACRISTÁN, 2013).

Porém, conforme destaca Sacristán (2013, p. 23),

Uma vez que admitimos que o currículo é uma construção onde se encontram diferentes respostas a opções possíveis, onde é preciso decidir entre as possibilidades que nos são apresentadas, esse currículo real é uma possibilidade entre outras alternativas. Aquilo que está vigente em determinado momento não deixa de ser um produto incerto, que poderia ter sido de outra maneira, e que pode ser diferente tanto hoje como no futuro. Não é algo neutro, universal e imóvel, mas um território controverso e mesmo conflituoso a respeito do qual se tomam decisões, são feitas opções e se age de acordo com orientações que não são as únicas possíveis. Definir quais decisões tomar, após avaliá-las, não é um problema técnico (ou melhor, não é fundamentalmente uma tarefa técnica), pois as decisões tomadas afetam sujeitos com direitos, implicam explicita ou implicitamente opções a respeito de interesses e modelos de sociedades, avaliações do conhecimento e a divisão de responsabilidades.

Para Leite (1998, p. 38),

[...] uma escola que se deseja para todos (e não apenas para alguns) tem de questionar sua organização e a formação que oferece, de modo a responder com qualidade a todos os seus clientes, e que são, forçosamente, diferentes daqueles que a procuravam quando ela se orientava pelo princípio da exclusão.

Portanto, ao admitir que o sucesso ou insucesso dos estudantes depende de razões tanto externas, quanto internas à escola (como aspectos organizacionais e curriculares, bem como relativos ao ambiente de aprendizagem criado), se mostra indispensável a busca por condições que favoreçam o desempenho dos alunos como base das medidas curriculares adotadas. Além do *o quê* ensinar e *como fazer*, é necessário se ater também ao *porquê* e *para quem*, envolvendo a gestão e o corpo docente na implementação de projetos adequados às realidades específicas das populações escolares. Assim, espera-se que os alunos tenham a possibilidade

de participar ativamente na construção de seus saberes e se desenvolver de forma positiva tanto pessoal como socialmente. (LEITE, 2000).

Para tal, é preciso que o currículo, através da seleção de conhecimento escolares socialmente relevantes, esteja “[...] voltado para a vida real do discente, de modo que este possa compreender seu mundo”. (SILVA; PEREIRA, 2013, p. 900). Também é preciso ir além da acepção clássica da cultura acadêmica, de maneira que o texto curricular contemple a complexidade dos fins da educação e objetive uma ação holística em que o ensino de conteúdos não seja visto como a única meta das escolas. É desejado que se aprecie o verdadeiramente alcançado, deslocando a atenção do ensinar para o aprender, dos que ensinam para os que aprendem, do que se pretende para o que se consegue na realidade e das intenções declaradas para os fatos alcançados. (SACRISTÁN, 2013). De acordo com Leite (2000, p. 21),

[...] a educação de hoje implica que existam interações (sic) muito fortes entre a escola, o meio e a sociedade, por forma a que ocorram aprendizagens significativas e funcionais e que se desenvolvam competências que não se esgotam na dimensão cognitiva e, muito menos, na aquisição de informações.

Partindo do imperativo social de adaptação ao momento histórico vigente, comandado pelos processos comunicacionais e tecnológicos, é visível a instauração de um novo paradigma na área educacional. Este paradigma desafia as instituições a adaptar os processos educativos a partir das diferentes e aceleradas formas de transmissão e armazenamento de informações e da desarticulação provocada por este fenômeno. Além disso, também demanda que os atores se tornem capazes de encarar as novas possibilidades e tecnologias como aliados na aquisição e compartilhamento do conhecimento. Dessa forma, promovendo uma aprendizagem voltada para a interatividade e o desenvolvimento da capacidade de compreensão das mudanças sociais, econômicas e políticas. (LHARENA, 2015).

Entretanto, ao observar o ensino de Física desenvolvido no Ensino Médio brasileiro, o que se percebe é uma cultura didática estagnada, obsoleta e incapaz de atender as novas demandas. A sociedade, transformada por mudanças políticas, culturais, científicas e econômicas, tornou-se ainda mais dinâmica e globalizada. Os avanços científicos e tecnológicos, frutos de uma política global de tecnologização, se fazem cada vez mais evidentes e influentes e o acesso à informação, produtos, serviços, notícias e tecnologia nunca foi tão difundido. Enquanto isso, apesar do

cotidiano das pessoas ter sido drasticamente transformado, o ensino de Ciências e de Física não acompanhou tal transição. Por conseguinte, contribuindo de maneira pouco significativa para uma formação condizente com a realidade da qual os indivíduos fazem parte, além de parecer se distanciar cada vez mais da necessidade do aluno de conhecer, entender e dialogar com sua realidade. (COLOMBO JUNIOR, 2014; SIQUEIRA, 2012).

Nas palavras de Colombo Junior (2014, p. 56),

Ao refletir sobre o ensino de física no Brasil não é difícil perceber um dúbio cenário educacional. Por um lado encontramos alunos cada vez mais conectados às novas tecnologias do século XXI, cercados de aparatos com telas LED-Plasma-LCD, celular wi-fi, iPhones, iPod, modernos computador (sic), tablets e, por outro lado professores arraigados em uma física do século XIX, senão do século XVIII. Uma infeliz constatação que traz à tona a urgência de pensar, discutir e propor inovações curriculares, particularmente nas áreas científicas.

A Física, usualmente segmentada nas subáreas Mecânica, Termologia, Ótica, Ondulatória, Eletromagnetismo, Astronomia e Física Moderna e Contemporânea, tem um volume de conteúdos curriculares bastante extenso. Considerando que a carga horária disponível para a disciplina costuma ser de apenas duas aulas semanais, principalmente na rede pública de ensino, a abordagem integral dos tópicos propostos é praticamente inviável. Portanto, os docentes são levados a realizar muitas simplificações e as aulas, frequentemente, se restringem a tratar somente da produção científica concebida por volta do século XIX, excluindo o desenvolvimento ocorrido a partir do século XX. Enquanto isso, a cultura didática característica da área (composta por um programa com conteúdos consolidados e regidos por livros didáticos e exames vestibulares, uma abordagem voltada para a repetição e resolução de uma grande quantidade de exercícios e o protagonismo de verdades e certezas científicas) se mantém. (COLOMBO JUNIOR, 2014; MARTINS, 2007).

De acordo com Barcellos e Guerra (2015, p. 331), “Há décadas a comunidade de pesquisa em ensino de Física aponta a necessidade de inovações, transformações e melhorias no ensino praticado na grande maioria das escolas brasileiras” e

Esse olhar ampliado sobre o que os estudantes merecem aprender sobre ciências nas situações formais de ensino revela a preocupação de que a Física apresentada em sala de aula contribua para atuação e participação

efetivas dos indivíduos em uma sociedade científica e tecnológica, pródiga em informações, mas ainda carente em maneiras de construir conhecimentos sobre elas. E defendemos que esse fato corrobora nossa concepção de que o ensino de Física pode contribuir para essa formação na medida em que essa disciplina seja apresentada como um campo de conhecimento e, por isso, como uma maneira social de construir conhecimento sobre o mundo natural. (CARVALHO; SASSERON, 2018, p. 44).

Portanto, visando orientar a busca por transformação e melhoria, se faz essencial o movimento de exposição do sentido adotado para o conceito de inovação. De acordo com Flores e Flores (1998) e Colombo Junior (2014), ela integra o processo de introdução do novo, uma renovação das estruturas ou do funcionamento de algo. Além disso, no que se refere ao contexto educacional, trata-se de uma mudança de ordem qualitativa inerente à própria escola, que afeta as ideias, práticas e estratégias ali utilizadas. Um processo que, envolvendo a criação de novos métodos e formas de abordar os conteúdos, tem como finalidade a melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem, refletindo, assim, no sucesso escolar do estudante.

As inovações educacional e curricular compreendem diferentes dimensões e devem considerar aspectos além da simples adição, subtração ou reorganização de conteúdos. Elas se sobrepõem no que se refere ao uso de novas abordagens, estratégias e atividades e na indispensável abertura para a revisão de crenças e pressupostos. Entretanto, se diferenciam, por exemplo, em questões como a ampliação e alteração do espaço físico em que se desenvolve o ensino e a aprendizagem (aspecto exclusivo da inovação educacional, caracterizada por sua maior abrangência). (COLOMBO JUNIOR, 2014). Nas palavras de Borges (2013, p. 20), as inovações na educação são compreendidas “[...] como possibilidade de um fazer pedagógico gerativo capaz de repensar a prática de ensino como uma atividade de criação de novos sentidos e significados”.

Para Moreira (1999), Barcellos e Guerra (2015), é necessário se ater às finalidades implícitas e explícitas inerentes a este processo caracterizado por sua complexidade. Pois, os múltiplos significados atribuídos pelos sujeitos envolvidos influenciam uma série de fatores interligados (participação, engajamento, oposição, indiferença, camuflagem de práticas objetivando uma mudança aparente) que interferem de maneira decisiva nos possíveis resultados e benefícios alcançados. Nas palavras de Moreira Júnior (2014, p. 214), “[...] a inovação é um processo

complexo que exige grande interação social, estoque de conhecimento acumulado, gestão específica, injeção de capital e aprendizado”.

Dessa forma, é impossível modificar a cultura estabelecida no cotidiano escolar por meio de ações de curto prazo e reestruturações abruptas e abrangentes. A prescrição documentada é apenas parte de um processo de mudança, já que os sujeitos envolvidos são os protagonistas responsáveis por incorporar/rejeitar e ressignificar o processo, deixando clara a centralidade dos professores e suas práticas. (BARCELLOS; GUERRA, 2015, MOREIRA, 1999). Para Colombo Junior (2014, p. 60), “[...] os professores representam o pilar que sustenta toda e qualquer estrutura de inovação curricular” e a maneira como lidam com os alunos, conteúdos e atividades, durante o desenvolvimento de sua atuação, tem importância indiscutível.

Moreira (1999, p. 138) argumenta que

Não é possível forçar os profissionais a uma postura efetivamente importante: engajamento, comprometimento, trabalho criativo, atitudes fundamentais para que uma inovação se consolide. Tais atitudes não podem ser prescritas ou controladas. [...] Não se pode forçar uma equipe de uma escola ao nível de engajamento necessário para a elaboração de uma proposta curricular consistente, em sintonia a realidade, com as necessidades dos alunos e da comunidade que envolve a escola. Devemos, ainda, levar em conta uma possível ausência das competências necessárias para tal empreendimento. Considerando esses fatores, existe uma grande chance de que o projeto curricular elaborado seja apenas uma peça burocrática para satisfazer um mandato legal, mas bastante distante da prática cotidiana da escola.

Lembrando que, conforme destaca Nóvoa (1994, p. 8) há “[...] um efeito de rigidez que nos torna a todos, num certo sentido, indisponíveis para a mudança”. Tal rigidez faz com os professores, muitas vezes, apresentem dificuldade em abandonar determinadas práticas, principalmente as que os ajudaram a obter bons resultados em momentos difíceis de sua carreira. Portanto, este processo pressupõe que o docente apresente uma postura crítica e autônoma e, de preferência, faça parte da confecção dos novos currículos, atuando para que as propostas estejam de acordo com suas expectativas pessoais. (BARCELLOS; GUERRA, 2015; FLORES; FLORES, 1998).

Por fim, é válido destacar que, ao tratar de um fenômeno tão complexo e composto por tantos aspectos variáveis e inter-relacionados, é preciso perder a ilusão do controle. Dessa forma, conforme destaca Moreira (1999, p. 138), se faz

necessário aceitar que “Um planejamento cuidadoso, que busque fazer previsões minuciosas e esgotar todas as possibilidades, terminará revelando-se exaustivo e insuficiente”. O que não significa a ausência de objetivos definidos, planos de análise, coordenação e organização, mas ressalta a necessidade do desenvolvimento da capacidade institucional de produzir e lidar com o novo. Dessa forma, espera-se que as escolas e órgãos oficiais envolvidos sejam capazes de, autônoma e criticamente, diagnosticar problemas, encaminhar soluções, interagir seletivamente com as inovações, meios e recursos disponíveis e criar espaços de aperfeiçoamento profissional permanentes. (MOREIRA, 1999).

### 3 METODOLOGIA

Pesquisar é desenvolver procedimentos racionais e sistemáticos com o intuito de obter respostas para problemas existentes. Dessa forma, a partir do planejamento efetivo, união dos conhecimentos disponíveis e utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos, resultados são obtidos e o conhecimento é construído. A partir disso, a presente monografia tem o objetivo de analisar práticas curriculares inovadoras no ensino de Física do Ensino Médio brasileiro. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica caracterizada por sua natureza qualitativa, exploratória e descritiva, já que pretende proporcionar familiaridade com o contexto pesquisado, ao mesmo tempo que se preocupa com a atuação prática. (GIL, 2002).

Com o intuito de analisar teses e dissertações produzidas no Brasil, foi definida a base de consulta e os parâmetros a serem seguidos, resultando em um mapeamento de trabalhos realizado na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) no mês de maio de 2020. O recorte temporal aplicado abrangeu a produção desenvolvida entre os anos de 2011 e 2020 e os descritores utilizados foram: “ensino médio”, “Física” e “inova\*” (com o intuito de contemplar as possíveis variações do termo, como inovar, inovação, inovador etc.). Para tal, foram encontrados 132 resultados, 101 dissertações e 31 teses. Após a leitura exploratória e seletiva dos títulos, palavras-chave e resumos e a elaboração de uma lista síntese com a caracterização de cada trabalho (título, ano de publicação, autor(a), tipo de trabalho (tese ou dissertação), instituição em que foi elaborado, palavras-chave e resumo), foram identificadas 24 dissertações e 1 tese condizentes com o objetivo da pesquisa.

Os trabalhos selecionados abordam inovações curriculares no ensino de Física das mais variadas formas, podendo ser divididos em 3 grandes grupos. O primeiro, tratando de inovações curriculares relacionadas às metodologias de ensino adotadas, se refere à utilização e implantação de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem (jogos, animações, simulações computacionais, vídeos, vídeo aulas, filmes de ficção científica, ambientes virtuais de aprendizagem, aplicativos etc.). Já o segundo aborda inovações curriculares relativas à incorporação de conteúdos usualmente não trabalhados nas aulas (efeito fotoelétrico, plasma e suas propriedades elétricas, espectroscopia, Astronomia, Cosmologia, Física Nuclear e

suas aplicações, dualidade onda-partícula etc.). Enquanto que o terceiro versa sobre a inovação curricular pela perspectiva da formação de professores (o papel dos cursos de formação continuada, carências constatadas na formação inicial os profissionais, identificação dos saberes docentes necessários para a inserção adequada de conteúdos ao currículo, características dos processos de didatização dos saberes, influência das crenças dos professores na resistência à inovação curricular etc.).

Considerando a quantidade, extensão dos materiais coletados e o tempo disponível para seu estudo, a impossibilidade de analisar a todos se fez evidente e foi necessário eleger apenas um dos grupos de trabalhos como objeto desta pesquisa. Justificada pela maior consonância que os estudos pertencentes ao grupo apresentam com os objetivos deste projeto e a fundamentação teórica desenvolvida, a escolha foi feita em favor do segundo grupo. Este, constituído por 7 dissertações, é caracterizado por discorrer acerca de práticas pedagógicas relacionadas à abordagem de conteúdos usualmente extracurriculares nas aulas de Física do Ensino Médio, das áreas de Física Moderna e Contemporânea e Astronomia. Além da inegável relação existente entre o currículo e os conteúdos selecionados para serem ensinados aos alunos, também foi considerado os assuntos sobre os quais os trabalhos escolhidos discorrem. Pois, tais conteúdos apresentam potencialidade de promover uma aprendizagem mais significativa, motivadora e interessante, em função de sua popularidade e pertinência evidenciadas por sua notável presença no cotidiano discente.

No que se refere à metodologia de análise adotada, considerando a intenção de desenvolver uma pesquisa sobre outras pesquisas e, conseqüentemente, sobre a produção de conhecimento acerca do assunto estudado, foi determinada a utilização da metapesquisa. A partir desta metodologia, considerada como uma estratégia de análise sistemática das pesquisas de um determinado campo ou temática, emerge a possibilidade de desenvolver uma revisão que encara os estudos sob uma nova perspectiva, buscando diferentes compreensões e esclarecendo aspectos antes ocultos a partir da nova intenção com a qual a produção é retomada (MAINARDES, 2018; WICHNOSKI, 2017).

Para Zhao (1991), após o desenvolvimento de um conjunto de estudos sobre determinado tema, a análise e interpretação elaborada através da metapesquisa vai além do que foi feito previamente. Orientada pela disciplina em que se realiza, se

diferencia das demais metodologias (revisão de literatura, revisão sistemática, estado da arte, por exemplo) por desenvolver mais do que uma simples síntese de resultados. A metapesquisa, de maneira sistemática, reflete sobre os métodos empregados e fundamentos teóricos envolvidos, compara os diferentes tipos de dados em termos de sua qualidade e utilidade, identifica as prováveis lacunas presentes e busca apresentar uma visão geral do que tem sido feito na área ou campo estudado.

O procedimento “Está embasado na compreensão de que a integração de várias pesquisas independentes oferece maior sustentação para trabalhos futuros e balizam modos de observar os fatos de maneira mais rigorosa [...]” (BICUDO, 2014, p. 9). Entretanto, conforme destaca Mainardes (2018, p. 315), “A finalidade da metapesquisa não é julgar os trabalhos ou os autores de forma individual [...]”, se tratando de uma

[...] estratégia relevante para a compreensão da situação da pesquisa no campo, ou seja, para realizar um diagnóstico acerca de como o conhecimento vem sendo produzido, bem como identificar as características, tendências, fragilidades e possíveis obstáculos para o avanço das pesquisas do campo. A partir desse diagnóstico, é possível pensar estratégias coletivas para melhorar as pesquisas [...].

Portanto, a partir do estudo interpretativo dos materiais coletados, pretende-se identificar: as características gerais dos trabalhos; a abrangência e objetivos das pesquisas; as metodologias empregadas; a implementação das inovações curriculares; os resultados apresentados e a maneira pela qual foram obtidos; as possíveis lacunas e dificuldades constatadas; e em que aspecto os pesquisadores acreditam ter contribuído para a área.

## **4 INOVAÇÃO CURRICULAR: O QUE REVELA A PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE A INSERÇÃO DE CONTEÚDOS EXTRACURRICULARES NAS AULAS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO**

O presente capítulo apresenta uma síntese de cada uma das 7 dissertações de mestrado analisadas neste trabalho. Nos resumos a seguir, buscou-se desenvolver uma reprodução fiel e imparcial das principais características das publicações. Todo o material apresentado provém exclusivamente das dissertações cujo título e autoria estão indicados no primeiro parágrafo de cada subcapítulo.

### **4.1 Proposta de Sequência Didática Visando Abordar os Fundamentos da Teoria Caos no Ensino Médio**

A primeira dissertação analisada, de título “Proposta de Sequência Didática Visando Abordar os Fundamentos da Teoria Caos no Ensino Médio”, foi escrita por Francisca Pereira e publicada no ano de 2017. O trabalho, parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, foi apresentado no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina.

Para a autora, a pesquisa é justificada pela necessidade de desmistificar o pressuposto fortemente relacionado à Física de que, conhecidas as condições iniciais de qualquer sistema mecânico, é possível compreender seu passado e presente, além de prever seu futuro. Dessa forma, o trabalho objetiva modificar as concepções pré-existentes acerca da questão e promover uma discussão conceitual sobre causalidade, determinismo, Teoria do Caos e a existência de fenômenos que a Física é incapaz de prever com precisão.

O trabalho, fundamentado pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, busca o alcance das condições necessárias a uma aprendizagem significativa (pré-disposição em aprender e a utilização de materiais potencialmente significativos). Para este fim, a autora propõe atividades que considera eficazes em despertar o interesse dos alunos no aprendizado de novos conceitos e na percepção da presença da Física em seus cotidianos.

Pensando em alunos do Ensino Médio e professores “que pretendam inovar nas salas de aula apresentando um material multidisciplinar que não é abordado

tradicionalmente nas escolas” (PEREIRA, 2017, p. 6), a autora elaborou uma sequência didática com duração sugerida de 7 aulas. O material, constituído por 6 atividades que podem ser trabalhadas em conjunto ou de forma independente, apresenta uma introdução a Teoria do Caos, planejamento das atividades propostas, questionários avaliativos e manual de experimentos com roteiros de construção e utilização das práticas. Sua aplicação foi desenvolvida em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola de educação básica, composta por 10 alunos com idades entre 16 e 18 anos.

Primeiramente, a sequência didática propõe a realização de um pré-teste contendo 10 questões abertas sobre o assunto, com a intenção de constatar o grau de familiaridade dos estudantes com os tópicos a serem abordados. Desta forma, conforme os resultados obtidos, de acordo com a autora, seria possível identificar os conhecimentos prévios apresentados pelos alunos e realizar a adequação do material para um desenvolvimento condizente à realidade da turma, promovendo o melhor aproveitamento dos planejamentos futuros.

Em seguida, em relação a proposta de aula expositiva planejada para o segundo encontro, a autora relata ter utilizado uma apresentação de slides (composta por contextualização histórica, conceituações, imagens, animações e vídeos) e uma demonstração experimental da Lei de Hooke. O material de apoio ao professor, disponibilizado em apêndice à dissertação, contém uma seção de descrição da apresentação com comentários sobre cada um dos 30 slides. Entretanto, o arquivo utilizado não é disponibilizado e, tendo acesso somente aos comentários, nem sempre é possível compreender o que consta nos slides.

Para a terceira aula, é sugerida a utilização do filme “As férias da minha vida” para tratamento lúdico dos conceitos de causalidade e determinismo. A partir da fundamentação teórica da pesquisa, o emprego deste recurso é justificado pela sua potencialidade como organizador prévio, responsável por auxiliar no “desenvolvimento de novos conceitos dentro da estrutura cognitiva do indivíduo” (PEREIRA, 2017, p. 21). Em seguida, utilizando o primeiro teste aplicado como comparativo, outro questionário é ministrado com o objetivo de constatar se houve a ocorrência de mudanças cognitivas relativas à compreensão dos conteúdos.

Já as aulas 4, 5 e 6, foram iniciadas com uma revisão dos tópicos abordados até então, seguida pelo desenvolvimento de práticas experimentais (Tábua de Galton, Pêndulo Duplo e Roda de Água), discussão sobre as observações e

resposta a questionários sobre cada prática. Buscando despertar a pré-disposição em aprender, a experimentação possibilitou que os alunos pudessem manipular os objetos de estudo, além de visualizar os fenômenos estudados. Além disso, a autora, durante a construção dos experimentos e elaboração dos roteiros, buscou utilizar materiais de baixo custo e fácil acesso e relata que foi necessário construir mais de uma versão para 2 deles, em função da realização de ajustes que possibilitassem a redução do custo.

Por fim, para a sétima aula, objetivando a demonstração de um exemplo prático da sensibilidade às condições iniciais, a atividade proposta sugeriu que os alunos coletassem e analisassem informações sobre previsões climáticas. Fortemente relacionada ao cotidiano dos discentes, a proposta foi capaz de abordar a Teoria do Caos e a relação existente entre a precisão das previsões e o período de tempo abrangido por elas. A partir da análise dos resultados, os estudantes responderam a mais um questionário e a Tábua de Galton foi utilizada para simular o efeito das condições iniciais nas previsões climáticas.

O trabalho, apesar de atestar explicitamente não possuir a intenção de avaliar o material desenvolvido, apresenta as observações das aulas, as respostas dos questionários e os relatos dos alunos como principais dados. A partir destes, a autora buscou constatar se as condições necessárias para a ocorrência da aprendizagem significativa foram alcançadas. Em relação ao estímulo da pré-disposição para aprender, a autora acredita ter sido bem-sucedida, já que os alunos, apesar da dificuldade e falta de familiaridade com o assunto apresentadas no pré-teste, participaram ativamente da realização das tarefas. Também foi considerado que a segunda condição, relativa à potencialidade significativa do material, foi atingida através da utilização de recursos didáticos diversificados capazes de relacionar as exposições teóricas com o cotidiano dos alunos, exemplos e demonstrações práticas apresentados.

Assim, a partir da disponibilização do “[...] material na forma digital, contendo guia de apoio ao professor, guia das atividades e roteiros das aulas, para livre reprodução, adaptação e aplicação.” (PEREIRA, 2017, p. 45), a autora acredita contribuir com o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos constituintes da Teoria do Caos. As práticas e materiais utilizados foram considerados significativos e eficazes no estímulo da vontade de aprender nos alunos, pois, mesmo que alguns estudantes tenham demonstrado dificuldade ou passividade, promoveram a

participação nas atividades e conseqüente construção de significado para os novos conceitos.

#### **4.2 O Ensino de Física Nuclear e Suas Aplicações no Contexto da Sociedade Contemporânea**

A seguir, foi analisada a dissertação de título “O Ensino de Física Nuclear e suas Aplicações no Contexto da Sociedade Contemporânea”, escrita por Josicarlos Peron e publicada em 2016. O trabalho, parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, foi apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Esta dissertação, enfatizando a importância da participação social nas decisões relativas ao futuro da Ciência e Tecnologia (C&T), defende a relevância do ensino de Física Nuclear para a formação do estudante como cidadão. Para o autor, em função da conjuntura caracterizada por inovações tecnológicas na qual a sociedade está imersa, o debate acerca da influência que o desenvolvimento da Ciência e a Tecnologia exerce sobre a vida humana é indispensável.

Dessa forma, considerando que os estudantes virão a atuar na sociedade a partir de sua compreensão de mundo, tomando as decisões de sua geração e influenciando as gerações seguintes, o autor acredita que a construção de uma base sólida de conhecimentos se faz essencial. Peron defende que a instituição escolar, fundamental na formação dos indivíduos, é responsável por abordar e debater questões que oportunizem o desenvolvimento da consciência crítico-reflexiva necessária para a compreensão da realidade. Além disso, o reconhecimento das limitações intrínsecas à evolução do conhecimento científico e da influência que aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais exercem sobre o processo capacitará o estudante a formar uma opinião própria e bem fundamentada a respeito das questões com as quais se deparar.

Assim, enfatizando a relação íntima que a Física tem com as inovações tecnológicas, o autor argumenta que a disciplina detém significativo potencial de contribuir com a formação para a cidadania, principalmente ao abordar temas relativos à Física Moderna e Contemporânea. Dentre eles, a Física Nuclear, compreendendo uma vasta gama de aplicações e despertando interesse,

curiosidade e até mesmo receio na população, possui relevância considerável. Conforme explicita Peron (2016, p. 5), “[...] optou-se por uma discussão relacionada a Física Nuclear e suas aplicações, uma vez que acidentes nucleares, testes militares, melhorias nas técnicas de tratamento na área médica, tem ganho relativo destaque nestes últimos anos”.

Portanto, visando identificar e analisar como o ensino de tais conteúdos ocorre, ou não, nas aulas de Física do Ensino Médio, o autor fez uso de diversas abordagens capazes de proporcionar uma visão ampla sobre a questão. Primeiramente, dialogou com professores da rede pública da cidade de Rio Negro – PR e cidades adjacentes a respeito do ensino de Física Nuclear em suas aulas. A partir disso, constatou que muitos deles, apesar de considerarem o tema relevante e demonstrarem interesse em abordá-lo, se sentiam inibidos de apresentá-lo. Dentre os motivos, foram citados o despreparo e a falta de segurança relacionada ao fato de que a complexidade dos tópicos dificulta a compreensão por parte dos alunos e até mesmo deles próprios. Além disso, também foi referenciada a extensão excessiva do programa de Física que orienta sua prática, sendo essa a justificativa para a indisponibilidade de tempo a ser dedicado para assuntos não obrigatórios.

Considerando as respostas obtidas no diálogo com os professores, o autor decidiu realizar uma busca online por sequências didáticas, programas ou sugestões para a abordagem da Física Nuclear nas aulas do Ensino Médio. Desta forma, uma quantidade extremamente reduzida de resultados foi obtida e a busca foi ampliada para que abrangesse a abordagem de Física Moderna e Contemporânea. Das 4 publicações encontradas, 2 dissertações de mestrado e 2 artigos discutindo a inserção de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, nenhuma tratava especificamente sobre Física Nuclear.

A partir da escassez de resultados na busca online, o autor resolveu analisar os livros didáticos adotados pelas escolas públicas do Estado do Paraná. Para tal, através de consulta ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), identificou quais dos livros distribuídos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) estavam sendo utilizados nas instituições. A seguir, Peron realizou uma análise criteriosa de cada um dos 14 materiais, na qual verificou inúmeras lacunas relacionadas ao tratamento da Física Nuclear. Vários dos livros, além de apresentarem uma abordagem extremamente reduzida do assunto, dispunham de contextualização histórica, cultural e social escassa ou inexistente. Além disso,

praticamente todas as publicações situavam o tema nos últimos ou no último capítulo, justificando a falta de tempo para tratamento do conteúdo comentada pelos professores.

A respeito dos dados coletadas até este ponto da pesquisa, Peron (2016, p. 36) declara que

[...] conteúdos de Física Nuclear ainda apresentam uma abordagem restrita no Ensino Médio, o que corrobora as respostas dadas pelos professores, pois, se são os livros didáticos os principais responsáveis por reger o programa a ser desenvolvido na sala e, se 99% das escolas fazem uso de livros que, ou abordam conteúdos de Física Nuclear nos últimos capítulos, senão no último, ou então praticamente o excluem, pode-se confirmar a deficiência de temas desta área com grau elevado de certeza.

Considerando os resultados obtidos na análise e a importância da discussão de tópicos de Física Nuclear, o trabalho defende um ensino de Física que promove conhecimentos que não se limitam ao espaço-tempo escolar, contribuindo para a formação integral do estudante e futuro cidadão. Assim, relacionando os conhecimentos teóricos com sua contextualização histórica, política e cultural, o autor desenvolveu um material didático, a ser utilizado mediante o emprego de ferramentas pedagógicas diversas. Peron (2016, p. 37), acerca do seu propósito em favorecer o protagonismo do aluno na construção do conhecimento, destaca que

Foi pensado, cuidadosamente na maneira de abordagem dos conteúdos, como na apresentação textual, além da utilização de modelos, simulações computacionais e textos relacionados com o tema, auxiliando o educando na compreensão dos fenômenos nucleares, bem como sua participação e discussão, posicionando-se de forma crítica e consciente acerca da importância de utilização dos processos oriundos de reações com núcleos atômicos.

Tópicos relativos à estrutura atômica e nuclear e sua relação com a radiação, decaimentos naturais e as reações nucleares (como a fissão, fusão e as reações em cadeia) são abordados no material. Além disso, em função de seu alto grau de dificuldade, os conteúdos são desenvolvidos a partir de uma linguagem de fácil compreensão e os aspectos qualitativos e conceituais dos processos nucleares são enfatizados em detrimento dos estudos quantitativos que exigem tratamento matemático de maior complexidade.

Por fim, o trabalho apresenta uma proposta de implementação do produto e uma análise da aplicação realizada pelo autor. A sequência, planejada para 8 aula de 50 minutos cada, foi apresentada a uma turma de Ensino Médio do curso de Formação de Docentes de Educação Infantil e dos Anos Iniciais do Ensino

Fundamental do Colégio Estadual Barão de Antonina (Rio Negro, Paraná) em 2015.

Nas duas primeiras aulas, foi abordada a história da evolução dos modelos atômicos. Para este momento, um dos objetivos do autor foi possibilitar aos alunos a percepção de que a ciência não é uma verdade absoluta, mas sim uma construção humana constante e passível de erros e limitações. Para o estudo do conteúdo, a turma foi dividida em grupos que receberam diferentes fragmentos do texto referente ao tópico, apresentado no produto educacional. Foi solicitado aos estudantes que elaborassem cartazes e apresentações, discorrendo sobre os aspectos mais significativos contidos em seus excertos.

As apresentações seguiram a ordem cronológica dos acontecimentos, abrangendo desde as representações propostas na Grécia Antiga até os modelos atômico de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, e resultaram em uma linha do tempo da evolução dos modelos. O autor destaca que os alunos se mostraram participativos, fazendo comentários e relacionando as apresentações dos colegas com o que tinham estudado com seus grupos, identificando a conexão entre os fatos aparentemente isolados. Por fim, foram exibidas simulações computacionais aos estudantes, para que pudessem observar e comparar os resultados esperados com os obtidos experimentalmente. Desta forma, o autor promoveu o debate sobre os erros e acertos dos modelos atômicos e as limitações impostas à previsão de fenômenos de observação direta impossível.

Na terceira aula, foi abordado o descobrimento da radioatividade e a influência que este acontecimento teve no entendimento do modelo atômico. O texto, discorrendo sobre os aspectos considerados mais relevantes das pesquisas iniciais sobre radioatividade, foi disponibilizado aos alunos para que realizassem a leitura previamente. A partir disso, a aula se desenvolveu através do diálogo entre professor e estudantes, formato considerado bastante produtivo pelo autor, principalmente por proporcionar aos alunos a participação ativa na construção do conhecimento.

A quarta aula tratou de radioatividade, diferentes tipos de decaimentos (alfa, beta e gama) e sua relação com a existência de isótopos de um mesmo elemento. Neste momento, em função da complexidade dos fenômenos abordados, foi necessária uma intervenção mais explicativa por parte do professor. Apesar disso, Peron relata que os alunos participaram através de perguntas e comentários, além de demonstrarem relacionar os tópicos abordados com conteúdos vistos nas aulas

de Química.

Para a quinta aula, buscando possibilitar uma melhor compreensão dos conceitos de radioatividade e decaimentos naturais, foi proposta uma atividade prática de construção de um modelo representativo dos isótopos do elemento Urânio. Para tal, a turma foi dividida em grupos e os alunos foram instruídos a construir “caixas de átomos” composta por 993 miçangas brancas, representando os átomos de Urânio 238, e 7 miçangas pretas, representando os átomos de Urânio 235. O autor acredita que, através da contagem das miçangas para a composição da caixa, os alunos tiveram um contato mais significativo com a diferença entre o número dos dois isótopos representados na atividade. Nas instruções iniciais da atividade, não foi explicado aos alunos o que o modelo pretendia representar. Dessa forma, os questionamentos e hipóteses levantadas pelos estudantes serviram de base para a abordagem do conteúdo e análise matemática das proporções dos isótopos.

A sexta aula abordou fissão e fusão nuclear, o funcionamento dos reatores nucleares utilizados na geração de energia elétrica e a relação entre as reações de fusão nuclear e o combustível estelar. Além disso, buscou proporcionar a compreensão do fenômeno da reação em cadeia, da necessidade do enriquecimento de Urânio e das dificuldades da implementação de reatores de fusão na geração de energia elétrica. Os fenômenos foram tratados a partir de contextualização histórica, seguida por conceituação, emprego de exemplos e apresentação de pesquisas feitas na área do uso deste tipo de energia. O autor destaca que, considerando o interesse que a Física Nuclear e suas aplicações despertam, a aula se mostrou bastante atrativa e os alunos participaram ativamente com dúvidas e curiosidades.

Na sétima aula, foi apresentado aos alunos simulações computacionais representando os decaimentos alfa e beta, fissão nuclear, reação em cadeia e reator nuclear. No laboratório de informática, os alunos foram convidados a explorar as possibilidades de simulação sem intervenção do professor, para que se familiarizassem com o recurso. Em seguida, o professor conduziu as demonstrações, enfatizando a relação entre o observado nas simulações e os fenômenos estudados até então. Os alunos demonstraram grande interesse através de exclamações, observações e comentários e, para Peron (2016, p. 66), “De toda a sequência didática proposta neste trabalho, esta foi, sem dúvida, a aula em que os

alunos mais se empolgaram”.

Para a última aula, foi utilizado o texto “Energia Nuclear: risco ou oportunidade” com o objetivo de discutir sobre a matriz energética brasileira e o uso de reatores nucleares na geração de energia. Aspectos como a potencial letalidade da radiação liberada no interior do reator e os avanços tecnológicos ocorridos no uso da energia nuclear serviram para contrastar pontos positivos e negativos de sua utilização. Os alunos leram o texto previamente, extraclasse, e o discutiram em aula na forma de mesa redonda, sendo estimulados a assumir uma posição embasada cientificamente. A discussão sobre a questão ocorreu de forma consciente e os alunos se posicionaram crítica e ativamente quanto a defesa ou condenação do uso da energia nuclear.

No decorrer da sequência didática, a participação dos alunos se mostrou marcada por ânimo e dedicação, inclusive nos trabalhos em grupo, em que acredita-se que todos os integrantes colaboraram de forma contínua e ativa. Assuntos como reações nucleares de fusão e fissão e reação em cadeia despertaram grande interesse, expresso pela abundância de perguntas, comentários e alta expectativa para as atividades de simulação. Para Peron (2016, p. 68),

Concluimos este trabalho com êxito, uma vez que, apesar de tratar de temas com alto grau de complexidade, tanto matemático como conceitual, é possível desenvolver o trabalho de maneira que o estudante compreenda os fenômenos relacionados à Física Nuclear, mas acima disso, seja capaz de, a partir de uma compreensão científica, [...] posicionar-se frente à Ciência e Tecnologia e o papel inerente a ela diante da sociedade.

### **4.3 Física dos Gases Ionizados: uma proposta para introdução de conceitos e experimentos para estudo do quarto estado da matéria - o plasma no Ensino Médio**

O trabalho sintetizado a seguir, de título “Física dos Gases Ionizados: uma proposta para introdução de conceitos e experimentos para o estudo do quarto estado da matéria – o plasma no Ensino Médio”, foi escrito por Rodrigo Pacios de Andrade. Requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, a dissertação foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade de Brasília e publicada em 2017.

A partir da apresentação de uma proposta para a inserção do estudo do

estado plasma no Ensino Médio, o material explicita ter o propósito de atualizar o currículo brasileiro de Física. As sugestões, formuladas segundo conhecimentos já habitualmente ensinados, se baseiam na existência de simplificações que possibilitam que o plasma seja abordado de forma semelhante aos outros estados físicos. Dessa forma, o trabalho apresenta: um método para a anexação da transição de fase gás-plasma; uma sugestão de cálculo para a temperatura de ionização; um exemplo de aplicação contextualizada do espectrômetro de massa para a apresentação qualitativa do conteúdo; dois experimentos sugeridos para a visualização do comportamento do plasma; e um website para suporte à abordagem dos temas trabalhados.

O autor argumenta que a atualização curricular almejada é de extrema importância para a formação dos alunos e para o futuro da Física no Brasil e no mundo. Além disso, explicita que o atual currículo, apesar de omitir o estudo do plasma, abrange os conteúdos necessários à sua abordagem, contemplando conhecimentos suficientes de termodinâmica e eletromagnetismo. Para Andrade, o currículo de Física deve abordar os resultados e teorias da Física Contemporânea, buscando promover a compreensão das mudanças causadas por estes conhecimentos na vida das pessoas. Em suas palavras,

Constata-se, a priori, o que se afigura uma enorme contradição: de um lado, a quase onipresença de fenômenos da física de plasma no dia-a-dia de qualquer pessoa, a começar pelo Sol, passando pela magnetosfera da Terra, os aceleradores de partículas, as auroras boreal e austral, os telões domésticos de plasma, e acabando diretamente acima de nossas cabeças, nas lâmpadas fluorescentes; de outro, a quase-completa ausência de seu estudo nos livros didáticos, nas provas de vestibulares e no currículo brasileiro em geral. Qual será o sentimento de um aluno, ao aprender que 99.9% do universo observável se encontra nesse estado, do qual nunca ouviu falar? (ANDRADE, 2017, p. 13-14).

No que se refere a relevância da abordagem do tema em função de sua contribuição para o futuro da disciplina e da sociedade, Andrade afirma que

Reconhece-se, ainda, o crucial papel da física de plasmas para o desenvolvimento de novas tecnologias que poderão solucionar o problema da geração de energia via Fusão Termonuclear Controlada, eliminação de lixo tóxico, produção de novos materiais, propulsão de satélites. Este amplo escopo de aplicações da Física e da tecnologia dos plasmas tornam a área essencial para o desenvolvimento sustentável do Brasil e do mundo. No centro dessa situação está a produção da fusão controlada, para o estudo da qual o Brasil carece de profissionais, sendo por isso necessário empenhar esforços na divulgação e principalmente estímulo a vocações para a área via formação de mais estudantes no Ensino Médio que conhecem e se interessam por ela. (ANDRADE, 2017, p.14).

Portanto, como solução à questão da inserção do conteúdo, o trabalho apresenta uma sequência pedagógica composta por quatro enfoques principais: o desenvolvimento histórico do conceito de plasma; o estudo das transições de fase; o estudo da teoria cinética dos gases ideais; e o estudo do comportamento de partículas carregadas em campos eletromagnéticos. No que se refere a contextualização histórica, são abordados os principais personagens, marcos históricos, descobertas e definições consolidadas entre os anos 1852 e 1970. Para o estudo das transições de fase, o autor apresenta uma proposta de ampliação do conteúdo usualmente tratado nos livros didáticos, incluindo a ionização dos gases e a recombinação dos plasmas, definindo a transição de fase contínua (de segunda ordem) e discutindo formas de determinação de uma temperatura de transição. Além disso é sugerido que o tratamento da teoria cinética dos gases ideais seja estendido para abranger o plasma, possibilitando a compreensão da medição de temperaturas em unidades de energia. Por fim, na abordagem do comportamento de partículas carregadas em campos eletromagnéticos, é dado enfoque à sua aplicação nos espectrômetros de massa e dois experimentos úteis na demonstração dos fenômenos abordados são propostos.

A partir disso, 4 aulas de 45 minutos de duração foram planejadas e ministradas para 10 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, de acordo com a Teoria do Design da Instrução de Robert Gagné. Utilizada como base para a apresentação qualitativa do conteúdo, a teoria defende que qualquer aprendizagem pode ser resumida em 8 etapas (atenção, percepção seletiva, ensaio, codificação semântica, busca, organização de resposta, resposta e controle executivo do processo). Gagné, além de discorrer sobre os processos que levam o indivíduo a aprender, identifica os estímulos necessários para que o cérebro retenha informações e sugere estratégias para ganhar a atenção dos alunos, favorecer a lembrança de aprendizados anteriores, tornar o conteúdo mais acessível etc.

Dessa forma, o autor trabalhou os conteúdos com os estudantes e fez uso da aplicação de um questionário ao início e fim do processo para constatar o progresso alcançado. O questionário, composto por 9 perguntas, foi utilizado para avaliar o conhecimento e a motivação apresentados pelos alunos antes e depois das aulas. Nas primeiras 5 questões, visando identificar o grau de familiaridade dos discentes com os tópicos propostos, são abordados o conceito de plasma, a produção de energia termonuclear e o funcionamento de tokamaks, aceleradores de partículas e

espectrômetros de massa. Enquanto que, nas 4 últimas questões, os estudantes são indagados acerca da importância que atribuem ao estudo da Física e do Eletromagnetismo, assim como sobre sua opinião a respeito das aulas assistidas e sobre a possibilidade de escolherem carreiras que requerem o emprego de conhecimentos de Física diariamente.

A partir da comparação das respostas obtidas nas duas aplicações do questionário, o autor acredita que os alunos alcançaram uma melhora na compreensão dos conceitos e aplicações da Física de Plasmas. Além disso, também destaca que foi possível constatar que os alunos valorizam o estudo da Física, porém se sentem inseguros quanto às suas capacidades e que, em sua maioria, não consideram a escolha de carreiras relacionadas à Ciência ou Matemática. Em relação a opinião dos estudantes sobre a aprendizagem da Física de Plasmas, todas as respostas foram positivas, demonstrando que estes reconheceram a presença da área em seus cotidianos, bem como sua relevância no avanço das tecnologias. Para Andrade (2017, p.85) “Os depoimentos dos alunos podem ser interpretados como uma boa indicação do estudo do plasma como um tópico atraente para esse público, além de ser também altamente necessário”.

Por fim, o trabalho apresenta o website que foi elaborado e utilizado como principal meio para a apresentação dos conteúdos aos alunos, além de um roteiro de estudo para o leitor que estiver interessado em desenvolver um produto educacional similar. Dessa forma, o último capítulo da dissertação aborda noções básicas de programação, hospedagem de sites e armazenamento de dados, além de recomendar ferramentas, tutoriais e materiais capazes de auxiliar na elaboração e customização de um website.

#### **4.4 Cosmologia na Teoria e na Prática: possibilidades e limitações no ensino**

No presente subcapítulo, é apresentada uma síntese da dissertação escrita por Kellen Nunes Skolimoski, intitulada “Cosmologia na Teoria e na Prática: possibilidades e limitações no ensino”. O trabalho, requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências, foi apresentado ao Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo em 2014.

Para a autora, a Cosmologia, considerada como uma tentativa de desvelar os

segredos do universo, pode contribuir ricamente no tratamento da História e da Filosofia da Ciência (HFC) em sala de aula, favorecendo o entendimento da Natureza da Ciência (NdC) e do conhecimento científico construído. Em suas palavras,

[...] a cosmologia, associada a uma ação pedagógica eficiente, pode ter um papel especial na desmistificação da ciência, uma vez que ela oferece um rico contexto histórico que deixa mais claro como a ciência é construída. E isso pode se tornar uma ferramenta facilitadora na percepção dos alunos com relação a como ocorre o desenvolvimento científico, já que na maioria das vezes os alunos são influenciados a construir uma ideia errônea sobre tal desenvolvimento, acreditando que a ciência é construída por cientistas que, por terem uma inteligência extraordinária, facilmente descobrem leis para descrever a natureza [...]. (SKOLIMOSKI, 2014, p.19).

Além disso, a autora acredita que o tema é capaz de tornar o ensino de Física mais atraente, motivando os alunos e melhorando o processo de ensino/aprendizagem, já que desperta, naturalmente, a imaginação e curiosidade dos seres humanos desde a antiguidade. Dessa forma, a abordagem da Cosmologia nas aulas também é capaz de facilitar a inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio, assim como possibilitar uma relação direta com diversos temas da Física Clássica, já que boa parte destes foram desenvolvidos numa tentativa de explicar a evolução do universo. A este respeito, Skolimoski (2014, p. 17) argumenta que

Para tornar esse ensino mais atraente acreditamos que precisamos mudar o atual cenário onde o conteúdo de física trabalhado na escola é muitas vezes esvaziado de significados, já que geralmente é tratado de maneira fragmentada e superficial, dificultando assim a aprendizagem e o interesse dos alunos. Tal física não possibilita aos educandos enxergarem uma correlação dos fenômenos e dos modelos teóricos com suas vidas, de forma que eles acabam por dar pouca atenção a esses assuntos.

Outro fator que influenciou a escolha do conteúdo foi a potencialidade que ele tem de ser compreendido como tema gerador (considerando a pedagogia da comunicação de Paulo Freire), além de possibilitar a construção de uma aprendizagem significativa (no que se refere à teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel). A fundamentação teórica do trabalho, derivada das teorias de Paulo Freire e David Ausubel, defende que a astronomia se faz presente no universo vocabular dos alunos, mexendo com o seu imaginário destes e despertando sua curiosidade.

A partir do fato de Freire defender a importância do interesse e familiaridade do estudante com o assunto apresentado para promoção da aprendizagem, a autora discorre acerca das potencialidades do ensino da Cosmologia. Nesta perspectiva,

argumenta que a investigação temática conduz à educação problematizadora a qual apresenta ao aluno situações vinculadas a sua realidade, possibilitando o desenvolvimento de um pensar crítico sobre o mundo que o cerca. Sendo assim possível transformar, através da reflexão e discussão dos significados, conflitos e contradições abrangidos pelo tema, uma curiosidade ingênua, voltada para o senso comum, em uma curiosidade epistemológica promotora da busca pelo conhecimento.

Em relação à teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, a autora explica que

Quando a aprendizagem é significativa existe uma interação da estrutura de conhecimento existente do indivíduo, os subsunçores, com a nova informação. E tal aprendizagem ocorre quando a nova informação se ancora na rede de conhecimento do indivíduo. Entretanto, esse novo conhecimento não apenas amplia a estrutura cognitiva, como uma espécie de agregação de conceitos, mas na verdade provoca uma modificação dos subsunçores, que se adéquam ao conhecimento mais elaborado. (SKOLIMOSKI, 2014, p. 32).

De acordo com esta teoria de aprendizagem, há 3 fatores necessários para que a aprendizagem significativa se concretize: estrutura cognitiva pré-existente para se relacionar com o novo conhecimento, conteúdo potencialmente significativo e pré-disposição do aluno em aprender. Para a autora, todos estes aspectos podem ser contemplados no ensino da Cosmologia, considerando que o assunto é divulgado extensivamente em filmes, desenhos, documentários e noticiários, além de estar presente nos ensinamentos de diversas religiões. Sendo assim, atualmente, é difícil que um estudante não possua subsunçores com os quais relacionar as novas informações.

Sobre a necessidade do conteúdo ser potencialmente significativo, Skolimoski destaca o fato da Cosmologia estar presente em diversos meios e áreas do conhecimento, apesar de não contribuir diretamente para a vida prática ou inserção no mercado de trabalho. Além disso, no que se refere à pré-disposição em aprender, a autora enfatiza a necessidade humana em buscar compreender sua origem e futuro, destacando o fato de que o assunto tende a instigar a curiosidade e motivar os estudantes.

Acerca da associação destas duas vertentes teóricas distintas, Skolimoski (2014, p. 35) explica que

Em uma primeira análise as concepções psicológicas de aprendizagem de David Ausubel e os ideais pedagógicos defendidos por Paulo Freire não se relacionam, uma vez que este defende uma educação para a liberdade de uma classe socialmente oprimida, enquanto aquele apresenta os mecanismos necessários para uma aprendizagem significativa. Porém, com o surgimento da corrente psicológica humanística, desenvolvida por Joseph Novak, educador norte-americano, e da teoria da aprendizagem significativa, a ligação entre Ausubel e Freire se torna possível.

Conforme destacado pela autora, na corrente humanística, os valores estão voltados para os sentimentos, ações e seres humanos. Além disso, assim como na concepção freireana, a educação centrada no aluno e no aprender a aprender é estimada. Dessa forma, Novak, ao defender que a aprendizagem é uma troca de sentimentos e que o evento educativo é acompanhado de uma experiência afetiva, dá novo significado às ideias de Ausubel.

Assim, a educação passa a ser compreendida como construção do conhecimento integrado com sentimentos e ações que propiciam o engrandecimento humano. Desse modo, tornando ainda mais evidente a concordância com a pedagogia de Paulo Freire, na qual a educação é tida como um processo de construção humana que resulta no engrandecimento individual, coletivo e social objetivando a libertação. Além disso, as ideias de Ausubel e Freire se aproximam por ressaltar a importância de explorar os conhecimentos prévios dos educandos na construção da aprendizagem significativa. Para eles, mediados por Novak, “[...] aprender não é decorar, não é se apropriar do conhecimento alheio, mas estabelecer significados entre o novo conhecimento e seus subsunçores, ou universo temático, através de sentimentos, emoções, experiências e ações” (SKOLIMOSKI, 2014, p. 36).

Dessa forma, os motivos favoráveis à inserção da Cosmologia nas aulas de Física do Ensino Médio são diversos (potencialidades intrínsecas ao tratamento do conteúdo, importância da área para o desenvolvimento científico, possibilidade de abordar a HFC e NdC etc.). Entretanto, a autora reconhece que o processo de implementação deste tipo de inovação curricular é permeado por obstáculos e que “[...] essas temáticas são praticamente ignoradas no ensino médio” (SKOLIMOSKI, 2014, p. 17).

A partir disso, o trabalho da autora, buscando entender melhor como a problematização da Cosmologia na escola pode contribuir para o ensino e facilitar a introdução da FMC, mapeou as possibilidades e as dificuldades de trabalhar o assunto no Ensino Médio. Nas palavras de Skolimoski (2014, p. 18) “[...] procuramos

uma maneira de tornar o Ensino de Física mais interessante e relacionado com a vida contemporânea, para que assim a ciência possa estimular a criatividade e a autonomia dos alunos”.

Para tanto, foi realizada uma pesquisa empírica de natureza diagnóstica sobre o ponto de vista de professores de Física conhecedores da realidade das instituições de ensino público sobre as possibilidades e as dificuldades em trabalhar o tema no Ensino Médio. Além disso, em seu trabalho, a autora desenvolveu uma apresentação dos principais modelos sobre a origem do universo, partindo dos mitos de criação de civilizações antigas, passando por alguns dos modelos filosóficos clássicos até chegar aos modelos cosmológicos e cosmogônicos modernos. Nesta abordagem, explorada sob um viés teórico, perspectivas puramente filosóficas foram comparadas às permeadas por elementos científicos e os diversos mitos e modelos da criação e evolução do universo foram usados para propiciar um ensino de Física mais rico e interessante.

Em relação aos professores, o trabalho buscou identificar sua posição diante da inserção da Cosmologia em suas aulas, que importância dão para o tema e que dificuldades acreditavam encontrar na implementação desta inovação, considerando que o conteúdo muitas vezes é ignorado pelos profissionais. Skolimoski (2014, p. 147) afirma que

Para fornecer dados a essa pesquisa decidimos entrevistar professores de física com experiência na realidade escolar, conhecimento sobre as dificuldades que ela oferece e algum tipo de conhecimento ou mesmo interesse pela cosmologia. Na procura desses indivíduos aplicamos um questionário, por meio eletrônico, com a intenção de atingir o maior número possível de professores, uma vez que acreditávamos que apenas uma pequena parte desses convidados a responder tal questionário contribuiria efetivamente.

Dessa forma, o questionário, composto por 17 perguntas, requeria que os professores fornecessem: dados de identificação; informações sobre sua formação acadêmica, experiência profissional e em ensino de Ciências; e relatos sobre a importância que atribuíam ao tema e sobre o seu interesse pessoal pelo assunto. Dos 926 endereços de e-mail para os quais o questionário foi enviado, 165 participações foram obtidas, das quais 8 foram desconsideradas por não serem provenientes de professores de Física. A partir dos 157 participantes selecionados, a autora determinou quais seriam entrevistados em função de critérios como ser licenciado em Física, ter experiência no ensino público, estar lecionando no

momento da resposta do questionário, demonstrar interesse em trabalhar Cosmologia em suas aulas etc.

Acerca do processo, Skolimowski (2014, p. 32) aponta que,

Como o número de participantes ainda era elevado (36) para a realização de entrevistas qualitativas, decidimos agrupar os participantes que restaram com base nas categorias da pergunta (15) “Você acha importante, ou interessante, que elementos da cosmologia sejam mais explorados no ensino médio?” Explique” uma vez que essa foi uma das perguntas mais importantes do questionário, na qual os professores mais discursaram.

Após análise detalhada da comparação das respostas, foram traçados 5 possíveis perfis para a categorização dos professores. Visando obter uma boa representatividade nos dados coletados, a autora entrevistou um professor de cada perfil (4 presencialmente e 1 por videoconferência). Em seguida, as entrevistas foram transcritas e, em seus relatórios, ela também apresenta a descrição do ambiente em que se passaram, das dificuldades enfrentadas em relação à qualidade das gravações, ruídos no local etc.

Os resultados, no que se refere à identificação das possibilidades proporcionadas pela inserção do conteúdo, apresentaram uma série de aspectos favoráveis, como a confirmação da suposição de que o tema desperta a curiosidade da maioria dos alunos. A partir das falas dos professores, também ficou explícito o potencial que acreditam que o tema e seu rico contexto histórico e filosófico oferecem para a promoção do trabalho interdisciplinar. Além disso, muitos destacaram o fato de que a inserção da Cosmologia é sugerida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), podendo ser incluída na categoria de estudos “Universo e Vida”, e acreditam que a discussão dos mitos cosmogônicos proposta pela autora é uma forma favorável de abordar o tópico.

Em relação às dificuldades impostas pela realidade escolar, apontadas pelos entrevistados, a questão do despreparo dos professores é uma das principais. Nas palavras da autora,

Um dos problemas mais recorrente na fala dos professores, e de amplo conhecimento, é que a maioria dos professores, que leciona física na rede pública, não possui formação específica de física, ou seja, são graduados em outras áreas do conhecimento, em sua maioria matemáticos. Sendo assim, não receberam formação adequada para trabalhar com física, e muito menos com cosmologia, uma vez que os próprios licenciados em física, na maioria das vezes, também não têm contato com o assunto durante sua formação [...]. (SKOLIMOSKI, 2014, p. 32).

Ademais, os resultados expõem a falta de motivação dos docentes em inovar,

considerando as condições desgastantes nas quais precisam atuar e a saturação do currículo de Física, que exige a cobertura de uma grande quantidade de conteúdo em uma ou duas aulas semanais. Os professores também discorreram a respeito da inexistência e/ou inviabilidade do trabalho coletivo nas escolas, colocada como um obstáculo àqueles que quisessem trabalhar a riqueza do tema em todas as suas possibilidades. Por fim, a autora também alerta que grande parte dos professores entrevistados reconhecem o assunto como passível de incitar embates religiosos, já que boa parte dos alunos pertencem a famílias cristãs defensoras do criacionismo.

Em sua dissertação, Skolimoski buscou fornecer subsídios para futuros estudos sobre a inserção da Cosmologia nas aulas de Física do Ensino Médio e acrescenta que outras pesquisas sobre o tópico devem ser realizadas, analisando também o ponto de vista dos alunos sobre a questão. Além disso, considerando que a Cosmologia oferece inúmeras possibilidades, mas também dificuldades a serem superadas, a autora discorre acerca da contribuição que seu trabalho oferece para a solução do problema. Para ela, já que a problemática da formação deficitária dos educadores parece central na fala dos entrevistados, a oferta de cursos de formação continuada em Cosmologia para professores de Física favoreceria a implementação desta inovação curricular. Dessa forma, o conteúdo extensivamente apresentado na primeira metade de seu trabalho, acerca dos mitos e modelos cosmológicos e cosmogônicos, constitui um material cujo uso é recomendado para esse tipo de situação.

#### **4.5 Exoplanetas como Tópico de Astronomia Motivador e Inovador para o ensino de Física no Ensino Médio**

A dissertação apresentada no seguinte subcapítulo, intitulada “Exoplanetas como Tópico de Astronomia Motivador e Inovador para o Ensino de Física no Ensino Médio”, foi escrita por Maurício Henrique de Andrade e publicada em 2012. O trabalho, requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, foi apresentado ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O autor, inicialmente, discorre acerca do desinteresse dos alunos em relação à aprendizagem de Física. Para ele, a profusa difusão de informações, possibilitada pelo avanço das tecnologias e meios de comunicação, exerce influência considerável sobre a problemática. Além disso, Andrade acredita que as abordagens

excessivamente centradas na memorização e repetição mecânica (comportamentalismo) são mais um fator a ser considerado. Em suas palavras, “[...] ensinar e aprender Física usando os métodos convencionais – giz, quadro-negro e livro-texto – vem se tornando uma tarefa desmotivadora para os professores e os alunos”. (ANDRADE, 2012, p. 14).

O ensino, muitas vezes descompromissado com a compreensão dos conceitos e/ou desvinculado da realidade dos alunos, “[...] estimula a memorização de fórmulas e resolução de problemas excessivamente matemáticos [...]”. (ANDRADE, 2012, p. 61). Assim, conforme destacado pelo autor, a aprendizagem mecânica promovida “[...] não contempla uma assimilação de conceitos, o que é fundamental para que se tenha uma aprendizagem verdadeiramente significativa”. (ANDRADE, 2012, p. 61).

Além disso, a qualificação dos professores que ministram as aulas de Física do Ensino Médio também é outra questão levantada por Andrade. A partir da realidade de que muitos dos professores responsáveis por ensinar a disciplina sequer possuem formação na área, o autor defende a importância de uma boa habilitação específica. Nessa perspectiva, enfatiza que o despreparo afeta negativamente a qualidade das aulas e planejamentos, além de, muitas vezes, impedir que estes profissionais compreendam os processos abrangidos pelos avanços científicos e tecnológicos da área.

Andrade, ainda discutindo os desafios com os quais o Ensino Médio brasileiro se depara, também destaca o uso escasso dos laboratórios experimentais e de informática nas atividades educacionais desenvolvidas. Em suas palavras,

O laboratório de Física ainda tem papel secundário no ensino, sendo que grande parte das instituições de ensino sequer o tem, principalmente as da rede estadual: não há a preocupação em construí-los e disponibilizar professores com qualificação para atendê-los, ministrando aulas experimentais, construindo novos experimentos e cuidando a sua manutenção. Quanto ao computador, ainda é visto somente como ferramenta de busca na internet, veículo de comunicação e relacionamento social, sem um papel importante no processo de ensino-aprendizagem. (ANDRADE, 2012, p. 14).

Por fim, o autor aborda o fato de que o ensino de Física nas escolas ainda é predominantemente voltado para o tratamento de conhecimentos científicos que foram formulados no século XIX. Para ele,

[...] o ensino ainda carece de um material instrucional e de profissionais que insiram no ensino médio, de maneira madura e firme, conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, e isso deve ser feito urgentemente. Estamos no século XXI, em que grande parte do avanço científico e tecnológico está embasado na Física que foi desenvolvida no século XX, a saber, a Mecânica Quântica e a Teoria da Relatividade. (ANDRADE, 2012, p. 14).

A partir desta realidade, a necessidade de transformar o Ensino Médio brasileiro e seu currículo se faz evidente e a decisão de tratar especificamente de Astronomia é justificada em função das inúmeras potencialidades inerentes ao estudo do conteúdo. Além disso, o assunto aparentemente desperta grande interesse nos estudantes, conforme enfatizado pelo autor ao dizer que

É extremamente motivador, como professor de Física, quando nas primeiras aulas que dão início ao ano letivo, as quais são dedicadas a uma apresentação da disciplina enfocando a Astronomia como pano de fundo, verifica-se a atração e curiosidade que os alunos têm por assuntos ligados à mesma. Isto é observado através de inúmeras perguntas feitas, assim como na atenção que eles normalmente dedicam a estas aulas. É um assunto que motiva o diálogo professor-aluno e aluno-aluno, ou seja, a interação social, tão destacada como importante no processo ensino-aprendizagem por Vygotsky (apud Moreira, 1995, p. 93); também exterioriza os conhecimentos prévios dos alunos (subsunçores, segundo Ausubel), dando oportunidade ao professor de trabalhar novos conceitos que se agreguem a esses conhecimentos dos alunos, gerando subsunçores mais maduros e capazes de conduzir os alunos a uma aprendizagem significativa. Como a Astronomia é uma área instigante e motivadora, tem grande potencial para gerar no indivíduo a curiosidade e uma análise crítica do que está aprendendo. (ANDRADE, 2012, p. 16-17).

Além disso, Andrade considera indispensável investir na contextualização dos conteúdos desenvolvidos, assim como enfatizar a abordagem conceitual em detrimento de resoluções de cunho meramente matemático. Em suas palavras,

O aluno tem que ir à escola e voltar para casa sentindo que alguma coisa nova está em processo de compreensão e de incorporação ao que ele já sabe e sentir-se motivado em transformar o que conseguir aprender em algo importante para a sua vida pessoal! (ANDRADE, 2012, p. 15).

Assim, o referencial teórico do trabalho é baseado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (que defende o protagonismo dos conhecimentos prévios dominados pelos alunos no processo de construção de novos saberes) e a teoria da mediação pedagógica de Vygotsky (fundamentada na interação social). Portanto, Andrade defende a centralidade do papel da formação docente e argumenta que os professores “[...] precisam se qualificar de modo a terem subsídios que lhes permitam melhorar as suas aulas de modo a conseguir atrair a atenção dos alunos, motivando-os a aprender e a buscar novos conhecimentos”. (ANDRADE, 2012, p. 15).

Dessa forma, incorporar aulas experimentais com equipamentos de baixo

custo e simulações computacionais relacionadas aos conteúdos abordados é uma das estratégias sugeridas pelo autor na conquista da maior atribuição de significado ao processo educativo. Além disso, ele também defende a inserção de tópicos referentes à Física Moderna e Contemporânea e a inclusão de textos de apoio atuais sobre Ciência e Tecnologia.

Andrade, em função da complexidade dos tópicos abrangidos pela Astronomia e as limitações impostas pela realidade das aulas de Física do Ensino Médio brasileiro, identificou e determinou os assuntos que gostaria de tratar (espectroscopia, o estudo do Sol e suas implicações sobre o planeta Terra, o estudo das estrelas e, principalmente, o estudo dos exoplanetas). A partir disso, a dissertação expõe uma revisão bibliográfica centrada em artigos, teses, cursos de extensão e oficinas ligados ao ensino de Astronomia e Física Moderna no Ensino Médio, um relato do referencial teórico que orientou a experiência didática e o produto educativo desenvolvido pelo autor.

Dessa forma, o trabalho, através da apresentação contextualizada de assuntos pertencentes à Astronomia, objetivou contribuir para a melhoria da qualidade do ensino de Física do Ensino Médio. O material pedagógico, desenvolvido no formato hipertexto, contém 13 lições sobre Astronomia com enfoque no estudo e descoberta de exoplanetas e um de seus propósitos é o de “[...] motivar os alunos pela aprendizagem da Física e, porque não dizer, fazer nossos alunos tomarem consciência do Universo do qual fazem parte e de que o planeta que habitam é frágil e que precisa de cuidados”. (ANDRADE, 2012, p. 15).

Portanto, considerando a necessidade de “[...] torná-lo versátil para ser aplicado nas escolas de ensino médio, de fácil manuseio e estudo por parte dos professores que desejarem utilizá-lo com os seus alunos [...]” (ANDRADE, 2012, p. 6), o material foi gravado em DVD e disponibilizado online. Ele, constituído por textos de apoio, apresentações de PowerPoint, vídeos, simulações, animações, referências de websites e atividades teórico-práticas, foi utilizado com alunos do segundo ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Além disso, no trabalho, o autor também discorre acerca do contexto em que a aplicação dos planejamentos se deu, a infraestrutura da instituição, as metodologias empregadas visando motivar os estudantes e as formas de avaliação adotadas para verificar a ocorrência da construção da aprendizagem significativa dos conceitos trabalhados.

As atividades avaliativas empregadas foram compostas por um pré e pós-teste, duas avaliações, questionários correspondentes às atividades práticas e uma pesquisa de opinião. A partir delas o autor pôde constatar o nível de desempenho e interesse dos estudantes, além de estimar se houve avanço no aprendizado dos estudantes. Para Andrade, a experiência didática estimulou a troca de informações, possibilitou e promoveu uma maior interação entre os alunos e entre eles e o professor e, de forma geral,

Os resultados da experiência foram animadores, pois, apesar dos alunos terem que atender também os compromissos com as outras disciplinas, um bom percentual da turma demonstrou interesse pelos assuntos e atividades desenvolvidas durante a aplicação do projeto, tiveram um bom rendimento nas duas avaliações que foram realizadas, houve uma evolução nos conceitos referentes ao tema abordado e, na pesquisa de opinião feita ao final da aplicação da experiência, a maioria dos alunos demonstrou ter gostado das aulas e do assunto que foi escolhido para a aplicação da experiência. (ANDRADE, 2012, p. 17-18).

#### 4.6 Matéria e Radiação: uma abordagem contextualizada ao ensino de Física

O trabalho exposto a seguir, de título “Matéria e Radiação: uma abordagem contextualizada ao ensino de Física”, foi escrito por Marcelo David Silva de Mesquita. A dissertação, requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, área de concentração Ensino de Física, foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília no ano de 2011. Nela, o autor busca discutir a importância da inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no currículo do Ensino Médio, além de abordar a temática da Matéria e Radiação como instrumento de reflexão e exercício de aquisição destes conteúdos.

Para o autor, levar os tópicos Matéria e Radiação para a sala de aula é uma maneira de tratar FMC de forma interdisciplinar e significativa, já que estes assuntos estão “[...] fortemente ligados às tecnologias atuais, pertencendo ao cotidiano dos estudantes”. Além disso, ele argumenta que estes tópicos, “[...] no momento em que dialogam, estabelecem as bases para uma melhor compreensão do mundo” (MESQUITA, 2011, p. 11), proporcionando ao aluno a possibilidade de desenvolver sua capacidade de interpretar a realidade da qual faz parte.

Ainda discorrendo sobre quão relevante acredita que a abordagem da temática seja, Mesquita (2011, p. 10-11) conta que

Sempre que menciono o tema Radiação em minhas aulas, vejo que há uma espécie de fobia automática, o que é perfeitamente compreensível tendo em vista diferentes contextos que acabaram por negatizar a temática, preocupando também a comunidade científica. Entre as preocupações, uma das maiores se deve ao fato de as radiações causarem efeitos biológicos nos seres humanos, fato este de conhecimento relativamente recente, datando do final do século XIX, com a descoberta da radioatividade e dos raios X. Houve uma época em que o uso dessas radiações foi indiscriminado, surgindo uma necessidade de estudos mais meticolosos dos efeitos biológicos dessas radiações nos seres humanos, como danos na pele e queda de cabelo em pacientes irradiados. Percebi que os autores não estavam informados dos benefícios, que são muitos, advindos da terapia e a detecção precoce de doenças por meio do exame de raios X.

Dessa forma, “A expectativa é que tal proposta seja vista como uma possibilidade de inserção de FMC no currículo de ensino básico, e não de maneira isolada em um currículo que já é bastante extenso.” (MESQUITA, 2011, p. 11). Portanto, esta produção acadêmica objetivou realizar “[...] uma releitura curricular que permita vislumbrar caminhos adequados para a construção de uma abordagem dinâmica, inovadora e contextualizada da Física”. (MESQUITA, 2011, p. 6).

Assim, dividida em 3 capítulos principais, o trabalho inicialmente descreve e comenta publicações que discutem a inserção da FMC no currículo do Ensino Médio. A partir da análise destes materiais, o autor expõe o fato de que o ensino de Física ainda se mostra dissociado dos avanços científicos recentes e demasiadamente focado nas descobertas do século XX. Para Mesquita (2011, p. 13-14), “[...] a necessidade de a escola integrar-se ao mundo atual e, ao mesmo tempo, preparar o aluno para conviver em uma sociedade em que os conhecimentos científicos e a capacidade de utilizar diferentes tecnologias são fundamentais”.

Desse modo, Mesquita desvela um consenso no reconhecimento da necessidade de implementação de inovações curriculares, por mais que os detalhes práticos para tal ainda se apresentem como uma questão em aberto. Porém, comenta o quão “[...] é reduzido o número de trabalhos publicados que consideram essa problemática sob a ótica do ensino e, mais ainda, os que buscam colocar, em sala de aula, propostas de atualização” (MESQUITA, 2011, p. 14). Ao considerar a discussão de uma nova perspectiva curricular, o autor também defende que aspectos importantes devem ser considerados, como a necessidade de privilegiar linhas gerais e conceitos fundamentais, a redução e utilização consciente da matematização, a compatibilidade do estudo das Físicas Clássica e Quântica e a suficiência de professores capacitados.

Além disso, dentre as diversas justificativas encontradas para a inserção da FMC nas aulas do Ensino Médio, há o fato dela despertar a curiosidade dos estudantes enquanto possibilita que os conteúdos da disciplina sejam trabalhados de forma mais abrangente. O autor também acredita que o ensino de temas atuais pode contribuir para que o aluno apresente uma visão mais correta do desenvolvimento da ciência, bem como melhor compreensão da natureza do trabalho científico, superando a ideia de linearidade fomentada pelo senso comum. Em suas palavras, é indispensável a inclusão de “[...] assuntos relevantes para a formação de um cidadão esclarecido, capaz de tomar decisões e desempenhar sua função social e econômica de forma condizente com a época em que vive”. (MESQUITA, 2011, p. 18-19).

Ademais, há algumas dificuldades intrínsecas à introdução da FMC no Ensino Médio expostas pelas publicações analisadas que se destacam, como o “formalismo matemático inerente à descrição quântica”, as “novidades conceituais que se distanciam da Física Clássica de forma ainda mais acentuada do que esta da Física

do senso comum” e a dificuldade do tratamento experimental dos temas quânticos. (MESQUITA, 2011, p. 23).

Portanto, como forma de contribuir para a melhoria do ensino de Física e para o desenvolvimento de uma educação voltada para a participação ativa e consciente dos indivíduos na sociedade, o autor defende que

A construção de uma abordagem contextualizada da Física, onde privilegia o diálogo, pode fazer uma adequada articulação entre diferentes conteúdos da Física no ensino médio, superando a tradicional perspectiva centrada na mera inclusão de novos tópicos agregados a organizações curriculares já existentes, além disso, uma proposta de ensino que pode favorecer e ampliar o aprendizado do aluno na escola, deve passar a investigar os porquês dos conteúdos, a fazer uma reflexão crítica, e o professor, por sua vez, a levar o aluno a fazer “pensando”, questionando a realidade em que vive. (MESQUITA, 2011, p. 34).

A seguir, o segundo capítulo da dissertação apresenta o referencial teórico-metodológico constituído pela “[...] leitura articulada da Pedagogia Dialógica de Paulo Freire e da Epistemologia Histórico-Crítica de Gaston Bachelard”. Dessa forma, Mesquita explicita os aspectos complementares e ressonantes entre os pensamentos de Freire e Bachelard e afirma que

A perspectiva de conhecimento de Freire nos guiará na compreensão do diálogo como elemento fundacional do processo pedagógico. A epistemologia histórico-crítica de Gaston Bachelard, ancorada nos conceitos de “Ruptura” e “Obstáculo Epistemológico” nos permitirá aprofundar elementos também essenciais para a construção do conhecimento científico. (MESQUITA, 2011, p. 35).

Portanto, no que se refere aos aspectos propriamente pedagógicos do processo educativo, a principal referência seguida no trabalho foi Paulo Freire e sua concepção de educação libertadora. Nessa perspectiva, além da centralidade do diálogo mediado pelos objetos de conhecimento, há o objetivo de que o aluno seja o sujeito das ações educativas. Dessa forma, a educação se caracteriza problematizadora e se dá com o educando e não sobre ele, sendo o oposto do que Freire chamava de educação bancária, em que a memorização mecânica é estimulada.

Além disso, ao discorrer sobre o embasamento que teve nas ideias de Freire, Mesquita (2011, p. 35) expõe a defesa da

[...] quebra na verticalidade onde um ator é sujeito e o outro objeto, para uma relação onde todos possam ser sujeitos atuantes, que agem e pensam criticamente, acreditando que o conhecimento só se materializa como tal, na medida em que for apreendido e aplicado à realidade concreta.

Já no que diz respeito às condições psicológicas do processo de construção

do conhecimento científico, o trabalho apresenta a epistemologia histórico-crítica de Gaston Bachelard. Para esta vertente teórica, o psiquismo humano tende a resistir em abandonar velhas ideias e aceitar novas, o que resulta em lentidões e conflitos que se opõem à aquisição do conhecimento científico. Estas “causas de inércia” acabam recebendo o nome de obstáculos epistemológicos e sua existência faz com que seja ainda mais necessário formular com clareza as questões nas quais o conhecimento se baseia.

Dessa forma, Mesquita argumenta que Bachelard também defende que o trabalho educativo deve consistir em uma relação essencialmente dialógica e que na aprendizagem os educandos não podem ser encarados como agentes passivos. Assim, ele busca indicar a conexão existente entre a dimensão epistemológica de Bachelard e a pedagógica de Freire e explica que

É dentro da perspectiva, que reúne as ideias de Freire e Bachelard, que serão elaboradas as “lições de física”, como material didático instrucional para subsidiar o professor em uma tarefa para a qual a sua formação se mostre insuficiente, tendo o diálogo como elemento central e como tarefa investigar os conhecimentos pré-existentes a partir da reflexão crítica do senso comum. A partir daí, proporcionar alternativas que possam explorar as contradições e limitações da experiência primeira, para que se possa promover as rupturas necessárias entre o conhecimento baseado no senso comum e o conhecimento científico, exigindo para tanto a superação dos obstáculos epistemológicos advindos do conhecimento comum. (MESQUITA, 2011, p. 44).

Ainda no segundo capítulo, Mesquita discorre sobre como a contextualização é “[...] defendida por diversos educadores, pesquisadores e grupos ligados à educação como um meio de possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania”. (MESQUITA, 2011, p. 45). A partir disso, ele expõe sua intencionalidade em pensar uma contextualização promotora de integração entre o saber científico e o saber cotidiano dos indivíduos e apresenta uma revisão teórica acerca das possíveis dimensões da contextualização no ensino, suas potencialidades e limitações.

Por fim, o último capítulo da dissertação apresenta a proposição didática sobre Matéria e Radiação, desenvolvida “[...] na forma de ‘Lições de Física’, uma proposta de Material Didático Instrucional (MDI) de apoio ao professor e aos alunos” (MESQUITA, 2011, p. 6). Nela, Mesquita afirma estabelecer um diálogo acerca das bases e aplicações da FMC, facilitando a compreensão de questões pertencentes à Física Clássica. Além disso, argumenta ter tentado

[...] cumprir com um importante papel que é a conexão entre as diferentes partes da Física e, uma vez que trabalhamos o ensino de maneira contextualizada, já reivindicamos uma postura interdisciplinar. Além de trazeremos algumas aplicações tecnológicas através de experiências simples e acessíveis, fazemos um resgate dos temas abordados nas lições sob uma perspectiva histórica e uma linguagem simples juntamente com uma visão moderna de alguns conceitos e leis sem o “formulismo” que muitas vezes são tratados os temas da Física no Ensino Médio. (MESQUITA, 2011, p. 59).

No material, o autor apresenta um breve histórico do desenvolvimento do conceito de átomo, além de discorrer sobre os modelos que permearam a descoberta da natureza da luz. Também é proposta a montagem de um rádio roncador para produzir ondas eletromagnéticas e enriquecer a abordagem dos conceitos campo magnético, indução de campo elétrico e a interação da radiação com a matéria.

Enquanto isso, a respeito das tarefas elaboradas, Mesquita explica que cada lição possui 3 momentos pedagógicos (contextualização inicial, construção do conhecimento e síntese e aplicação dos conhecimentos) e que foram propostas “[...] atividades que valorizam as expressões orais, escritas e manuais”. (MESQUITA, 2011, p. 61) Dessa forma, o autor defende que as lições são um exemplo de abordagem contextualizada da FMC no Ensino Médio, usando estudo de casos históricos, destacando os principais envolvidos, experiências marcantes e principais controvérsias. Além disso, Mesquita acredita favorecer que o aluno “[...] compreenda que a natureza faz parte tanto do mundo cotidiano como do mundo científico, buscando a integração entre o saber científico e o cotidiano das pessoas, proporcionando uma releitura do mundo a partir da Física” (MESQUITA, 2011, p. 64-65).

#### **4.7 Espectroscopia: enfrentando obstáculos e promovendo rupturas na inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**

O presente subcapítulo é constituído por um breve resumo da dissertação intitulada “Espectroscopia: enfrentando obstáculos e promovendo rupturas na inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. O trabalho, requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências, Área de Concentração Ensino de Física, foi escrito por Cleovam da Silva Pôrto e apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília em 2011. Nele, o autor apresenta uma proposta de

inserção de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio, “[...] defendendo e explorando a existência de tensões de natureza pedagógica e epistemológica no processo de ensino e aprendizagem, com vistas à construção de transições de natureza curricular” (PÔRTO, 2011, p. 6).

De acordo com Pôrto (2011, p. 16), a abordagem da FMC no Ensino Médio é “[...] objeto de inúmeras discussões em fóruns de ensino e pesquisa, encontro de professores etc., caracterizando-se a sua necessidade, na maioria das vezes, como um consenso”. Inclusive, há quem defenda que estes conteúdos, idealmente, deveriam ser apresentados aos alunos desde o Ensino Fundamental. A partir disso, o trabalho discorre sobre a importância do tratamento do tema e da discussão de assuntos relevantes para a formação do cidadão contemporâneo esclarecido, consciente e participativo no mundo.

Para o autor, a aprendizagem de conhecimentos científicos e tecnológicos, quando desenvolvida propriamente, capacita o aluno a interpretar o mundo e transformar sua realidade, exercendo seu papel como membro integrante e ativo de sua sociedade. Dessa forma, considera que a necessidade da revisão curricular seja inegável, “visto que a mera superposição imposta de conteúdos novos pouca chance tem de se tornar operacional no âmbito da escola” (PÔRTO, 2011, p. 6). A partir disso, a dissertação apresenta uma proposição de Material Didático Instrucional (MDI) de apoio a professores e alunos, no formato de ‘Lições de Física’, explorando o tema ‘Espectroscopia’.

Assim, a dissertação, dividida em 3 capítulos centrais, inicialmente expõe uma visão extremamente abrangente da produção científica sobre a temática, fundamentada por estudiosos da área, como Terrazzan, Moreira e Ostermann. Além disso, há uma retrospectiva acerca do tema em documentos orientadores como: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN de 1996); as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM de 1998); os Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio (PCNEM de 2000); as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ de 2002); e as Orientações Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (de 2006).

Para esta extensa revisão bibliográfica, exposta no primeiro capítulo do trabalho, o autor comenta ter realizado “[...] inúmeras leituras de revistas científicas, livros didáticos e paradidáticos que tinham uma pequena dose de conteúdos de

Física Moderna e Contemporânea que se mostravam apropriados ao Ensino Médio (FMCEM), ainda que de forma incompleta” (PÔRTO, 2011, p. 12). A partir disso, encontrou, na literatura, diversos motivos para a introdução de tópicos contemporâneos na escola média, como o interesse que o assunto costuma despertar nos estudantes, possibilitando que compreendam a Física como um empreendimento humano presente em sua realidade cotidiana.

Além disso, há a questão da falta de contato dos estudantes com o “[...] excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não veem nenhuma Física além de 1900” (PÔRTO, 2001, p. 18). Assim, a revisão teórica enfatiza a importância de atrair os jovens para a carreira científica e Pôrto (2001, p. 33) acrescenta que

Essa falta de contemporaneidade, com os nossos currículos e mesmo com as nossas aulas cotidianas tornou-se um verdade paradoxo, paradoxo este em que os alunos se perguntam e muitos estudantes alegam: ‘estudamos conteúdos ultrapassados, que não têm nada a ver com a vida que levamos no nosso dia a dia, utilizamos tecnologias que não sabemos explicar como funciona (sic) e nem nossos professores’, e nós sabemos que isso, além de correto, está na raiz de muitos problemas que permeiam o ensino básico, a começar pelos próprios conflitos gerados dentro da escola, conteúdos ultrapassados e desinteressantes e professores mal pagos e a maioria sem qualificação e atualização.

Ainda sobre a influência da inserção da FMC nos educadores, o autor destaca que “é mais divertido para o professor tópicos que são novos. O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso.” (PÔRTO, 2011, p. 9). Entretanto, ele também comenta algumas das diversas dificuldades, inerentes a este processo de implementação, a serem enfrentadas. Dentre elas, estão as diferentes e confrontantes perspectivas de análise, as dificuldades de organização curricular, a estrutura administrativa das escolas, a gestão muitas vezes negligente do sistema educacional e “[...] a singular ausência de relações entre componentes curriculares na maioria das escolas do país” (2011, p. 22). Além disso, Pôrto (2011, p. 10) destaca desafios como a “falta de um objetivo mais claro do que se quer com essa inserção, de como fazê-lo, de falta de material didático instrucional adequado, além de dificuldades estruturais no processo de formação dos professores”.

Para Pôrto (2011, p. 22),

O mundo contemporâneo exige, particularmente dos docentes e também dos nossos dirigentes, transformações mais profundas em suas práticas educativas. O modelo tradicional de ensinar e de gerir o sistema educacional já dá mostra, de há muito, do seu esgotamento. Faz-se necessário que nossos professores atualizem a sua formação científica e tecnológica e que os governos dêem o adequado suporte para que essas mudanças ocorram.

Como estratégia de enfrentamento, o autor defende que sejam escritos livros e textos com abordagens inovadoras de FMC para o Ensino Médio, visando encorajar e subsidiar a revisão curricular e, a esse respeito, acrescenta que

Para além da mera superposição de novos tópicos àqueles já existentes nas grades curriculares convencionais do Ensino Médio, defende-se a perspectiva de que uma releitura dos conteúdos curriculares de Física voltados para esse nível de ensino pode indicar potenciais caminhos para uma abordagem contemporânea, inovadora, dinâmica e contextualizada da Física.

A partir disso, o segundo capítulo do trabalho expõe, como subsídio aos aspectos teórico-metodológicos da dissertação, a perspectiva educacional de Paulo Freire e a Epistemologia Histórico-Crítica de Gaston Bachelard. De acordo com o autor, Freire foi responsável por referenciar os aspectos de natureza pedagógica, possibilitando que elementos dialógicos fossem reunidos e incorporados às reflexões propostas. Nas palavras do Pôrto (2001, p. 45) “Seus estudos, fundados em sua prática pedagógica, situando o diálogo como elemento constituinte e articulador de todo e qualquer processo de conhecimento, nos permitirão uma abordagem dinâmica ao processo de ensino-aprendizagem”.

Dessa forma, o autor explica o quanto se sente desafiado pela busca por princípios fundamentais de uma educação que se concebe como prática libertadora, proposta por Freire. Assim, refletindo sobre possíveis maneiras de que a educação “não reduza os sujeitos meramente à sua capacitação técnica e sim que se decifrem a si mesmos como homens na situação concreta em que vivem” (PÔRTO, 2001, p. 48).

Pôrto (2001, p. 48), acrescenta que

Na tentativa de encontrar a dimensão epistemológica que a dialogicidade proposta por Freire pode conter, recorreremos à Epistemologia Histórico-Crítica de Gaston Bachelard, em cujas categorias conceituais fomos buscar referências, também constitutivas e essenciais ao trabalho didático-pedagógico com a Física.

Assim, o trabalho apresenta uma breve biografia de Bachelard e explica o quanto os conceitos de Ruptura e Obstáculo Epistemológico são centrais no pensamento do autor. Além disso, Pôrto comenta sobre o fato de o teórico ressaltar “[...] a necessidade dos professores conhecerem as concepções prévias dos alunos [...]”, outro aspecto coerente com a concepção Freireana. Nas palavras de Pôrto (2001, p. 55),

O trabalho de Bachelard nesta obra sobre a formação do espírito científico contribuiu imensamente para a compreensão de como a forma da linguagem pode dificultar o trabalho do cientista e constituir um obstáculo epistemológico ao pensamento científico. Para ele, a noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada tanto no desenvolvimento histórico do pensamento científico, como também na Educação, pois esses mesmos obstáculos constituem-se em obstáculos pedagógicos para o ensino de Ciências.

Portanto, buscando subsídios para que a Ciência e, mais especificamente, a Física pudessem ser vislumbradas de uma perspectiva mais cultural, o autor desenvolve e apresenta uma articulação das ideias dos dois teóricos. Em suas palavras,

[...] em uma relação dialógica, caracterizada pela comunicação, faz-se necessário que o educador considere o universo dos alunos. O diálogo deve ser alimentado com problemas e questões que possam ser compartilhadas por todos, colocando o educando em uma posição de agente, que é ouvido, que propõe problemas, que participa na resolução. Nesse tipo de relação, o conhecimento a ser apreendido e o conhecimento pré-existente são fontes de onde emergem as questões do processo de aprendizagem. (PÔRTO, 2001, p.70).

Além disso, Pôrto (2011, p. 34) alega que

As pesquisas e estudos de vários autores têm mostrado que o desenvolvimento de estratégias que possam promover a motivação e o diálogo nas áreas de ensino de Ciências, especialmente nas aulas de Física, é uma das vertentes que tem se destacado e a introdução de FMCEM, proporcionando ao educando uma atualização na grade curricular do Ensino Médio.

Dessa forma, fundamentado pelas diversas concepções teóricas discutidas, um Material Didático Instrucional (MDI), constituído por 3 momentos pedagógicos principais (contextualização inicial, construção do conhecimento e síntese e aplicação dos conhecimentos), foi desenvolvido e apresentado no terceiro e último

capítulo da dissertação. Com este material, o autor visa possibilitar a professores e alunos um contato cultural com os conhecimentos científicos, principalmente os pertencentes à Física.

Assim, através da escolha da Espectroscopia como tema e da abordagem de tópicos como estrutura da matéria, espectros e espectroscópios, Pôrto acredita ter possibilitado “[...] um enfoque integrado e integrador de diferentes elementos constitutivos do estudo da estrutura da matéria” (PÔRTO, 2011, p. 73). Para o autor, o material didático é “[...] um dos pilares de fundamental importância como auxiliar no ensino-aprendizagem”, constitui “parte de qualquer pressuposto de mudança nos currículos escolares”, sendo uma “forma de inserir principalmente a FMCEM”.

## **5 DISCUSSÃO DOS DADOS OBTIDOS**

A partir da fundamentação teórica e da análise das dissertações previamente apresentadas, foi desenvolvida a discussão de resultados exposta a seguir. No presente capítulo, considerando a temática da inserção de conteúdos usualmente extracurriculares nas aulas de Física do Ensino Médio, é exposta a problematização dos dados obtidos a partir de 4 perspectivas principais. Inicialmente, discorrendo acerca das características gerais e aspectos bibliométricos da produção acadêmica na área. Em seguida, abordando as potencialidades e desafios inerentes à inserção de conteúdos pertencentes à Astronomia e Física Moderna e Contemporânea nas aulas do Ensino Médio. Após, desenvolvendo uma apresentação dos referenciais teórico-metodológicos que basearam a pesquisa realizada nas dissertações e, por fim exibindo e comentando os produtos apresentados e resultados alcançados, bem como as possíveis contribuições dos autores para a área.

### **5.1 Caracterizando a Produção Científica Sobre a Temática**

A análise da produção acadêmica sobre inovações curriculares no Ensino de Física do Ensino Médio, sob o viés da abordagem de conteúdos usualmente não trabalhados com os alunos, associados às áreas de Física Moderna e Contemporânea e Astronomia, ocorreu através da leitura, estudo e síntese de 7 dissertações de mestrado. Compostos por 5 trabalhos elaborados em mestrados profissionais em Ensino de Física e/ou Ensino de Ciências e 2 desenvolvidos em mestrados acadêmicos de mesmas áreas, os materiais examinados debatem sobre diversos aspectos da inserção de conteúdos extracurriculares nas aulas de Física.

Conforme exposto no gráfico 1, a distribuição das publicações por ano, considerando o recorte temporal 2011 – 2020, se dá da seguinte forma: 2 dissertações publicadas em cada um dos anos 2011 e 2017 e 1 dissertação publicada em cada um dos anos 2012, 2014 e 2016. A partir da base de dados e descritores utilizados, não foram encontrados trabalhos publicados sobre a temática nos anos 2013, 2015, 2018, 2019 e 2020. Em um primeiro momento, já é possível perceber a quantidade extremamente reduzida de pesquisas que se comprometem a abordar os aspectos da implementação de conteúdos extracurriculares nas aulas de Física do Ensino Médio.

Gráfico 1 – Distribuição das dissertações publicadas por ano



Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, ao observar a região do país em que as dissertações foram produzidas e publicadas, é possível constatar a liderança do Distrito Federal, com um total de 3 trabalhos, seguido por Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul, todos com 1 publicação cada (gráfico 2).

Gráfico 2 – Distribuição das dissertações publicadas por unidade federativa



Fonte: Elaborado pela autora.

Destas dissertações, 5 foram produzidas em universidades federais (Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade Federal do Rio Grande do

Sul e Universidade de Brasília) e 2 em universidades estaduais (Universidade Estadual de Ponta Grossa e Universidade de São Paulo). Além disso, é relevante destacar que, nas 7 dissertações analisadas, são abordados os seguintes assuntos: Teoria do Caos e Determinismo; Física Nuclear e suas aplicações; Física dos Gases Ionizados e o Estudo do Plasma; Cosmologia; Exoplanetas; Matéria e Radiação; e Espectroscopia.

## **5.2 Potencialidades e Desafios da Implementação de Inovações Curriculares no Ensino de Física**

Os autores das dissertações estudadas defendem, de forma unânime, a necessidade de promover inovações nas aulas de Física do Ensino Médio através da atualização do currículo da disciplina. Os motivos apresentados por eles, cuja síntese se encontra abaixo, corroboram com a fundamentação teórica desenvolvida no capítulo 2 do presente trabalho de forma expressiva, além de acrescentar outros aspectos relevantes.

Dessa forma, a justificativa para a defesa da inovação curricular no ensino de Física se baseia:

- a) No fato de que o ensino atual da disciplina é, na maioria das vezes, voltado exclusivamente para o tratamento de conhecimentos formulados nos séculos XIX e XX, sendo dissociado dos avanços científicos e tecnológicos recentes e da realidade cotidiana dos estudantes;
- b) Na necessidade de desmistificar e esclarecer falsos pressupostos fomentados pelo senso comum, contribuindo para a alfabetização científica da população em geral;
- c) No intuito de proporcionar ao aluno a possibilidade de desenvolver a capacidade crítica-reflexiva necessária para a interpretação da realidade da qual faz parte, percebendo a presença da Física em seu dia-a-dia e as relações existentes entre os conteúdos estudados;
- d) Na busca pela construção de uma base sólida de conhecimentos que capacite o estudante a compreender os avanços científicos e tecnológicos recentes e a influência exercida por eles sobre a vida no planeta;
- e) No objetivo de conscientizar os estudantes acerca das limitações intrínsecas à evolução do conhecimento científico, enfatizando o aspecto

transitório e inacabado da Ciência e desmistificando a ideia de que esta se trata de uma verdade absoluta;

- f) Na lamentável realidade atual da sala de aula, em que os conteúdos, tratados de maneira fragmentada, superficial e descontextualizada, acabam sendo esvaziados de seu significado;
- g) Na predominância de práticas pedagógicas obsoletas, baseadas na memorização de fórmulas, repetição mecânica de conceitos e matematização excessiva;
- h) Na necessidade de promover a compreensão da influência que aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais exercem sobre o processo de construção do conhecimento, indispensável à formação para a cidadania;
- i) Na importância da promoção de discussões conceituais que capacitem os estudantes a participar ativa e conscientemente das decisões relativas ao futuro da Ciência e Tecnologia, desempenhando sua função social e econômica de forma condizente com a época em que vivem;
- j) Na busca pela oferta de um ensino mais atraente, que estimule a criatividade e autonomia dos estudantes ao mesmo tempo que os motive a aprender e, quem sabe, até seguir uma carreira científica no futuro.

Portanto, a partir da crença de que a abordagem de assuntos referentes à Astronomia e à Física Moderna e Contemporânea é uma forma de promover diversas mudanças positivas no ensino de Física, os autores desenvolveram as mais variadas propostas. Em seus trabalhos, alguns deles analisaram exclusivamente artigos, teses e documentos oficiais, apresentando extensas fundamentações teóricas acerca da realidade atual do ensino de Física e das potencialidades da mudança proposta. Enquanto isso, outros focaram em aspectos mais práticos, realizando entrevista com professores, examinando livros didáticos e buscando textos, sequências didáticas, oficinas, programas e sugestões de abordagem.

Assim, os autores puderam identificar a existência de uma quantidade significativa de desafios a serem enfrentados para a efetiva implementação da inovação curricular. Alguns dos desafios citados foram:

- a) Extensão excessiva do currículo em conjunto com a reduzida carga horária dedicada para a disciplina, principalmente nas instituições públicas em que, geralmente, há apenas 2 períodos semanais;

- b) Despreparo dos professores (na maioria das vezes, nem sequer formados na área em que atuam) para a abordagem de temas que vão além da Física Clássica consolidada na abordagem tradicional, nos livros didáticos e nos exames padronizados;
- c) Complexidade dos temas modernos e contemporâneos que, em conjunto com o item anterior, dificulta a compreensão dos alunos e intensifica a sensação de insegurança em inovar sentida pelos docentes;
- d) Formalismo matemático inerente ao tratamento de muitos assuntos pertencentes à Física Moderna e Contemporânea, considerado um obstáculo em função do desempenho dos alunos neste quesito e na realidade atual do ensino brasileiro;
- e) Escolas com recursos humanos e materiais insuficientes, além de infraestruturas precárias, muitas vezes carentes de recursos de mídia e de laboratórios de informática e/ou de experimentação;
- f) Dificuldade de realizar demonstrações experimentais, em virtude da complexidade dos fenômenos estudados e da falta de recursos citada no item anterior;
- g) Más condições de trabalho dos educadores que, mal pagos, desvalorizados e desatualizados, acabam assumindo quantidades de trabalho que levam à exaustão, ao estresse e à desmotivação;
- h) Livros didáticos utilizados apresentando abordagem extremamente reduzida dos assuntos, além de contextualização histórica, cultura e social escassa ou inexistente;
- i) Carência de materiais didáticos, propostas de aplicação, sequências didáticas e pesquisas publicadas sobre as temáticas, demonstrando falta de subsídio para a implementação das inovações.

A partir disso, praticamente todos os autores das dissertações elaboraram propostas para a inserção dos seus respectivos assuntos, formulando sequências didáticas, roteiros para construção e demonstração de experimentos, apresentações de slides, websites, etc. Inclusive, para alguns deles, é evidente que a principal forma de contribuir para a abordagem de conteúdos extracurriculares é desenvolvendo materiais de apoio aos professores e alunos.

Dessa forma, diversas releituras curriculares são propostas com o intuito de expor caminhos adequados para a construção de abordagens dinâmicas, inovadoras

e contextualizadas da Física para o Ensino Médio. Buscando fundamentar a elaboração de tais propostas e materiais, bem como orientar as implementações destes, diversos teóricos da educação foram consultados (conforme exposto no subcapítulo a seguir).

Ademais, todos os autores que propuseram atividades explicitaram sua intencionalidade em apresentar tarefas e materiais considerados eficazes em despertar o interesse dos alunos no aprendizado de novos conceitos. Também foi constatada a dedicação de uma atenção especial no desenvolvimento e apresentação de contextualizações históricas e exemplos concretos relacionados com a realidade dos estudantes, aspectos considerados essenciais por todos os pesquisadores.

### **5.3 Uma Visão Geral Acerca da Fundamentação Teórico-Methodológica Desenvolvida nas Dissertações Analisadas**

Como forma de orientar a elaboração dos produtos educacionais e a implementação das propostas de aula desenvolvidas, os autores das dissertações analisadas basearam-se nas teorias de diversos pensadores da Educação. Dentre eles, David Ausubel aparece como constituinte da fundamentação teórica de 3 trabalhos (único teórico do trabalho “Proposta de Sequência Didática Visando Abordar os Fundamentos da Teoria Caos no Ensino Médio”, apresentado em conjunto com Vygotsky e em conjunto com Freire nas demais). Além disso, Paulo Freire e Gaston Bachelard têm suas concepções combinadas e utilizadas como base para 2 das dissertações, enquanto Robert Gagné, tem exclusividade na fundamentação de uma delas. A dissertação de título “O Ensino de Física Nuclear e suas Aplicações no Contexto da Sociedade Contemporânea” é a única que não se fundamenta, explicitamente, nas ideias de algum pensador.

Nos 3 trabalhos em que David Ausubel integra a fundamentação teórico-metodológica, os aspectos de sua Teoria da Aprendizagem Significativa são destacados. De maneira resumida, os autores explicitam que, para o pensador, é necessário o alcance de 3 condições essenciais para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa: a existência de estruturas cognitivas pré-existentes, a pré-disposição do aluno em aprender e a utilização de materiais potencialmente significativos.

De acordo com os pesquisadores, Ausubel acredita que a aprendizagem só pode ser significativa quando existe uma interação entre os conhecimentos já construídos pelo discente (subsunçores) e a nova informação. Dessa forma, o novo conhecimento se relaciona com a rede de conhecimentos do indivíduo, ampliando sua estrutura cognitiva e provocando uma adequação dos subsunçores, que se modificam para abranger os novos aprendizados. Portanto, é possível constatar a centralidade que os conhecimentos prévios do aluno têm para este teórico. A partir deste aspecto, as ideias de Freire e Ausubel são relacionadas na dissertação de título “Cosmologia na Teoria e na Prática: possibilidades e limitações no ensino”, já que Freire também defende a importância de considerar o universo dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. (ANDRADE, 2012; PEREIRA, 2017; SKOLIMOSKI, 2014).

Para a autora do trabalho citado logo acima, no que se refere à Paulo Freire e a associação de suas ideias com as de Ausubel, a concepção de tema gerador e os aspectos da Pedagogia da Comunicação são bastante significativos. Conforme Skolimoski (2014), Freire defende que os interesses do estudante, assim como sua familiaridade com os tópicos a serem trabalhados, sejam considerados. Além disso, o teórico acredita que a educação, vista como um processo de construção humana que resulta no engrandecimento individual, coletivo e social, é uma das formas de promover a libertação da classe socialmente oprimida.

Já nos trabalhos em que a Pedagogia Dialógica de Freire é relacionada com a Epistemologia Histórico-Crítica de Gaston Bachelard (“Matéria e Radiação: uma abordagem contextualizada ao ensino de Física” e “Espectroscopia: enfrentando obstáculos e promovendo rupturas na inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”), alguns outros aspectos são acrescidos à reflexão. Para os autores destes dois trabalhos, provenientes da mesma instituição de ensino superior e orientados pelo mesmo professor, o objetivo de Freire em promover uma educação problematizadora é central. De acordo com eles, além da promoção do diálogo mediado pelos objetos de conhecimento, é essencial que o aluno seja tido como o sujeito das ações educativas, tendo sua participação estimulada. Dessa forma, espera-se que a educação se dê com o educando e não sobre ele, promovendo o diálogo e a busca pelo estímulo da criticidade dos alunos como estratégias para a conquista da educação libertadora almejada pelo teórico. Assim,

visto como essencial que os sujeitos não sejam reduzidos às suas capacidades técnicas, mas que decifrem a si mesmos na situação concreta em que vivem.

Nestes 2 trabalhos, conforme exposto anteriormente, as ideias de Freire são relacionadas às de Gaston Bachelard e, para Mesquita (2011) e Pôrto (2011), as duas perspectivas se relacionam através da dimensão dialógica proposta por Freire. Já que, para Bachelard, ao se debruçar sobre as condições psicológicas envolvidas no processo de construção do conhecimento, o trabalho educativo deve consistir em uma relação essencialmente dialógica em que os alunos não podem ser encarados como agentes passivos. O pensador também defende a necessidade do conhecimento das concepções prévias dos alunos, outro aspecto coerente com as ideias de Freire. Além disso, os autores discorrem acerca das contribuições proporcionadas pela obra de Bachelard, ao abordar a possibilidade da linguagem constituir um obstáculo epistemológico ao pensamento científico. A este respeito, o teórico acrescenta que a tendência apresentada pelo psiquismo humano em resistir ao abandono de velhas ideias e aceitar de novas causa conflitos que se opõem à construção do conhecimento. (MESQUITA, 2011; PÔRTO, 2011).

Na dissertação de título “Física dos Gases Ionizados: uma proposta para introdução de conceitos e experimentos para o estudo do quarto estado da matéria – o plasma no Ensino Médio”, o teórico apresentado foi Robert Gagné. De acordo com Andrade (2017), sua Teoria do Design da Instrução discorre acerca dos processos que levam os indivíduos a aprender, identificando os estímulos necessários para que o cérebro retenha informações. Ademais, o teórico defende que qualquer aprendizagem pode ser resumida em 8 etapas (atenção, percepção seletiva, ensaio, codificação semântica, busca, organização de resposta, resposta e controle executivo do processo) e sugere estratégias para ganhar a atenção dos alunos, favorecer a lembrança de aprendizados passados, tornar o conteúdo mais acessível, dentre outras.

Por fim, no trabalho “Exoplanetas como tópico de Astronomia motivador e inovador para o ensino de Física no Ensino Médio”, as ideias de David Ausubel são relacionadas à Teoria da Mediação, elaborada por Lev Vygotsky. Para Andrade (2012), esta perspectiva, fundamentada na interação social, defende que o desenvolvimento cognitivo e linguístico dos indivíduos só é possível através do relacionamento que este possui com seus professores e colegas. Dessa forma, as trocas entre os sujeitos são estimuladas, já que é através delas que a “distância”

entre os conhecimentos já adquiridos e os que o sujeito ainda vai adquirir é identificada. A partir do reconhecimento desta “distância”, chamada de Zona de Desenvolvimento Proximal, o professor é capaz de adequar sua prática, possibilitando ao aluno o melhor aproveitamento possível do processo educativo. Além disso, o autor faz uso dos conceitos vygotskyanos de mediação, signos e instrumentos para justificar a centralidade que a expressão oral detém em suas aulas. (ANDRADE, 2012).

#### **5.4 Resultados e Perspectivas Sobre a Implementação de Inovações Curriculares nas Aulas de Física do Ensino Médio**

Conforme exposto no subcapítulo 5.2, praticamente todos os autores elaboraram propostas para a inserção de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea ou Astronomia no formato de sequências didáticas, lições de Física ou outros produtos educacionais diversos. Entretanto, enquanto 3 das 7 dissertações analisadas se atêm à promoção de discussões conceituais e à apresentação dos materiais de apoio desenvolvidos, 4 delas discorrem sobre a experiência de implementação das inovações propostas. A partir destes relatos, é possível comparar os resultados esperados e os obtidos, constatando se há concordância entre as fundamentações teóricas desenvolvidas e a realidade vivenciada em sala de aula.

Dessa forma, a inserção dos conteúdos extracurriculares se deu a partir da apresentação de conceituações, contextualizações, textos, vídeos, filmes, slides, animações e simulações computacionais e da realização de atividades práticas, atividades avaliativas, trabalhos em grupo, questionários, debates, entre outros. Como forma de avaliar o sucesso das implementações, os pesquisadores que aplicaram propostas em sala de aula, voltaram sua atenção para a postura dos alunos, além de fazerem uso de questionários. Alguns dos questionários utilizados pelos autores se referiam somente aos conteúdos apresentados, outros indagavam acerca de aspectos observados pelos alunos nas demonstrações experimentais, enquanto que também houveram aqueles constituídos por perguntas referentes à opinião dos alunos sobre a metodologia empregada. De modo geral, os professores também consideraram a participação dos estudantes nas aulas como aspecto avaliativo, a partir do qual, o alcance da compreensão e o despertar do interesse dos

discentes pôde ser analisado. Assim, voltando sua atenção ao desempenho dos alunos nos trabalhos e atividades avaliativas, participação em aula, relatos e respostas aos questionários, os autores julgaram a efetividade de suas implementações.

Os resultados obtidos pelos pesquisadores foram notoriamente similares, deixando claro alguns aspectos essenciais:

- a) Os conteúdos relativos à Astronomia e à Física Moderna e Contemporânea são excelentes motivadores do interesse e da vontade de aprender dos alunos, realidade expressa na participação ativa e entusiasmada da maioria dos estudantes através de comentários e questionamentos;
- b) As demonstrações práticas e a realização de experiências se mostraram como mais uma efetiva maneira de estimular a participação e as trocas entre os sujeitos, favorecendo a interação entre os alunos e entre os alunos e professores;
- c) A apresentação de pesquisas na área e a utilização de textos de apoio atuais sobre Ciência e Tecnologia e exemplos do cotidiano dos alunos também foram eficazes na promoção do maior interesse e participação nas aulas, além de favorecer a significação dos conteúdos por parte dos alunos;
- d) A exposição e manuseio de simulações computacionais foram tão bem-sucedidas quanto as demonstrações práticas, constituindo uma excelente alternativa para os casos em que a experimentação não se faz possível;
- e) O investimento na contextualização dos conteúdos desenvolvidos é indispensável, assim como a ênfase na abordagem conceitual destes em detrimento das resoluções de cunho meramente matemático (muitas vezes desmotivadoras e sem sentido para os estudantes);
- f) A inserção do rico contexto histórico, social e filosófico dos tópicos abordados facilita a compreensão dos conceitos e da realidade da construção do conhecimento, além promover o trabalho interdisciplinar e possibilitar uma releitura de mundo a partir da Física.

Além disso, ainda como resultado das dissertações analisadas e já mencionado anteriormente na seção 5.2, outro fator que se fez presente em todas as pesquisas foi o desafio imposto pelo despreparo dos docentes. Os dados sobre

este aspecto foram obtidos tanto através das próprias vivências dos autores, quanto do levantamento teórico desenvolvido e das entrevistas realizadas. A formação deficitária e a conseqüente falta de segurança dos professores são tidas como duas das maiores questões enfrentadas pela inovação curricular. Dessa forma, é proposto que os profissionais atualizem sua formação científica e tecnológica e que o governo dê o suporte adequado para tal, através da oferta de cursos de formação continuada e da melhoria das condições de trabalho nas escolas.

Portanto, constata-se que a elaboração de propostas pedagógicas e materiais didáticos de qualidade é uma das principais formas de contribuir para a melhoria da qualidade do ensino de Física do Ensino Médio. Acredita-se que, através deles e da qualificação dos professores, a revisão curricular e a inserção de assuntos pertencentes à Astronomia e à Física Moderna e Contemporânea através de uma abordagem contemporânea, inovadora e dinâmica se tornam uma realidade alcançável.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problemática da inovação curricular no ensino de Física foi abordada, no presente material, a partir do desenvolvimento de uma metapesquisa sobre a produção acadêmica da área. Inicialmente, com o intuito de promover a familiarização do leitor com questões fundamentais dos estudos do currículo, foram apresentados subcapítulos discorrendo acerca dos conceitos de currículo, conhecimento escolar e inovação curricular e educacional. Além disso, considerando sua relevância para a orientação da pesquisa desenvolvida, foram expostas as perspectivas de alguns pesquisadores sobre o papel da instituição escolar na sociedade. Ademais, considerando os desafios enfrentados pelo Ensino Médio de nosso país, a nova Base Nacional Comum Curricular e a realidade atual do ensino de Física foram analisadas.

Dessa forma, visando a proposição de estratégias de enfrentamento e melhoria da qualidade da educação oferecida, mapeou-se a produção científica sobre a implementação de inovações curriculares. Assim, foi possível perceber que as inovações propostas pelos autores assumem sentidos variados, podendo ter seu enfoque no viés metodológico e pedagógico, na possibilidade de alterações no espaço e/ou tempo escolar e, principalmente, no que se refere à escolha dos conteúdos a serem apresentados em sala de aula.

A partir do desenvolvimento de uma metapesquisa, as publicações elaboradas no contexto da pós-graduação foram reunidas, selecionadas e analisadas, buscando a identificação de tendências no campo considerado. Para tal, durante o estudo das dissertações, alguns aspectos obtiveram maior atenção: objetivos das pesquisas; metodologias empregadas; a implementação das inovações e materiais propostos; os resultados apresentados; os tipos de dados e a maneira pela qual foram obtidos; as dificuldades constatadas e a contribuição que os autores acreditam terem dado para a área.

Portanto, a partir da análise apresentada, foram identificados os principais desafios e potencialidades inerentes à implementação de inovações curriculares, exclusivamente aquelas voltadas para a inserção de assuntos geralmente não trabalhados em sala. Dessa forma, uma visão mais abrangente acerca da produção acadêmica foi desenvolvida e propostas para o enfrentamento de desafios foram expostas, atuando como subsídio para as próximas investigações sobre a temática e

servindo de apoio para os docentes dispostos a se aventurar no processo de implementação e planejamento de inovações curriculares no ensino de Física.

## REFERÊNCIAS

A BASE. *In*: BRASIL. Ministério da Educação. Brasília, DF: MEC, [2020?]. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 18 jun. 2020.

ANDRADE, Mauricio Henrique de. **Exoplanetas como tópico de Astronomia motivador e inovador para o ensino de Física no Ensino Médio**. 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

ANDRADE, Rodrigo Pacios de. **Física dos Gases Ionizados: uma proposta para introdução de conceitos e experimentos para estudo do quarto estado da matéria – o plasma no Ensino Médio**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2017.

BARCELLOS, Marcília; GUERRA, Andreia. Inovação curricular e Física Moderna: da prescrição à prática. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n. 1, p. 329-350, 2015.

BICUDO, Maria A. Viggiani. Meta-análise: seu significado para a pesquisa qualitativa. **REVEMAT**, Florianópolis, v. 9, p. 07-20, jun. 2014.

BORGES, Daniele Simões. **Das inovações no ensino ao ensino inovador: complexidade e emergências no ensino universitário**. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2013.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 12 maio 2020.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Emenda constitucional nº 59, de 11 de novembro de 2009**. Acrescenta § 3º ao art. 76 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias para reduzir, anualmente, a partir do exercício de 2009, o percentual da Desvinculação das Receitas da União incidente sobre os recursos destinados à manutenção e desenvolvimento do ensino de que trata o art. 212 da Constituição Federal, dá nova redação aos incisos I e VII do art. 208, de forma a prever a obrigatoriedade do ensino de quatro a dezessete anos e ampliar a abrangência dos programas suplementares para todas as etapas da educação básica, e dá nova redação ao § 4º do art. 211 e ao § 3º do art. 212 e ao caput do art. 214, com a inserção neste dispositivo de inciso VI. Brasília, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/Emendas/Emc/emc59.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc59.htm). Acesso em: 20 abr. 2020.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **IDEB - Resultados e Metas**. Brasília, DF: Inep, 2018a. Disponível em:

<http://ideb.inep.gov.br/resultado/resultado/resultadoBrasil.seam?cid=366741>. Acesso em: 4 maio 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.394 , de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm). Acesso em: 12 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018b. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf). Acesso em: 16 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **EM nº 00084/2016/MEC**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 15 set. 2016. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/Exm/Exm-MP-746-16.pdf](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/Exm/Exm-MP-746-16.pdf). Acesso em: 12 maio 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>. Acesso em: 12 maio 2020.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Plano Nacional de Educação PNE 2014-2024**. Brasília, DF: Inep, 2015. Disponível em: [http://www.deolhonosplanos.org.br/wp-content/uploads/2015/10/Plano\\_Nacional\\_de\\_Educacao\\_\\_Linha\\_De\\_Base.pdf](http://www.deolhonosplanos.org.br/wp-content/uploads/2015/10/Plano_Nacional_de_Educacao__Linha_De_Base.pdf). Acesso em: 4 maio 2020.

CARVALHO, Anna M. Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 43-55, 2018.

COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete. **Inovações curriculares em ensino de Física Moderna**: investigando uma parceria entre professores e centro de ciências. 2014. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CORRÊA, Shirlei de Souza; GARCIA, Sandra R. de Oliveira. "Novo Ensino Médio: quem conhece aprova!" Aprova? **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 13, n. 2, p. 604-622, abr./jun., 2018.

CUNHA, Maria Isabel da. Os conhecimentos curriculares e do ensino. In: VEIGA, Ilma P. A. (org.). **Lições de didática**. Campinas, SP: Papirus, 2006. p. 57-74.

DELVAL, Juan. **Aprender na vida e aprender na escola**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

DURLI, Zenilde; THIESEN, Juarez. Estará morto o conhecimento escolar poderoso? **Educação e Filosofia**, [s.l.], v. 32, n. 64, 30 abr. 2018. Não paginado.

FERRETI, Celso João; SILVA, Monica Ribeiro da. Reforma do Ensino Médio no contexto da Medida Provisória nº 746/2016: Estado, currículo e disputas por hegemonia. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 38, n. 139, p.385-404, abr./jun., 2017.

FLORES, Maria Assunção; FLORES, Manuel. O professor – agente de inovação curricular. In: NÓVOA, A. (coord.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1998. p. 79-99.

FRITSCH, R. (org.). **Ensino Médio: caminhos e descaminhos da evasão escolar**. São Leopoldo: Oikos, 2015.

FUJITA, Luiz. Qual foi a primeira escola? *In*: Super Interessante. [S.l.], 2008. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-foi-a-primeira-escola/>. Acesso em: 19 abril 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa nacional por amostra de domicílios – PNAD 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

LEITE, Carlinda. Entre a prevenção e a cura – que opção curricular? **Território Educativo**, Porto, n. 4, p. 37-40, 1998.

LEITE, Carlinda. A Flexibilização Curricular na construção de uma escola mais democrática e mais inclusiva. **Território Educativo**, Porto, n. 7, p. 20-26, 2000.

LHARENA, Rosilene A. da Silva et al. Gestão do conhecimento e desafios educacionais contemporâneos. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 222-242, maio/ago. 2015.

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

MAINARDES, Jefferson. Metapesquisa no campo da política educacional: elementos conceituais e metodológicos. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 34, n. 72, p. 303-319, nov./dez. 2018.

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

MESQUITA, Marcelo David Silva de. **Matéria e Radiação: uma abordagem contextualizada ao ensino de Física**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MOREIRA, Adelson Fernandes. Basta implementar inovações nos sistemas educativos? **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 131-145, jan/jun. 1999.

MOREIRA JÚNIOR, Benício. A aplicação do projeto interdisciplinar como recurso metodológico em gestão empresarial: um relato de experiência. *In*: SEMINÁRIO INOVAÇÕES EM ATIVIDADES CURRILARES, 4., 2013, Unicamp. **Inovações curriculares: experiências no ensino superior com foco na interdisciplinaridade**. Campinas: FE/Unicamp, 2014. Disponível em: [https://drive.google.com/open?id=0Bx\\_HUOG3f8iKV1RBemcwM2ZvS0U](https://drive.google.com/open?id=0Bx_HUOG3f8iKV1RBemcwM2ZvS0U). Acesso em: 30 abril 2020.

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s.l.], v. 33, n. 2, p. 327-332, ago. 2016.

NÓVOA, Antônio. Relação Escola/Sociedade: novas respostas para um velho problema. **Educação e Sociedade**, São Paulo, UNESP, p.1-18, 1994. Disponível: [https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/24/3/EdSoc\\_Rel%C3%A7%C3%A3o\\_escola\\_sociedade.pdf](https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/24/3/EdSoc_Rel%C3%A7%C3%A3o_escola_sociedade.pdf). Acesso em: 14 abril 2020.

PEREIRA, Francisca. **Proposta de sequência didática visando abordar os fundamentos da teoria caos no Ensino Médio**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2017.

PERON, Josicarlos. **O ensino de Física Nuclear e suas aplicações no contexto da sociedade contemporânea**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2016.

PÔRTO, Cleovam da Silva. **Espectroscopia: enfrentando obstáculos e promovendo rupturas na inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2011.

SACRISTÁN, José Gimeno (org.). **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SILVA, Roberto R. Dias da; PEREIRA, Anna L. Verdi. Políticas de constituição do conhecimento escolar na pesquisa educacional brasileira. **Cadernos de pesquisa**, [s.l.], v. 43, n. 150, p. 884-905, set./dez. 2013.

SIQUEIRA, Maxwell R. da Purificação. **Professores de física em contexto de inovação curricular: saberes docentes e superação de obstáculos didáticos no ensino de física moderna e contemporânea**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SKOLIMOSKI, Kellen Nunes. **Cosmologia na Teoria e na Prática: possibilidades e limitações no ensino**. 2014. Dissertação (Mestrado Ensino de Ciências, Área de Concentração em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2014.

TARTUCE, Gisela Lobo et al. Desafios do ensino médio no Brasil: iniciativas das secretarias de educação. **Cadernos de Pesquisa**, [s.l.], v. 48, n. 168, p. 478-504, abr./jun. 2018.

WICHNOSKI, Paulo. Metapesquisa em investigação matemática: uma análise a partir dos resumos da XIV CIAEM. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v.19, n.1, p. 161-178, 2017.

ZHAO, Shanyang. Metatheory, metamethod, meta-data-analysis: what, why, and how? **Sociological perspectives**, Berkeley, v. 34, n. 3, p. 377-390, 1991.