



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS – CCEA  
GOVERNADOR ANTÔNIO MARIZ – CAMPUS VII  
CURSO DE CIÊNCIAS EXATAS – HABILITAÇÃO FÍSICA**

**TATIANA FELIX SOARES**

**LIVROS DIDÁTICOS E O DESENVOLVIMENTO DA TERMODINÂMICA: A ERA  
DAS MÁQUINAS TÉRMICAS**

**PATOS – PB**

**2014**

**TATIANA FELIX SOARES**

**LIVROS DIDÁTICOS E O DESENVOLVIMENTO DA TERMODINÂMICA: A ERA  
DAS MÁQUINAS TÉRMICAS**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à coordenação do curso licenciatura em ciências exatas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB – CAMPUS VII) como requisito para obtenção do grau de licenciada em ciências exatas.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Ms. Lidiane Rodrigues Campêlo da Silva.**

**PATOS – PB**

**2014**

UEPB - SIB - Setorial - Campus VII

S676I Soares, Tatiana Felix  
Livros didáticos e o desenvolvimento da Termodinâmica: a era das máquinas térmicas [manuscrito] / Tatiana Felix Soares. – 2014.  
49 p.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Exatas) – Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba, 2014.  
“Orientação: Profa. Msc. Lidiane Rodrigues Campêlo da Silva, CCEA”.

1. História da Física. 2. Livros Didáticos. 3. Máquinas Térmicas. I. Título.

21. ed. CDD 530

TATIANA FELIX SOARES

OS LIVROS DIDÁTICOS E O DESENVOLVIMENTO DA TERMODINÂMICA: A  
ERA DAS MÁQUINAS TÉRMICAS

Monografia aprovada em 13/07 / 2014.1

BANCA EXAMINADORA:



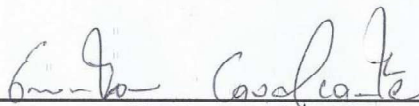
---

MSa. Lidiane Rodrigues Campêlo da Silva (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB



---

Mas. Ruth Brito de Figueiredo Melo  
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB



---

Ms Everton Cavalcante  
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

Aos meus pais, José Montenegro Soares e Maria do Socorro Felix Ferreira Soares pelos ensinamentos morais que me serviram para aquisição do conhecimento colocando a importância da educação em minha vida para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, as minhas irmãs, meu irmão e ao meu avô Francisco Ferreira de Oliveira (*in memoriam*).

Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado a Vida, Sabedoria e Determinação para a realização deste trabalho;

A Professora Lidiane R. Campêlo da Silva, pela cordialidade, dedicação, segurança e confiança depositadas em mim durante as etapas de aprimoramento desse trabalho;

A professora Ruth Brito de Figueiredo Melo pelo auxílio e importe às críticas construtivas para melhor qualificar esse trabalho, sobretudo, nas leituras e argumentos sobre o contexto histórico abordado nesta pesquisa;

Aos professores do Curso de Licenciatura Plena em Ciências Exatas, pela aptidão, compromisso e ética durante a realização de suas aulas nos diversos componentes curriculares, que me foram indispensáveis ao conhecimento da Física;

A equipe da Banca Examinadora, que por meio de sugestões e opiniões avaliaram esse trabalho identificando os possíveis erros que serviram de base para o seu aperfeiçoamento;

Aos meus colegas de curso pelos bons e maus momentos que passamos juntos e, sobretudo pela reciprocidade de conhecimentos adquiridos na trajetória desse curso;

A minha família pelo apoio e incentivo constante aos estudos, apesar dos obstáculos no decorrer desse curso.

*“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.”*

*Leonardo Da Vinci*

## RESUMO

O ensino das ciências motiva debates e pesquisas interessadas em discutir a metodologia de ensino na área com vistas à melhoras a qualidade da educação. O objetivo geral desta pesquisa foi analisar livros didáticos de Física de Ensino Médio por meio da observação do período histórico e epistemológico do surgimento das Máquinas Térmicas com seus autores e respectivas contribuições. Fez-se a análise de dez (10) livros didáticos de Física utilizados na etapa final da Educação Básica, cujo instrumento avaliativo, uma ficha de investigação, que teve por finalidade estudar a importância do conhecimento histórico no ensino da física, sequenciado das múltiplas vivências históricas e contribuições de grandes nomes da ciência que marcaram esta época. Ainda, dado que a história da ciência é orientada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) como requisito indispensável à formação do homem, estudar o passado torna-se necessário para compreender a produção e construção da sociedade contemporânea. Entre os exemplares analisados, identificou-se uma lacuna seguida da falta de clareza sobre os textos relacionados a este fato histórico e as reais causas que levaram a esta descoberta técnico-científica. Constatou-se que os textos discursivos nos livros didáticos para as aulas de Física sobre história das ciências têm, nos livros analisados, se distanciado da proposta pedagógica orientada teórica e legalmente para o Ensino de Física. Uma das contribuições do trabalho consiste em abordar a importância dos livros didáticos trazerem os aspectos históricos da Física levando o aluno a compreender a ciência como um processo em desenvolvimento contínuo. A ficha de investigação elaborada também pode servir de parâmetro para os professores escolherem os livros didáticos a partir de aspectos que julgarem importantes para esta seleção.

**Palavras.chave:** História da Física. Máquinas Térmicas. Livros Didáticos.



## ABSTRACT

The science teaching motivates debates and researches interested in discussing the teaching methodology in the area with a view to improved quality of education. The overall objective of this research was to analyze Physics textbooks of high school by observing the historical and epistemological period of the emergence of Heat Engines with the authors and their contributions. Made the analysis of ten (10) physics textbooks used in the final stage of basic education, a form whose evaluation method of investigation was to study the importance of historical knowledge in the teaching of physics, sequenced multiple historical experience and contributions from big names in science that have marked this season. Yet, as the history of science is guided by the National Curriculum Parameters (PCN's) as a requirement essential to the formation of man, studying the past it is necessary to understand the production and construction of contemporary society. Among the specimens analyzed, then identified a gap in the lack of clarity of the texts related to this historical fact and the real causes that led to this technical and scientific discovery. It was found that the discursive texts in textbooks for physics classes on the history of science have examined the books, distanced themselves from the proposed theoretical and pedagogical oriented legally for Teaching Physics. One of the contributions of the work is to address the importance of teaching to bring the historical aspects of physics leading students to understand science as a process in continuous development books. The record also elaborate research can serve as a parameter for teachers choose textbooks from issues they deem important for this selection.

**Key.words:** History of Physics. Heat Engines. Textbooks.

## **LISTA DE SIGLAS**

**EM** – Ensino Médio.

**LDB** – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira

**MEC.SEB** – Ministério da Educação/ Secretaria da Educação Básica.

**MEC.SEMTEC** – Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica.

**PCN's** – Parâmetros Curriculares Nacionais.

**DCNEM** – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS.....</b>	<b>16</b>
2.1 Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de licenciatura em Física.....	17
2.2 A aprendizagem dos alunos e as Práticas profissionais.....	20
2.3 Os livros didáticos e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Física.....	22
<b>3 A HISTÓRIA DA FÍSICA NO ENSINO DE FÍSICA.....</b>	<b>24</b>
3.1 A importância do contexto histórico nas aulas de Física.....	25
3.2 A Física em sua dimensão histórica ao longo do século XVII e XVIII.....	26
<b>4 REVOLUÇÃO INDUSTRIAL <i>versus</i> MÁQUINA A VAPOR.....</b>	<b>28</b>
4.1 As concepções de Calor.....	30
4.2 O desenvolvimento da Termodinâmica e as Máquinas Térmicas.....	31
<b>5. ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....</b>	<b>34</b>
5.1 Os achados da Pesquisa.....	41
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A Física é uma das áreas de estudo mais antigas da humanidade que centraliza o conhecimento como dimensão epistemológica e histórica das construções humanas (BRASIL, 2002). É uma ciência que busca consolidar o método investigativo e questionador das pessoas para que possam fazer interpretações dos fatos, fenômenos e processos naturais de forma crítica e reflexiva para um novo conhecimento.

Nessa dimensão conceitual, a Física é determinada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) como requisito indispensável à formação do conhecimento, e que a contextualização dos saberes escolares na Educação Básica nas escolas de Nível Médio, faz a aprendizagem dos alunos transcenderem o senso comum adquirido em novas formas de interpretação de problemas, assim como trazem o mundo da Física para sua realidade cotidiana (BRASIL, 2008).

Cabe lembrar que isso só acontece quando há uma ação conjunta e intencional planejada pelos professores para ser vivenciada com os estudantes em que se relacionam, entre as competências e habilidades adquiridas pelos docentes, tais como formação ética, desenvolvimento do trabalho coletivo entre professores, relacionar teoria e prática, dispor de procedimentos tecnológicos, entre outros. Com essa perspectiva, as estratégias pedagógicas para aprendizagem dos alunos estimula a autonomia intelectual do aluno no âmbito escolar para que compreendam que o conhecimento físico é um processo histórico de busca e compreensão do mundo vivencial.

Devemos considerar, ainda, que nem sempre este entendimento é recorrente, pois a forma como o ensino da Física se efetiva nas escolas quase sempre se prende nas expectativas do vestibular. Esta preparação é necessária, mas não totalmente eficiente e nem o ensino pode se resumir a ela. Na maioria das vezes, as informações trabalhadas não são completamente compreendidas e nem sempre se articulam os assuntos com sua realidade (RICARDO, 2004).

Acredita-se que por essa característica do ensino nas escolas e o modo pelo qual os docentes ministram os conteúdos físicos, em que prevalece o acúmulo de informações, a compreensão da Física torna-se difícil, provocando o desinteresse

dos alunos no meio escolar. Resta ao estudante à necessidade de compreender a Física e, para tal, precisa ter uma postura de estudar individualmente para sanar as falhas desse tipo de ensino e aprofundar os conhecimentos, como em todas as áreas.

A Física passou a ser uma disciplina curricular nas escolas de nível médio no Brasil desde 1937 com a fundação do Colégio Pedro II no Rio de Janeiro (NARDI, 2001). Por ser uma disciplina que possui um campo de estudo amplo, circunscrito em um contexto histórico, epistemológico e científico que ocasiona transformações e avanços para as produções humanas e construção da sociedade, a forte influência para o desenvolvimento de novas teorias científicas é bastante relevante, muito embora ao longo dos anos se tenha guardado praticamente as mesmas características no ensino-aprendizagem deste conhecimento.

Ainda prevalece à postura tradicional nas escolas de Ensino Médio, o que coloca em questão a adoção de um modelo de práticas pedagógicas educacionais inovadoras que estejam, por exemplo, interligadas a uma contextualização e problematização históricas tornando o ensino da Física mais interessante ao aprendiz. Isto pode ocorrer porque quando se estuda os impactos sociais de cada época decorrente da exposição de textos interdisciplinares e contextualizados os alunos são instigados a investigar e formar uma atitude reflexiva e crítica do conhecimento adquirido diariamente.

Nesse caso, como este trabalho trata de um período histórico, é possível relacionar que a construção do conhecimento assim como a associação dos novos saberes integrados à ciência física, epistemologicamente, passaram por transformações científicas e sociais indispensáveis ao entendimento e compreensão do mundo (BRASIL, 2008). Conhecer o contexto histórico, científico e social é de grande importância no campo da física, pois desenvolve a capacidade do aluno de investigar e interpretar o que está a sua volta.

Para tanto, promover esse conhecimento com fins que consolide o aprendizado na Física requer profissionais capacitados e, sobretudo, informações contextualizadas nos livros didáticos que integrem o saber adquirido pelos alunos nos diferentes conceitos e processos da linguagem física.

Apesar do entendimento acerca da importância da Física para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e do mundo atual requerer profissionais dinâmicos, criativos e competentes, vê-se que os livros didáticos ainda são a

principal fonte de pesquisa para os alunos. Mesmo que esses recursos didáticos periodicamente passem por reformas com o intuito de melhor assisti-los, sua linguagem está cada vez mais simplificada e por isso acaba desenvolvendo uma atividade operacional, impondo-os ao formalismo e a prática da memorização. Postura pedagógica que não condiz com as demandas sociais atuais, pois não proporciona ao aluno a participação ativa no meio social necessária à sua formação em nível intelectual e humano.

A memorização ainda é marca recorrente no ensino-aprendizado da Física. Um ensino que tradicionalmente tem sido descritivo, marcado por aulas expositivas e explicativas seguidas de excessivas resoluções de exercícios algébricos, tornando pouco viável o envolvimento dos alunos no processo de ensino o qual aprimore suas capacidades cognitivas.

Nessas condições, a falta de contextualização e as informações ocultadas ou desarticuladas dos conteúdos apresentados nos livros didáticos, deixa transparecer que a Física é uma ciência pronta e acabada sobre os aspectos científicos dos acontecimentos enquanto tempo, espaço e história da humanidade (NARDI, 2001).

Essa deficiência no ensino compromete o envolvimento dos alunos pela busca de novas informações, e tentar corrigir essa problemática sobre o ensino de Física no nível médio tem sido um grande desafio. Barreira esta decorrente do fato de não existirem discussões, iniciativa e apoio para mudanças por parte de alguns professores e dos gestores, bem como uma formação continuada para que as práticas pedagógicas adotadas pela maioria dos professores de Física não se prendam ao ensino tradicional, com as modificações decorrentes desse processo, adeptos de recursos que sejam capazes de proporcionar ao aluno a participação ativa no âmbito escolar.

Por esta razão, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) priorizam como princípio de organização curricular para o ensino da disciplina de física, o estudo sobre os aspectos históricos e epistemológicos da construção do conhecimento (BRASIL, 2002). A essa proposta de ensino se associam as escolhas de conteúdos temáticos que auxiliem os professores no desenvolvimento de suas aulas, considerando os princípios preconizados por estas orientações legais.

Esse enfoque nos permite situar-se em um período histórico vivenciado ao longo do século XVII e XVIII que teve grande repercussão tanto para a divulgação do conhecimento científico da física, quanto aos aspectos sociais e econômicos da

época. Período este, marcado pelo surgimento das Máquinas Térmicas, visto como precursor da Revolução Industrial.

E quanto a essa temática, se faz necessário um estudo de textos alusivos às múltiplas vivências históricas dessa época, apontando o Surgimento das Máquinas Térmicas de forma contextualizada nos livros didáticos de Ensino Médio. Com isso, os professores criam um espaço alternativo para que os alunos detenham o conhecimento científico diante dos processos que identificam essa descoberta técnico-científica proporcionando uma visão crítica e reflexiva sobre os autores e suas contribuições dentro do campo da Física.

Essa relação didática é estabelecida pela ação metodológica do professor, pois para que adquiram uma nova concepção de ensino, é necessária uma boa formação e que sejam adeptos da pesquisa na área do ensino da Física a partir das atividades que envolvam discussões de textos históricos, pois de acordo com Garcia e Higa. (et. all, 2010) o professor leva o aluno a pensar e investigar os fatos, despertando o interesse pelo estudo de épocas distantes das nossas, reconhecendo o sentido histórico da ciência.

Sendo assim, o que se deseja com este presente trabalho é analisar o ensino da Física em um fato histórico vivenciado ao longo do século XVII e XVIII que teve o conhecimento físico de influência. Com reflexões sobre pesquisas direcionadas às dificuldades encontradas pelos alunos, que se sentem desestimulados nas aulas de Física, estudar a história da ciência de um fato científico constitui-se em um instrumento de ensino indispensável para a compreensão das teorias físicas e do desenvolvimento da ciência.

Esta importância é decorrente da realidade do ensino da Física na maioria das escolas no nível médio. Convém ressaltar que um bom estudo, dentre outros aspectos, é concebido em sala de aula mediante a obtenção de conhecimentos prévios em Física e que, portanto, conhecer os fatores que determinaram ou contribuíram para a ocorrência de um fato histórico, faz com que os alunos consigam familiarizar o saber adquirido com o novo conhecimento construído historicamente pela atividade humana.

Essa compreensão implica o estabelecimento de questionamentos que motivam o presente estudo: O livro didático de Física do Ensino Médio aborda em seus conteúdos o período histórico e epistemológico do surgimento das Máquinas Térmicas com seus autores e respectivas contribuições? Como o livro didático

apresenta as contribuições para o desenvolvimento das teorias científicas para a construção das Máquinas Térmicas a partir do desenvolvimento da Termodinâmica? Como os conceitos de desenvolvimento histórico das Máquinas Térmicas são tratados nesses livros?

De um modo geral, este estudo tem por finalidade analisar livros didáticos de Física de Ensino Médio por meio da observação do período histórico e epistemológico do surgimento das Máquinas Térmicas com seus autores e respectivas contribuições. A abordagem tem por base os impactos sociais no processo de formação e construção das novas teorias científicas, bem como, as habilidades e competências necessárias aos professores de Física para o ensino-aprendizagem do aluno nesta etapa da Educação Básica.

Nesse sentido, para melhor compreender o estudo do tema, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- 1- Estudar a importância do conhecimento histórico para o ensino-aprendizagem no ensino de Física, a partir da contextualização e interdisciplinaridade das produções humanas dentro do contexto científico da época;
- 2- Fazer uma análise investigativa nos livros didáticos de Física identificando a menção ou omissão dos grandes autores e suas contribuições para o desenvolvimento das teorias científicas para a construção das Máquinas Térmicas a partir do desenvolvimento da Termodinâmica;
- 3- Investigar como os conceitos de desenvolvimento histórico das Máquinas Térmicas são tratados nos livros didáticos de Física.

Para se realizar esta pesquisa, foram escolhidos alguns livros didáticos de Física utilizados no Ensino Médio para investigação de textos que cada autor apresenta referente ao surgimento das primeiras Máquinas Térmicas a partir do desenvolvimento da Termodinâmica, fato histórico vivenciado ao longo do século XVII e XVIII. O estudo tem uma abordagem qualitativa tendo em vista que este tipo de procedimento preocupa-se em compreender o objeto de estudo com riquezas de detalhes, nesse caso a abordagem de um conteúdo importante para a Física, mas ainda pouco explorado, sendo teoricamente necessário para a produção do conhecimento na área, proporcionando ao aluno uma visão de mundo amplamente significativa sobre o conteúdo a ser trabalhado em sala de aula.

Durante a realização do método investigativo desses livros didáticos de Física, construiu-se uma ficha de análise, identificando se os livros didáticos



apresentam os conteúdos sobre as Máquinas Térmicas, contextualizando-os numa perspectiva histórica relacionando-o ao passado e ao presente, retratando a História da Física em torno das ideias e teorias de pesquisadores e cientistas.

Além de se estabelecer esta investigação, foi imprescindível à pesquisa o estudo de textos que trazem essas informações históricas como eixo central de discussão, como leitura de artigos, análise documental e mais precisamente a análise do livro didático. Estes procedimentos favoreceram a apreensão do tema investigado e dos objetivos traçados para esta investigação acadêmica.

Para a fundamentação deste trabalho foram utilizadas as ideias de Martins, (2001), Garcia e Higa. et. all, (2010), Dorival (2004), Baldow e Junior (2010), Braick e Mota (2005), Castignani (1999), Oliva (2010), entre outros que investigam os problemas que relativamente comprometem o ensino da Física decorrente da não integração da história da ciência como um recurso didático que proporcione melhorias no ensino. Em suma, o material explorado dispõe de pressupostos teóricos que suscitem a compreensão das ideias centrais de pesquisas sobre o surgimento das Máquinas Térmicas.

A estrutura de organização desse trabalho, parte desde texto de introdução, seguido do referencial teórico e os resultados e discussões. Por fim, se concretiza a construção do trabalho monográfico com suas Considerações Finais e Referências que fundamentaram a pesquisa.

## 2 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO

O Ensino Médio (EM) é a etapa final da Educação Básica, momento de transição da aprendizagem do aluno para integrar-se ao meio social, em geral, exercendo uma atividade produtiva. De acordo com as Leis de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.394/96) o EM é parte ativa no desenvolvimento do educando e do conhecimento escolar necessário ao egresso do reconhecimento da Física. Incentivando-os didaticamente, é possível mantê-los relacionados aos métodos inovadores do ensino e às bases do domínio científico dos conteúdos trabalhados na sala de aula e com isso desenvolver e reorganizar suas próprias ideias mediante os contextos sócio-políticos, culturais e econômicos que integram o meio escolar junto à sociedade (RICARDO, 2004).

No caso particular da Física, visa ao desenvolvimento de competências que devem ser alcançadas, tais como, formação de uma cultura científica efetiva, investigação e compreensão dos fatos e ainda a contextualização sociocultural mediante a interdisciplinaridade (BRASIL, 2002).

Os Parâmetros Curriculares recomendam o uso da linguagem contextualizada e interdisciplinar para o ensino das Ciências da Natureza, nesse é possível que a escola ofereça subsídios aos seus alunos, integrando a disciplina ao meio social e cotidiano das pessoas, dando novos significados a aprendizagem. Ao proporcionar esta proposta de ensino, os estudantes não se prendem apenas aos cálculos físicos, mas também ao universo dinâmico que a Física pode lhes oferecer.

Cabe lembrar, que os PCN's não são projetos organizados e fundamentados para ser aplicados ao ensino, são orientações educacionais que interligam os conteúdos, as práticas pedagógicas adotadas pelos professores e a epistemologia da construção do conhecimento, procedimentos que propiciam a adequação da realidade de cada aluno no ambiente escolar. Pois dados da Secretaria de Educação Básica e Ministério da Educação (SEB/MEC), (BRASIL, 2008, p. 53) indicam que:

A utilização do conhecimento físico na interpretação, no tratamento e na compreensão de fenômenos mais complexos deveria ser entendida como conteúdo indispensável [...], pois o conhecimento dos fenômenos da realidade passa pela abstração. Assim, o que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador e o desejo de conhecer o mundo em que se habita.

Sendo assim, os PCN's do Ensino Médio cumprem a ideia de difundir novo caráter formativo do aluno dando continuidade ao processo de aprendizagem e conforme a LDB, por ser a etapa final da Educação Básica devem ser considerados: os princípios da ação – reflexão condicionando-os como pressupostos da autonomia do educando.

Portanto, os PCN's reconhecem que a organização e disposição do conhecimento por meio da interdisciplinaridade e contextualização são uma forma de desenvolver as qualidades humanas como uma cultura geral, estabelecendo uma visão de mundo mais ampla às possibilidades para que a escola atenda às expectativas dos alunos. Em vez de um estudo muito compartimentado, os conteúdos se interconectam com todas as áreas, com as práticas sociais o que pode levar o estudante a ficar muito mais estimulado para o estudo, pois percebe o lugar dos conteúdos na cultura geral.

### **2.1 Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de licenciatura em Física**

O processo de reestruturação curricular do curso de Licenciatura em Física se fundamenta pelo compromisso durante todas as instâncias formativas de professores. “O trabalho docente é parte integrante do processo educativo mais global pelo qual os membros da sociedade são preparados para a participação na vida social” (LIBÂNIO, 1994, p. 16). Sendo o professor, participante ativo na escola e na sala de aula, cabendo-lhe propiciar o desenvolvimento de competências específicas, ao licenciando é necessário que sua graduação o capacite para tal responsabilidade, para que seu saber adquirido nesta etapa da formação possa lhe auxiliar no exercício da profissão.

Vê-se que, nem todos os professores atuando na educação se preocupam com o trabalho pedagógico que irão instruir à realização de suas aulas, muitos ainda tem a concepção reduzida de que para ser professor apenas o domínio do conteúdo específico de sua área é suficiente. Essa lacuna ainda muito presente na educação, diverge da formação que se espera de um bom profissional (LIBÂNIO, 1994). Estes ao ingressarem no mercado de trabalho, devem se tornar corresponsáveis por disseminar uma educação de qualidade aos estudantes, e a partir do comprometimento desde as concepções de planejamento e aplicação metódica de ensino, espera-se que cogitem pela organização de suas aulas durante o exercício

da profissão articulando o ensino e o colocando diante das realidades escolares diferenciadas.

Assim cabe a cada professor manter-se relacionado em seu meio social e às condições existenciais que a sociedade emprega-lhes, pois a partir daí é possível manter-se informado diante das novas concepções de mundo, de educação e por sua vez do ensino que lhe caberá efetuar nas escolas. Este, por sua vez, deve atender às inúmeras necessidades, sejam elas da sociedade de uma forma geral, do mercado de trabalho e dos próprios alunos.

É importante salientar que, analisando os aspectos formativos que integraliza o licenciado em Física apto a atuar na Educação de forma criativa e dinâmica, percebe-se que o elemento importante da formação desse futuro professor é a busca de trabalhos coletivos, o desenvolvimento de competências básicas assistidas de informações pertinentes fornecidas por conteúdos específicos e pedagógicos necessárias às expectativas atuais e da adequação a diferentes perspectivas de atuação futura dessa profissão (UFPR, 2010).

De acordo com Libânio (1994) e Nardi (2009) os cursos de formação profissional dos professores compõem-se por componentes curriculares que coordenam a preparação desse graduando como atuantes da profissão no meio escolar e assim, os colocam diante dos problemas e desafios que irão encontrar quando aptos a estar em sala de aula. Com essa percepção as ideias de Libânio (1994, p. 27) são bastante categóricas quando este se refere à formação profissional do professor:

Pois a formação do professor abrange, duas dimensões: a *formação teórico-científica*, incluindo a formação acadêmica específica nas disciplinas em que o docente vai especializar-se e a formação pedagógica, que envolve os conhecimentos da Filosofia, Sociologia, História da Educação e da própria Pedagogia que contribuem para o esclarecimento do fenômeno educativo do contexto histórico-social; a *formação técnico-prática* visando à preparação profissional específica para à docência [...].

As dimensões destacadas por Libânio são importantes porque almejam proporcionar uma formação geral ao licenciando, dando-lhe uma visão ampla dos acontecimentos históricos e epistemológicos dos conteúdos na sociedade. Assim fomentando a capacidade de acompanhar e entender o progresso científico dentro da Física realizando um trabalho coletivo, solidário, interdisciplinar e investigativo constituinte de uma nova atitude pedagógica.

Os cursos de Licenciatura, inclusive em Física, incluem ao currículo do graduando uma etapa de Estágio Supervisionado. Esta disciplina viabiliza a passagem de sua atuação na sala de aula, aspecto fundamental à sua formação. Este exercício possibilita que, o processo de ensino possa estabelecer novas concepções metodológicas, críticas e reflexivas com o comprometimento de transmitir uma educação de qualidade ao aluno para sua formação intelecto-humanista (NARDI, 2009).

Completando as ideias dos autores destacados anteriormente, conclui-se que as competências e habilidades exigidas para lecionar a disciplina de Física estão também inseridas na experiência vivenciada no campo de Estágio, espaço privilegiado de preparação do docente para a realidade da sala de aula. E mesmo que durante a formação desse profissional em nível superior nos cursos de licenciatura, apresentem-se falhas quanto ao projeto educativo, o professor e a escola devem buscar um aprendizado inovador à sua prática pedagógica.

Confirmando esse entendimento, recorreremos a Ricardo (2004, p. 6):

Para as DCNEM também são competências a capacidade de abstração, a capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, a capacidade de trabalhar em equipe, de disposição para procurar e aceitar críticas e assim por diante. Mas, em quais disciplinas escolares tais competências devem ser trabalhadas? Essa questão sugere uma mudança nas práticas educativas, pois os conteúdos disciplinares, por si próprios, não levam a competências dessa natureza.

E ainda completando a visão das DCNEM, Ricardo (2004, p. 18) sugere que:

Ao propor uma abordagem temática, os PCN's ressaltam que os objetivos educacionais do trabalho pedagógico orientado por competências terão que ser bem claros, a fim de não reduzir os temas ao tratamento dos conteúdos disciplinares específicos. Para tanto, as escolhas de conteúdos deverão ser criteriosas, para poderem atingir os objetivos amplos desejados.

Assim sendo, tanto as DCNEM quanto os PCN's são de grande relevância ao conhecimento dos profissionais da área de física, aqueles em formação ou os que atuam na área. Esta importância é decorrente destes serem documentos oficiais com orientações complementares a implantação de novos perfis de professores na tentativa de inovação e melhoria da qualidade da Educação Básica.

## 2.2 A aprendizagem dos alunos e as Práticas profissionais

Quando se relacionam as práticas profissionais à aprendizagem dos alunos, tem-se por pretensão observar tanto a carência do domínio do professor durante o exercício da profissão quanto à formação que garanta uma ação pedagógica renovadora, visando uma educação de qualidade. Esta é uma análise necessária porque o desempenho profissional e a relação equilibrada entre teoria e prática, predominantemente, determinarão o avanço do desenvolvimento e interesse desses aprendizes em suas aulas.

Observa-se que muitas vezes as aulas de Física são marcadas pela resolução de cálculos exaustivos, tornando o seu ensino, predominantemente, memorístico distanciando-se do caráter dinâmico e formativo instituídos para essa disciplina por meio da linguagem contextualizada e interdisciplinar. Ademais acaba dificultando o processo de ensino e compreensão dos conteúdos ministrados em sala de aula, pois o uso do modelo tradicional de ensino ainda é muito presente, deixando de lado a linguagem contextualizada e interdisciplinar, sendo esta, primordial para o aprendizado no ensino da física. Tentar amenizar o cenário do ensino de Física requer inicialmente uma nova concepção de estudo e também uma parcela de comprometimento dos alunos em sala de aula.

Além disso, para que as escolas médias, mesmo que gradativamente, venha a cumprir as metas estabelecidas pela gestão de ensino a respeito de promover o desenvolvimento do aluno para cidadania, socialização do saber enquanto instrumento de compreensão da realidade social e atuação crítica, entre outros, é necessário à implantação de ambientes dinâmicos e inovadores para que os alunos se sintam atraídos a gostar e aprender à Física. Só que para discutir sobre a qualidade de ensino temos que refletir como este vem sendo planejado e executado no cotidiano das escolas (GARCIA et.all, 2010).

Essa situação desafiadora também exige dos docentes em exercício, práticas profissionais e competências adquiridas durante a sua formação, pois a partir delas o professor desempenha novas propostas de ensino para o desenvolvimento do aprendiz. Obviamente que as soluções não são imediatas, mas cria-se a expectativa na criação de um saber próprio em que os professores evitam dar informações prontas, despertando no aluno um raciocínio argumentativo. A relação entre alunos e professores está intimamente ligada à escolarização desses sujeitos, conforme as

experiências individuais e coletivas experimentadas nas escolas (GARCIA et.all, 2010).

A escola vista como a instituição cuja finalidade é difundir sistemas de valores universais e de integração ao modelo de sociedade desejado (GARCIA, 2010, p. 243). Nessa perspectiva, a escola básica passa a ser percebida como um local onde os professores podem encontrar conhecimentos também necessários a sua ação profissional, contribuindo para romper a distância entre as relações escola-ensino-sala de aula.

Nesse sentido, vale destacar que a aprendizagem dos alunos não está somente ligada à prática pedagógica dos professores, mas também as fontes de estudos que lhes são oferecidos, como o material didático que apresentam lacunas quanto, por exemplo, às informações de contribuições da Física para a construção do conhecimento do ponto de vista científico e social, bem como as atividades que carecem de contextualização.

Dessa forma, é primordial um sistema de ensino que traga motivação aos alunos contemplando uma proposta pedagógica imprescindível à formação e preparação dos professores, autocrítica de como ensinar a Física de modo a sobressair-se diante das situações ou problemas que venham a comprometer a aprendizagem. Conclui-se então, que as competências dos professores são fundamentais no processo de reforma do ensino de nível médio, para análise de suas práticas além de guiá-los para os objetivos educacionais ansiados.

Essa questão nos coloca diante de um sistema escolar não apenas social, mas também reprodutor de uma nova sociedade assistida de uma cultura conservadora já existente na educação (GADOTTI, 1995) que se resumia ao modelo tradicional e antigo do ensino em que o aluno era amparado pelo acúmulo de informações, ideia que preside a não valorização da autonomia do aluno. Ao enfatizar a necessidade de reforma do ensino de nível médio, preocupou-se não apenas com o conteúdo ensinado, mas também com a forma e o contexto no qual se ensinava.

Dado o problema, os Parâmetros Curriculares consideravelmente subsidiam essa possível mudança no ensino de como promover a organização do trabalho da escola (RICARDO, 2004). Em termos dessa área de conhecimento, salientam a escolhas de livros didáticos com temas investigativos e contextualizados que atenda às expectativas dos alunos promovendo sua participação centrada em fatos que se

veicula ao seu dia-a-dia. Abordagem esta de grande importância para a compreensão da dinâmica relação do homem com seu meio no mundo contemporâneo, explorando-os com uma linguagem interdisciplinar, histórica e científica.

### **2.3 Os livros didáticos e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino da física**

Como pré-requisito, as diretrizes dos PCN's de Física determinam que o conhecimento histórico nos livros didáticos seja de grande importância para o desenvolvimento da concepção do aluno como ser social. E a ação fundamentada em conhecimentos filosóficos, históricos, pedagógicos, entre outros, dão ênfase aos aspectos do ensino e aprendizagem de Ciência/Física (BRASIL, 2008).

O uso do livro didático é umas das fontes mais usadas para a pesquisa e o planejamento das aulas. Tornou-se um mediador de informações em ação conjunta com o profissional da educação dando-lhe assistência durante o ensino-aprendizagem da relação aluno-professor (BATISTA, 2007).

Todavia, a linearidade de questões extremamente importantes à aprendizagem dos alunos, ainda está muito presente em alguns livros didáticos. "O livro didático é necessário, mas por si mesmo ele não tem vida" (LIBÂNIO, 1994, p. 78). Em outras palavras, por ser um material bastante utilizado em sala de aula, o professor deve dispor de um olhar crítico diante desse material, pois as informações ocultadas referentes ao entendimento do ensino da Física como ação epistemológica e histórica produtora de novo conhecimento, são supridas e auxiliadas por outros recursos didáticos cuja transposição de conteúdos seja efetivamente renovada a partir das expectativas e objetivos formativos para o desenvolvimento do educando, em experiências individuais e coletivas no meio escolar.

Pois, quando a aprendizagem é mecânica, com pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2008) no processo educacional, essa transmissão de informações impõe ao aluno uma aprendizagem estagnada, e mesmo que a educação seja cumulativa possibilitando uma aula significativa, isso não às tornam suficientemente viáveis para que os alunos possam interagir em seu meio, ainda mais quando se



tratar de acontecimentos históricos que em sua maioria passam despercebidos aos olhos dos alunos. E quando Libânio (1994) enfatiza que o livro didático é uma ferramenta de auxílio, cujo professor deve dispor de sua criatividade, ele afirma:

Os conteúdos do livro didático somente ganham vida quando o professor os toma como meio de desenvolvimento intelectual, quando os alunos conseguem ligá-los com seus próprios conhecimentos e experiências, quando através deles aprendem a pensar com sua própria cabeça. Além disso, é mais importante uma aprendizagem sólida e duradoura daquilo que se ensina do que adquirir um grande volume de conhecimentos (LIBÂNIO, p. 78).

Ademais, os PCNs apresentam quadros de competências que objetivam superar as práticas tradicionais para o ensino da física, e aproximando-se das concepções educacionais de Paulo Freire, vê-se que apenas o uso do livro didático, quadro e giz, tornam as aulas sempre expositivas ou explicativas. A restrição a essa única postura de ensino, transforma a aula em um momento excessivamente técnico que por vezes não atrai o aluno e não desperta nele o desejo em aprender, pois como afirma Roberto (2004, p.16) “é preciso à busca de uma Física que contribua para a constituição de uma cultura científica nos alunos, para que compreendam a dinâmica relação do homem com seu meio”.

Os materiais a serem utilizados nas aulas de Física podem ser dos mais variados aos mais simples, porém, o livro didático ainda é muito presente no ambiente escolar. Contudo, mesmo sendo bastante útil nas aulas, a maioria, traz uma acomodação linear das informações, principalmente de conceitos científicos e seus produtores (BATISTA, 2007).

Por isso ao fazer a escolha do livro didático para o ensino de Física no Ensino Médio, a equipe docente deve ter um olhar crítico para que não haja equívocos de ideias, uso exagerado de fórmulas como também o distanciamento das teorias científicas dos períodos históricos, pois com isso o aluno desacredita que a Física tenha qualquer relação com o mundo real e a recebe como uma ciência pronta e acabada (BATISTA, 2007; GARCIA, 2010; NARDI, 2001).

### 3 HISTÓRIA DA FÍSICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Quando se estuda a História da Física vê-se que ela possui um perfil epistemológico alusivo sobre acontecimentos passados com o intuito de desmistificá-la conforme a realidade educacional quanto ao conhecimento científico no meio escolar para melhoria no ensino de Física (NARDI, 2001). E para que seja sólida, é preciso que o ensino de Física ocorra de acordo com o cotidiano das escolas, mas fazendo uma abordagem contextualizada e sociocultural do conhecimento científico.

Toda essa riqueza histórica que constitui a Física enquanto ciência é importante para o aprendizado das pessoas. Trazer questões alusivas ao passado e os por-quês da Física, facilitam a acessibilidade à informação além de propor uma visão crítica para compreendermos as transformações e construções para uma nova sociedade, para que assim os alunos reconheçam o sentido histórico da ciência como construções humanas (BRASIL, 2002).

Segundo Dorival (2004, p. 241) “como uma das ciências básicas da natureza, o estudo da Física é indispensável àqueles que querem compreender ou entender os mecanismos mais profundos de tudo que ocorre na natureza”. Cada fato ou processo natural situado em uma dimensão em que o ser humano interage é, portanto o conhecimento físico expresso pelas produções humanas realizadas em tempo e espaço.

Com o passar dos anos foi-se descobrindo que assim como a evolução do homem, os grandes avanços científicos nasceram da necessidade de compreensão natural da Ciência com a humanidade, nesse sentido Martins (2001, p. 113) enfatiza que “A história da Física atraiu no passado e continua atraindo no presente a atenção de muitos físicos”. Esta se constitui em objeto de estudo de grande importância para a formação da sociedade, muito embora não seja tratada corretamente na maioria das fontes de informação utilizada para o seu ensino.

Portanto, o universo da história da Física é um processo de busca e compreensão de um momento histórico, em que a humanidade pode contemplar o conhecimento relacionando-o ao passado e ao presente, e reorganizar o modelo sócio-político-econômico constituintes da sociedade decorrente das percepções de fatos ou fenômenos vividos pelo homem. Nesse sentido, faz-se importante discorrer

sobre a relevância dos aspectos históricos no ensino de Física, relação enfatizada na seção seguinte.

### **3.1 A importância da História das Ciências nas aulas de física**

A busca por efetivar a História das Ciências em sua dimensão histórica e epistemológica como uma disciplina curricular para a formação do aluno no ensino da Física (BRASIL, 2008), tem enfrentado muitos obstáculos. Embora gradativamente venha ganhando espaço de modo a assegurar a formação básica dos alunos de ensino médio, a existência de textos fundamentados que tragam informações históricas em alguns livros didáticos ou em outros materiais de informações ainda é de difícil acesso.

A história da ciência não é um meio isolado para aquisição do conhecimento, ela conduz ao aluno uma linguagem contextualizada para que adquira um ensino de qualidade desenvolvendo um olhar mais abrangente sobre o processo evolutivo da Ciência/Física e sua influência sobre a sociedade (BATISTA, 2007).

Ao deterem o conhecimento a partir dos acontecimentos históricos, desenvolvem uma autonomia para aprender e refletir sobre sua importância no meio escolar integrando a ciência como atividade humana associada aos conhecimentos adquiridos desde as culturas passadas. Assim, ao escutarem o termo História da Ciência poderão perceber a íntima ligação entre o estudo das relações entre o passado, as construções humanas, fatos e contribuições científicas que trouxeram avanços para a sociedade (MARTINS, 2005).

Vale salientar, que o estudo nessa área é uma forma de contemplar a existência de saberes numa linguagem diferenciada e referendada pelos conhecimentos filosóficos, históricos e epistemológicos sobre as dimensões do progresso contínuo da humanidade propiciado pelas descobertas científicas. Ao inserir ao campo da educação a História das Ciências, as aulas ganham mais naturalidade e processualidade além de estimular os alunos para os conteúdos trabalhados na disciplina de física. Desta forma:

Localizar o momento histórico em que um determinado conhecimento científico foi produzido é de especial importância no meio escolar, especialmente na sala de aula, pois, o professor pode inovar suas aulas, contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, discutir as teorias

científicas, interpretá-las, registrá-las e contestá-las [...] (BATISTA, 2007, p. 16).

Assim, a história da Física ganha dimensão histórica podendo ser concebida como recurso didático para produção de novos conhecimentos.

### **3.2A Física em sua Dimensão Histórica ao Longo do Século XVII e XVIII**

Apesar de ser considerada uma ciência de difícil compreensão, a Física é um dos campos de conhecimento mais antigos da humanidade, uma vez que ocupou-se em desvendar os mistérios mais profundos sobre o mundo. Se expressa pela complexidade em que se estende diante do seu conhecimento e pelos impactos dessa ciência pelo o envolvimento entre a compreensão natural da ciência com os grandes feitos vividos pelo homem.

A Física foi de grande relevância ao longo do século VXII e VXIII, período marcado por uma descoberta técnico-científica e que até os dias atuais é vista como uma das grandes descobertas no setor técnico-científico da época além de servir como divulgação da ciência no mundo.

O século VXII e VXIII foi um momento de transição circunscrito pelas novas formas de trabalho lançadas pelas bases da Física e a era Industrial. A população da época estava passando por um processo natural da substituição do trabalho do campo pelo ritmo acelerado das cidades em que se intensificavam os trabalhos fabris, fato que estimulou uma expansão tecnológica, a chamada Revolução Industrial, em que a sociedade passou a vivenciar grandes transformações econômicas, políticas e social (BRAICK e MOTA, 2005).

Durante esse tempo, a Física foi constituindo os conceitos térmicos estruturados pelos fundamentos termodinâmicos, por sua vez, que envolvessem o calor e energia associado às propriedades físicas que estavam em movimento acerca dessa descoberta e que, serviram para conversão de Energia Térmica em Energia Mecânica (BRASIL, 2002).

A ligação entre essa descoberta técnico-científica e os conceitos termodinâmicos é estabelecida pelo segundo princípio da Termodinâmica, em que o calor recebido de uma fonte quente seria parcialmente convertido em trabalho mecânico, e conseqüentemente parte desse calor é rejeitado para uma fonte fria, equilibrando o seu funcionamento (CASTIGNANI, 1999).

Portanto os conceitos térmicos proporcionaram um avanço para ciência Física sobre as fontes e formas de transformação e produção de energia, em que se compreende a necessidade do domínio processual dessas transformações em associação histórica e humana, devendo assim, ser reconhecida e estudada até a atualidade.

#### 4 REVOLUÇÃO INDUSTRIAL *versus* MÁQUINA A VAPOR

A passagem dos séculos XVII e XVIII foi marcada por várias mudanças econômicas e sociais, e se de um lado trazia benefícios para a sociedade como inovações nas formas de trabalho e de bens de consumo, por outro trouxe uma série de desemprego que desestruturou toda a população da época.

E o que se sabe é que o trabalho na era industrial implicaria em grandes dificuldades sob o modo de produção da população devido às condições em que viveriam nos centros urbanos (CASTIGNANI, 1999). E claro, que não se pode falar da relação entre as Máquinas Térmicas e Revolução Industrial sem mencionarmos a concentração de trabalhos fabris em alguns países da Europa, em particular da Inglaterra, grande polo industrial (BRAICK e MOTA, 2005). Nela começava a ser anunciado o surgimento de uma nova sociedade, do mercado fabril que geraria a decadência do trabalho manufatureiro.

Essa fase do mercado fabril foi o início da fase do capitalismo industrial, em que se viu o empregado assalariado de carga horária ultrapassada, muitas vezes, de 12 a 14 horas em condições adversas (MANTOUX, 1927, apud BALDOW e JUNIOR, 2010). Nessa época, muitos homens que trabalhavam na produção da indústria foram substituídos por máquinas o que implicou em elevados custos sociais, além de ficarem submissos aos cumprimentos de ordens e aos salários menores recebidos pelo seu trabalho (BRAICK e MOTA, 2005).

Toda essa desestrutura, começaria no final do século VXII, em consequência da queda do sistema feudal que afetaria com mudanças significativas as formas de trabalho em algumas áreas coloniais inglesas (BRAICK e MOTA, 2005). “Mercado pela migração em massa dos camponeses para os centros urbanos” (CASTIGNANI, 1999, p. 4), e que durante a Revolução Industrial houve a passagem do trabalho manual para à robotização do trabalhador (BALDOW e JUNIOR, 2010).

O resultado não foi necessariamente o que se esperava, pois uma parte do trabalhador passaria por um processo de alienação, perdendo a valorização do seu próprio trabalho dado que:

Cada operário durante o período da Revolução Industrial especializou-se a servir uma máquina, transformando-se em autômato destinado a desempenhar atividades cotidianas cansativas e monótonas. E um autômato mais vulnerável aos acidentes de trabalho devido a própria monotonia de suas atividade. (BRAICK e MOTA, 2005, p. 118).

Antes mesmo do trabalho se concentrar exclusivamente nas fábricas e o mercado consumidor se transformar em grandes núcleos urbanos industrializados, o trabalho no campo seguia o ritmo normal da agricultura. Braick e Mota (2005, p. 117) confirmam essa forma de trabalho:

Pois, a princípio todo o mercado consumidor da indústria Britânica se preocupava em apenas produzir mercadorias socialmente úteis, tais como produtos da indústria de cerâmica para a construção ou utilidades domésticas, como alfinetes, vasilhas, tecidos, produtos alimentares e outras.

Dessa forma, reafirma-se que o ritmo acelerado do processo de industrialização desenvolvido nas indústrias que posteriormente degradariam as condições de trabalho devido o crescimento exacerbado do capitalismo industrial, não se deu somente pelo avanço tecnológico e científico da época, mas também pelos fatores internos que já havia nas cidades da Inglaterra com a vinda dos camponeses para as cidades (CASTIGNANI, 1999). Fatores tais como as péssimas condições de vida, pois muitos passaram a viver em ambientes sujos devido à poluição das indústrias e os desempregos gerados em grande escala nas cidades.

Pois este processo, o Êxodo Rural que consiste na migração dos camponeses para as cidades, ganharia forças, e com isso acabou deixando toda a população vulnerável aos problemas que o comércio passou a vivenciar em consequência do acúmulo de trabalho nas indústrias têxteis. Por sua vez, o fato da mão-de-obra já não dar mais conta de toda aquela produção, fez-se repensar em uma nova forma de trabalho que assistisse toda a população, para que assim houvesse a multiplicação dessa produção que se resumia no mercado fabril.

Dessa forma, quando Castignani (1999, p. 172) expressa seu entendimento diz que “[...] a máquina a vapor surgiu em um cenário desalinhado e sujo que retratava as dificuldades da época [...]”, é para que nesse contexto se reconheçam o cenário degradante em que se encontravam as cidades da Inglaterra e principalmente que se compreenda a importância do papel desempenhado pela construção dessas máquinas.

Além disso, ao longo do século XVIII essas transformações entre a relação do homem com o trabalho continuaram afetando tanto o setor político e econômico quanto o social (BRAICK e MOTA, 2005). E mesmo que a população tenha sofrido com estas mudanças, surge um grande marco na história da Física.

A Revolução Industrial sem dúvida constituiu um grande avanço para o setor industrial e claro, foi de grande relevância para o desenvolvimento da Física juntamente com outras ciências afins. Relevância principalmente para a fundamentação dos novos conceitos sobre a Termodinâmica que serviu mais tarde para o aperfeiçoamento das novas máquinas.

Portanto, o conhecimento da Física teve grande influência na história da época com o surgimento das Máquinas Térmicas, sendo uma das poucas invenções do mundo contribuinte para os avanços da ciência, em particular da Física (BALDOW e JUNIOR, 2010).

#### **4.1 As concepções de calor**

A máquina a vapor foi muito importante para o desenvolvimento da Termodinâmica e “na época em que se deu a construção destas máquinas existia a teoria do calórico” (BALDOW e JUNIOR, 2010, p. 5). E ela explicava o calor como um fluido que penetrava as substâncias agitando as partículas que a compõem (CASTIGNANI, 1999).

Na época em que se deu a construção dessas máquinas, alguns físicos estavam divididos sobre a natureza que caracterizava o calor, se lhe atribuía como característica um fluido que penetrava as substâncias ou emanava-se do movimento interno das partículas que compõe as substâncias (CASTIGNANI, 1999). Essas considerações deram um novo rumo às investigações de fenômenos térmicos, e mais precisamente da Segunda Lei da Termodinâmica.

Lavoisier nos dá uma intuição quanto à ideia de acordo com processo de queima de carvão usada nas máquinas. Essa queima estabelece uma forma de transformação da matéria onde suas propriedades químicas são mantidas e mensuráveis que expressaria tanto causa como efeito do calor quanto estranho fluido que o produziria através do termo calórico (CASTIGNANI, 1999). Para tanto, só no século XVIII que os conceitos de calor e temperatura foram diferenciados, Joseph Black falava que a temperatura era uma tensão exercida pelo fluido calórico de um corpo e o Conde Rumford chegou à conclusão que o calor seria uma forma de movimento mecânico (BALDOW e JUNIOR, 2010).

As interpretações ligadas as incertezas de características a serem atribuídas ao calor, conduziram a um progresso para o desenvolvimento da Física levando-a



ao surgimento da Termodinâmica, ciência desenvolvida por motivos práticos, em que baseou-se na ideia de conservação de energia e a análise dos efeitos do calor ao ser convertido em trabalho (CASTIGNANI, 1999). Esse progresso, ao ser observado no trabalho realizado pelas máquinas, sistematizou a ideia de que o calor é uma forma de energia podendo ser transferido de um corpo para outro provocando efeitos de absorção em uma substância em virtude de uma diferença de temperatura (BALDOW e JUNIOR, 2010; CASTIGNANI, 1999).

Essa concepção de calor tem como resultado a agitação das moléculas, e conseqüentemente, a energia cinética dessas moléculas são convertidas em energia térmica de uma fonte quente para uma fonte fria, no caso das máquinas ocorre essa mudança quando a água é transformada em vapor. Dessa forma, uma máquina térmica é um sistema que recebe calor de uma fonte quente e parte desse calor é convertido em trabalho mecânico, caráter prático, decorrente das necessidades da sociedade industrial (CASTIGNANI, 1999).

#### **4.2 O Desenvolvimento da Termodinâmica e as Máquinas Térmicas**

Para o desenvolvimento das máquinas, foram imprescindíveis os conceitos termodinâmicos dando origem as primeiras ideias de máquina a vapor. “O desenvolvimento das máquinas a partir do conhecimento de ciências afins era primordial à melhoria do seu funcionamento e ao aumento de seus rendimentos de trabalhos.” (BALDOW e JUNIOR, 2010, p. 4).

A ideia de vapor já vinha sendo estudada desde Arquimedes quando ele projetou uma espécie de canhão que lançava objetos à pressão do vapor quando era aquecido (CASTIGNANI, 1999). O desenvolvimento das primeiras ideias de vapor que mais tarde dariam origem as Máquinas Térmicas, foi descrito por um dispositivo giratório a vapor, denominado aeolípila, estudada pelo matemático grego, de nome Heron de Alexandria (CASTIGNANI, 1999; BALDOW e JUNIOR, 2010).

A aeolípila era um motor esférico oco de cobre conectado a um pistão, que quando adicionada água em seu interior e, esta era aquecida por uma caldeira, reagia em movimentos giratórios. Porém, o ar quente produzido a partir da água quando era aquecida, expandia muito rápido em consequência da alta pressão.

Por estas razões, esse aparelho na época, não despertou tanto interesse às indústrias, pois além da predominância da mão-de-obra barata, ainda não dispunha

de eficiência ao ponto de substituir o trabalhador nas fábricas. Logo mais, já nos séculos XVII e XVIII na linha desses estudos, “surge para demonstrar a passagem de água para vapor, uma intenção mais séria de utilizar a força expansiva do vapor como agente mecânico” (CASTIGNANI, 1999, p. 5).

De acordo com Baldow e Junior (2010, p.6), o responsável pela idealização dos princípios de funcionamento de uma máquina a vapor foi o francês Denis Papin (1647-1712). A empregabilidade desse funcionamento é experimentalmente testado junto à pressão atmosférica, como evidencia Castignani (1999, p. 5):

O francês Denis Papin criou uma espécie de panela de pressão, que utilizava o vapor para amolecer ossos e cozinhar rapidamente. Papin a seguir, estudou uma maneira de empregar o cilindro e pistão visando à construção de uma máquina. Um princípio fundamental seria o de aproveitar conjuntamente a expansão do vapor e a pressão atmosférica.

Esse digestor, como era chamado, mostraria com certa clareza as propriedades das conversões da água para vapor quando aquecida e a força exercida pelo ar, entretanto não tinha tanta praticidade, que cobrisse as exigências das indústrias e que diminuíssem o consumo de carvão nas fábricas.

Então, devido à falta de praticidade realizada por esses modelos citados anteriormente, “na Inglaterra o engenheiro Thomas Savery (1650-1712) constrói a primeira máquina de utilidade prática, no ano de 1668” (BALDOW e JUNIOR, 2010, p. 6). “Obteve uma máquina para bombeamento de água que aproveitava tal princípio, e que utilizava como configuração Física a alternância da sucção e expulsão da água em um recipiente” (CASTIGNANI, 1999, p. 5).

Só que a utilização prática ganhou impulso por volta de 1712, quando o inglês Thomas Newcomen aperfeiçoou a ideia e deu funcionamento a primeira máquina a vapor do mundo de cilindro e pistão, usando-a para drenar a água acumulada nas minas de carvão, fonte de energia da época utilizada nessas Minas.

Com essa máquina apareceu o primeiro motor a vapor de interesse comercial para as indústrias, pois ela permitia a ampliação de profundidade das minas, entretanto, como ela dependia do tamanho do pistão (CASTIGNANI, 1999), faltava-lhe mais eficiência para amenizar o custo do carvão.

Foi então, que no ano de 1763, um engenheiro Escocês que trabalhava e fabricava instrumentos na Universidade de Glasgow teve pela primeira vez contato com a máquina de Newcomen. “James Watt (1736 - 1819) estudando a máquina de

Newcomen percebeu que quando o vapor era resfriado no cilindro, perdia-se parte da energia, diminuindo conseqüentemente seu rendimento” (BALDOW e JUNIOR, 2010, p. 7).

No ano de 1769, o engenheiro James Watt aperfeiçoou-a com mais versatilidade e mecanização para a indústria moderna, dando desenvolvimento à liquefação do vapor, em que os pontos positivos apontados por Castignani (1999, p. 6) para o uso dessa máquina são:

A imediata abertura para liberação do vapor resolveu, fora do cilindro, problemas como os do tempo de liquefação e da contrapressão do vapor remanescente. (...) permitiu um grande número de refinamentos no projeto e nas funções realizadas pelas máquinas. O calor era economizado pela manutenção da temperatura do cilindro, e outras economias eram obtidas pelas descobertas dos meios e utilização da força expansiva do vapor.

James Watt desenvolveu um novo tipo de máquina, eficiente em sua forma de trabalho onde o consumo de carvão era diminuído e com propriedades científicas bastante utilizadas nas fábricas. Por estas razões a Máquina de Watt é vista como principiante do momento histórico da Revolução Industrial. Entretanto, a necessidade industrial precisava de inovações técnicas e científicas, que unindo o trabalho pesado das indústrias assim como o trabalho leve criaria uma nova indústria moderna.

Para tanto, qualquer descoberta que seja, traria impactos a sociedade, e a máquina a vapor não seria uma exceção, pois ela não foi criada pensando em grandes quantidades nem tão pouco intencionada pela substituição dos trabalhadores por máquinas. Seus autores visaram uma máquina que diminuísse o trabalho nas minas durante o transporte de grandes quantidades de carvão até os pontos de embarque.

Em ressalva, à medida que se avançava o século XVIII, a demanda em expandir as máquinas era maior, alcançando uma escala moderna estimulando a invenção básica de estrada de ferro, que transformaria as indústrias de bens de capital em grandes polos industriais.

Portanto, toda essa história constitui-se de integração entre a Física, Ciência e Humanidade, é importante para o aprendizado das pessoas. E trazer questões alusivas ao passado e os por quês da Física, facilitam a acessibilidade à informação além de propor uma visão crítica para compreendermos as transformações e construções para uma nova sociedade.

## 5 ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Toda investigação, para ser reconhecida como acadêmica precisa seguir um processo criterioso de sistematização, dado que a principal característica do conhecimento científico na produção das Máquinas Térmicas constitui-se do planejamento, da organização e investigação de todo o procedimento percorrido a partir da ligação entre os aspectos históricos e a ciência para o desenvolvimento das teorias científicas. Nesse sentido, é necessário ainda o cuidado com o detalhamento dos dados encontrados a partir do estudo e sua correlação com a teoria da área. A partir desse procedimento, os resultados alcançados auxiliam na resposta dos problemas e dos objetivos traçados.

As etapas para realização deste trabalho constaram momentos fundamentais, tais como a definição do corpo teórico que seria abordado no trabalho. Nesta fase, fez-se uma busca textual para coleta de artigos e dissertações para fundamentação do estudo e para obtenção de outras fontes de pesquisa para subsidiar o trabalho, escolhendo-se como palavras chave para localização das informações os termos: História da Física, Livros Didáticos e Máquinas Térmicas.

A partir desta pesquisa, selecionou-se as fontes, seguindo-se das etapas de leituras e fichamentos do material escolhido, pois por se tratar de uma invenção técnico-científica, os critérios básicos que norteiam essa investigação são de caráter epistemológico porque o que é vivenciado pela sociedade influi para que se busque novos saberes, cujo conhecimento deve ir além do senso comum (BRASIL, 2008). Neste caso, principalmente porque a abordagem do conteúdo no livro didático demonstra a compreensão dos autores em relação à ciência específica.

Assim, observou-se que as fontes de informação estudadas e que serviram de base para o trabalho retratam os aspectos sociais, culturais sociais e econômicos dos temas levando em consideração as contribuições de cada um para a ciência. Nesse sentido, percebeu-se a importância do Livro didático de Física contextualizar histórica, social e culturalmente os conteúdos de modo a contribuir para que o estudante perceba esta ciência como em permanente evolução. O livro didático de Física do Ensino Médio, foi, portanto, o instrumento material de análise dessa investigação.

Os livros didáticos são umas das fontes mais antigas de acessibilidade à informação, principalmente se o público ao qual é destinado é composto pelos

alunos de escola pública, pois estes, em geral, tem poder aquisitivo reduzido, tendo neste recurso sua principal fonte de informação e estudo. Na Educação Básica, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e o Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLDEM) disponibilizam gratuitamente exemplares para todas as séries do Ensino Fundamental e Ensino Médio (MEC, 2013). A cada três anos procede-se com a escola dos títulos usados em cada um desses segmentos da Educação Básica, as redes de ensino informam e solicitam em sistema online ao MEC que distribui o recurso às escolas de modo que cada exemplar é utilizado três anos, beneficiando a estudantes diferentes no processo de ensino.

Sabe-se que o livro didático é elaborado por série contemplando uma base curricular para cada série especificamente. Assim, o conteúdo devidamente contextualizado auxilia os professores e os estudantes a desenvolverem conhecimentos sobre os assuntos sendo possível entender o sentido e a importância destes para a sociedade. Acredita-se que esta correlação causa melhoria nas práticas educativas, estimula a capacidade investigativa dos alunos em aprender e interpretar o que está a sua volta e, por sua vez, a instigar o seu desenvolvimento profissional (MEC, 2013).

Considerando a importância do livro didático para a formação dos estudantes e pelos argumentos utilizados, escolheu-se para análise nesta pesquisa dez (10) livros didáticos de Física do Ensino Médio. Compôs essa amostra, publicações entre os anos de 1991 a 2010, dos quais três (03) são volume único e sete (07) destinados à segunda série da etapa final da Educação Básica.

Selecionou-se os volumes destinados ao segundo ano do Ensino Médio dado que o conteúdo objeto de análise compõe o currículo desta série. Vale salientar que os livros da amostra foram contemplados por diferentes editais do PNLDEM, portanto, pode-se dizer que em anos diferentes foram utilizados por alunos de escola pública do país.

Considerou-se a escolha da abordagem qualitativa de pesquisa como a mais adequada para esta pesquisa tendo em vista que ela preocupa-se com o enfoque compreensivo do objeto de estudo (GOMES, 2007). Este pode ser analisado de forma direta em sua relação com o contexto natural direto ou indireto de sua manifestação (GOMES, 2007; GIL, 2010). No caso desta pesquisa, o livro didático pode ser considerado como uma fonte direta, à medida que seus autores registram

materialmente sua concepção de ensino por meio da abordagem textual, de imagens e das atividades escolhidas.

Pode-se caracterizar o estudo, como descritivo e compreensivo (GIL, 2010). Descritivo porque teve a intenção de conhecer como cada livro analisado apresenta conteúdos de Física em sua abordagem histórica e compreensivo porque visou perceber a importância do tratamento do conteúdo analisado para o entendimento da ciência Física em seu aspecto processual e não como se fosse um produto pronto e acabado.

Para a coleta de dados elaborou-se um instrumento denominado ficha de investigação, para realizar a apreciação do livro didático. Elegeu-se oito (08) categorias de análise sobre a abordagem do conteúdo Máquinas Térmicas nesses recursos didáticos. O instrumento tem formato de tabela sendo que nas linhas verticais estão os números correspondentes aos livros didáticos observados enquanto as horizontais contemplam as categorias de análise nominalmente descritas. Estas, por sua vez, receberam um código representado pelas letras do alfabeto de a a h facilitando o registro nos títulos analisados e a abordagem no texto. De acordo com a presença ou ausência da categoria em análise, a tabela foi assinalada com os termos sim ou não.

Justifica-se, assim a escolha das categorias selecionadas:

Selecionou-se a *categoria (a) Abordagem contextualizada entre os conteúdos Revolução Industrial e as Máquinas Térmicas*, tendo em vista o reconhecimento de que é essencial a percepção das ligações entre acontecimentos sociais e o desenvolvimento científico entremeados a outras ciências afins. Ademais, propicia um papel significativo dentro das propostas pedagógicas de ensino com a integração do estudante na realidade histórico-social de nossa civilização (BATISTA, 2007).

A *categoria (b) As Máquinas Térmicas tratadas como invento técnico-científico* é importante para o desenvolvimento da Termodinâmica e permite localizar no período da Revolução Industrial às bases para a Física na era industrial lançadas por essa invenção. E ainda, que o papel desempenhado pela máquina a vapor ofereceria condições favoráveis e viáveis às inovações técnicas incorporadas à ciência que buscasse seus benefícios práticos e que assistisse a industrialização já presente e a mecanização do trabalho nas indústrias, como aperfeiçoamento dos primeiros modelos que não interessavam como novas formas de trabalhos (BRAICK e MOTA, 2005; BATISTA, 2007).

Desse modo, as noções básicas de estudo atribuídas a esse invento desenvolveu uma nova área de estudo dentro da física: a Termodinâmica, ciência que se fundamenta no princípio de conservação de energia atribuindo novos conceitos que explicariam o movimento realizado pela máquina (CASTIGNANI, 1999). Assim, notou-se a importância do assunto para a percepção da ciência como processo.

Dessa forma, a *categoria (c) O desenvolvimento da Termodinâmica e seus fundamentos sobre a teoria do calórico junto ao ciclo de Carnot* abordados são importantes para o conhecimento de que o calor e energia são propriedades físicas explicadas com os fundamentos da Termodinâmica. A teoria do calórico foi parte do desenvolvimento histórico da Termodinâmica, constituiu-se numa importante contribuição para o desenvolvimento das ideias de calor a partir da dualidade de sua natureza expressa por possibilidades contrárias de interação entre os corpos. Conduzido pelos fenômenos térmicos, o ciclo de Carnot estabelece teoricamente o trabalho realizado pela máquina térmica, geriu assim, uma sistematização do desenvolvimento dos fundamentos termodinâmicos ao observar que, o rendimento dessa máquina se dava pela passagem cíclica do calor atingindo-se o seu rendimento máximo e que, por sua vez operava-se pela transformação de energia térmica em energia mecânica (BALDOW e JUNIOR, 2010; CASTIGNANI, 1999).

Em análise sobre o que havia sido estudado sobre o funcionamento das máquinas ao receber calor, um renomado físico de nome Sadi Carnot estabelece uma das mais importantes sistematizações da Termodinâmica. Idealizou que o processo de conversão do calor em trabalho é demonstrado teoricamente pelo ciclo de rendimento máximo da máquina em uniformidade, mantendo o equilíbrio do sistema entre uma fonte quente e uma fonte fria (CASTIGNANI, 1999).

Assim, as categorias (d) A aeolipila estudada pelo matemático grego Heron de Alexandria é tratada como a primeira ideia de máquina a vapor; (e) Os princípios do funcionamento da máquina a vapor idealizada por Denis Papin são tratados e (f) a Máquina de Thomas Savery é mencionada como a primeira máquina de utilidade prática nas minas de carvão; estas se constituem nas primeiras Máquinas Térmicas construídas, embora não tenha tido interesse comercial. Estas foram escolhidas pela importância do conhecimento de informações relacionadas aos cientistas que antecederam as máquinas de utilidade industrial colocando o leitor diante de uma

atividade científica que apresentou-se como fragmentada ao longo da história (BALDOW e JUNIOR, 2010; BATISTA, 2007).

A categoria *g) A Máquina de Newcomen usada para drenar água acumulada nas minas de carvão e o seu funcionamento* foi investigada no livro didático porque este inventor foi o responsável pelo movimento da primeira máquina a vapor do mundo. Esta máquina foi criada com o objetivo de retirar a água que se acumulava nas minas de carvão, fonte principal de energia para o funcionamento das caldeiras das fábricas da época. Porém, pela baixa eficiência desse veículo e devido ao alto consumo de carvão não despertou o interesse industrial, porém foi fundamental para o modelo da máquina de James Watt (BALDOW e JUNIOR, 2010; CASTIGNANI, 1999).

A categoria *h) A Máquina de James Watt é citada como modelo aperfeiçoado e ampliado da máquina de Newcomen*. Watt é reconhecido como o inventor da máquina a vapor levando o mérito técnico-científico, desconsiderando-se assim, na maioria das vezes, as contribuições dos seus antecessores. É necessário enfatizar, por sua vez, para que Watt pudesse produzir uma máquina comercial a partir do modelo de Newcomen foi necessário estudar as características positivas e as falhas desse modelo, aperfeiçoando-a a partir da utilização de noções de potência e expansão do vapor fornecendo-lhes maior rendimento, com menor risco de explosão, possibilitando a partir desta a criação de novas máquinas (BALDOW e JUNIOR, 2010; BATISTA, 2007).

Procedeu-se a sequência de coletas de dados com intuito de operacionalizar a execução dos objetivos geral e específico, cujo foco foi a análise da abordagem dos conceitos termodinâmicos para o aperfeiçoamento das Máquinas Térmicas. Assim, teoricamente abordou-se do desenvolvimento deste trabalho, os conceitos de energia e calor, mais precisamente, da conversão de energia térmica em energia mecânica, utilizadas nessas máquinas.

Para a elaboração da ficha de investigação, adaptou-se as ideias centrais de Baldow e Junior (2010) e Batista (2007), baseando-se como seriam distribuídos os tópicos de uma ficha de análise dos livros didáticos. A estrutura categórica lista-se dos principais itens que norteiam a abordagem contextualizada do conteúdo Máquinas Térmicas.

Em leitura da bibliografia selecionada, observou-se que a ficha de análise dos livros didáticos é uma ferramenta indispensável aos professores, pois por meio dela



podem conseguir adequar sua metodologia de ensino e facilitar a aprendizagem dos alunos (BALDOW e JUNIOR, 2010; BATISTA, 2007). Neste, estudo, sua importância pode ser percebida pelo fato de possibilitar reflexões críticas e formativas de opiniões sobre a abordagem do conteúdo em análise.

Alinhados a essa estratégia de ensino, as categorias utilizadas nessa análise fundamentam-se em questões de aspecto cronológico que envolvem essa descoberta técnico-científica ao longo do século XVII e XVIII. Elas dizem respeito à menção dos personagens e suas contribuições para o conhecimento histórico em pauta.

Na análise das unidades referentes à Termodinâmica nos livros didáticos avaliados, com base nas categorias da pesquisa, os textos dos livros foram marcados com as letras códigos correspondentes. A análise foi registrada na ficha de investigação, sendo registrado na coluna adequada sim ou não conforme citadas ou omitidas nesses textos didáticos.

Sendo assim, a ficha de análise apresentada neste trabalho é um método avaliativo que conduziu ao entendimento de como a Física é abordada em livros didáticos do Ensino Médio.

Posterior a essa análise, discute-se a forma como os autores abordaram esse fato histórico nos dez (10) livros didáticos analisados, os quais estão listados abaixo. Na sequência, apresenta-se a ficha de investigação preenchida.

1. **Física** vol. único 1ªed. (ALVARENGA, 1997);
2. **Os Fundamentos da Física: Termologia, Óptica e Ondas** 7ª ed. (JÚNIOR. FERRARO. et al, 1999);
3. **Os Fundamentos da Física: Termologia, Óptica e Ondas** vol. único – 5ª ed. (JÚNIOR. FERRARO. et al, 1988);
4. **Curso de Física**, volume 2 (ALVARENGA, 2010);
5. **Universo da Física2: Hidrostática, Termologia, Óptica** 2ª ed. (SAMPAIO. CALÇADA , 2005);
6. **Conexões com a Física: Estudo do Calor, Óptica geométrica, Fenômenos Ondulatórios** vol. 2. 1ª ed. (SANT'ANNA. MARTINI. et al, 2010);
7. **Física: Ciência e Tecnologia** vol. 2. 2ª ed. (TORRES. SOARES, 2010);
8. **Física: uma proposta de ensino**, volume único (OLIVEIRA, 1997);
9. **Física Básica: 2º grau – 4ª ed.** – (FERRARO, 1991);



	tratados.										
f)	A Máquina de Thomas Savery é mencionada como a primeira máquina de utilidade prática nas minas de carvão	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
g)	A Máquina de Newcomen usada para drenar água acumulada nas minas de carvão e o seu funcionamento são mencionados.	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
h)	A Máquina de James Watt é citada como modelo aperfeiçoado e ampliado do uso da máquina.	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não

### 5.1 Os achados da Pesquisa

A partir da análise dos livros didáticos, considerando as categorias da pesquisa e de registrá-las no material, bem como do preenchimento da ficha de investigação obteve-se a compreensão sobre a abordagem do conteúdo Máquinas Térmicas.

Percebeu-se no material analisado a ausência de textos que abordassem a passagem cronológica da produção do conhecimento científico referente às teorias sobre esse fenômeno. Ainda sobre a menção de trabalhos que antecederam a construção da Máquina Térmica, os quais outros cientistas tenham usado como ponto de partida para estudos e aperfeiçoamento de suas ideias, estas categorias (e e f) não foram abordadas em todos os livros analisados.

Nos livros 01, 04 e 06 há semelhança na forma como os autores abordam a contextualização exposta pelos textos, considerando as categorias c, d e h. Os

exemplares abordam de forma significativa o contexto histórico sobre os conceitos termodinâmicos e a primeira ideia de máquina a vapor, a aeolípila, estudada por Heron de Alexandria. A categoria *h*, referente à máquina de James Watt, apresentou-se ainda no exemplar 07. Além destas, a máquina de Newcomen, categoria *g*, foi percebida apenas no exemplar 06, por meio de um recorte ilustrativo de imagem, porém sem nenhuma exploração ou abordagem direcionada.

Nos exemplares listados e seguidos do ano em que foram publicados: 02 (1999), 03 (1988), 07 (2010), 08 (1997), 09 (1991) e 10 (2005) notificou-se a falta do conjunto de informações sobre o desenvolvimento da construção das Máquinas Térmicas nas categorias *d*, *e*, *f*, *g* e *h*. Assim, informações históricas sobre o surgimento das Máquinas Térmicas que compõe a ficha de investigação foram ocultadas na descrição das atividades científicas realizadas pelos diversos inventores mencionados nesta pesquisa. E, nesse sentido, os volumes apresentaram-se sem fins didáticos em um ou mais contextos analisados, impossibilitando ao aluno fazer ligações das contribuições de cada autor envolvido na construção das Máquinas Térmicas, ocultando assim contribuições para a ciência trazida por eles.

Dentre estes, o livro 09 não contempla nenhuma das oito categorias analisadas e apresenta-se como a mais antiga da amostra. Acredita-se que este pode ser um dos motivos para a ausência apresentada, tendo em vista que com o passar dos anos, a publicação dos PCN para o ensino de Física (BRASIL, 2002) e das Orientações curriculares para o Ensino Médio, volume referente às ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (BRASIL, 2008) estão gradativamente se solidificando entre os professores e pesquisadores da área e sendo também exigidas pelo PNLDEM nos editais mais recentes.

Das coleções analisadas, poucos dos fatos são encontrados e citados nos textos. A informação contextualizada de forma histórica, relacionada à Revolução Industrial, categoria *a*, está presente apenas na abordagem de quatro exemplares da amostra analisada: 01 (1997), 04 (2010), 05 (2005) e 07 (2010) em que se priorizou o conhecimento histórico e científico necessário ao ensino-aprendizagem. Nos livros 02 (1999), 03 (1998), 06 (2010), 08 (1997), 09 (1991) e 10 (2010), identificou-se a ausência dessa categoria não oportunizando o aluno a compreender e fazer ligações com seu meio e com os impactos causados à sociedade ao longo dos séculos XVII e XVIII.

As Máquinas Térmicas apesar de terem sido um invento técnico-científico importante para o desenvolvimento da Termodinâmica não compõem tema de estudo em nossa experiência no ensino médio, o componente curricular Termodinâmica compõe disciplina eletiva da graduação em Licenciatura em Ciências Exatas cursada e mesmo tendo sido cursada os conteúdos não foram contemplados. Assim, foi necessário o estudo solitário da temática, dado que seu conteúdo foi pré-requisito para o entendimento de outra disciplina da licenciatura, bem como para analisá-lo como objeto de investigação desta pesquisa.

Nestas incursões, percebeu-se que é necessária a presença dessa informação conectada nos exemplares didáticos, pois por meio dela é viável o entendimento de que houve um avanço no setor industrial que até hoje está presente na sociedade contemporânea para o desenvolvimento da Física, e, apenas o livro 01 de Alvarenga e Máximo (1997) observou-se como o que mais se aproximou dessa categoria com relevância. Observa-se, desse modo que embora os documentos oficiais com estas orientações não tenham sido ainda publicados no período, os autores já contemplam o aspecto abordado. Isso pode significar que pesquisadores da área do ensino de Física já tinham esta preocupação e que a concepção destes pode ter influenciado esta abordagem nas orientações educacionais do MEC.

Para o funcionamento dos diversos modelos de máquina a vapor foi preciso dispor de conhecimentos específicos dos conceitos e fundamentos termodinâmicos, para que a teoria do calórico junto ao ciclo de Carnot mostrasse a equivalência quantitativa entre calor e energia. Conceitos esses que o aluno precisa ter como conhecimento do ciclo operado e realizado pelas máquinas ao converter energia térmica em energia mecânica. Estas informações foram vistas por meio de demonstrações com o uso de cálculos físicos ou por meio de imagens em todos os volumes analisado, exceto o exemplar 09 de Ferraro e Soares (1991) que não contemplou nenhum dos aspectos analisados.

A linearidade ou alternâncias categóricas encontradas nos dez (10) livros analisados foi evidenciada pelas poucas linhas trazidas sobre o conhecimento histórico de modo que se afasta do ensino contextualizado e interdisciplinar cada vez mais destacado como fundamental para o ensino desta disciplina (BRASIL, 2002, 2008; RICARDO, 2004; BALDOW e JUNIOR, 2010; BATISTA, 2007; NARDI, 2009). Embora os livros didáticos se submetam às reformas com intuito de

singularizar e facilitar a interpretação da linguagem textual abordada sobre determinados conteúdos, na maioria das vezes, acabam ocultando informações que deveriam estar presentes nesses livros, necessárias a aprendizagem do aluno para que compreendam o papel da Física contemporânea na sua vida.

Aponta-se tais lacunas nos livros didáticos de Física tendo em vista que o estudante da etapa final da Educação Básica precisa estar ciente de que as grandes descobertas e fatos históricos nascem de um conjunto de análises e produções humanas. Estas, por sua vez, são constituintes da atividade coletiva e revelam característica científica em torno do desenvolvimento histórico, pois a ciência está intimamente ligada a esse contexto histórico e o fato pode ser expresso por meio dos autores, ideias e contribuições que influenciaram para o aperfeiçoamento do desenvolvimento das teorias científicas e para a construção das Máquinas Térmicas.

Portanto, os livros didáticos que apresentam de forma incompleta os inventores que contribuíram para a criação da máquina a vapor com valor comercial e produtivo caracterizam-se como uma abordagem fragmentada, desprezando o princípio de evolução da ciência e de personalidades importantes para impulsionar o conhecimento científico e tecnológico. Além disso, as demais categorias são indispensáveis para empreendermos uma apreciação epistemológica considerando tanto o desenvolvimento das teorias científicas quanto o envolvimento dos cientistas para complementar um conteúdo histórico presente nos textos estudados.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o percurso desse trabalho, em vários momentos é visível à preocupação sobre o ensino da Física descrito em documentos oficiais, tais como nos PCN e Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2002, 2008) bem como em trabalhos escritos por pesquisadores que defendem a perspectiva histórica no ensino de ciências (RICARDO, 2004; BALDOW e JUNIOR, 2010; BATISTA, 2007; MARTINS, 2001, 2005). O ensino realizado desprovido de contextualização e interdisciplinaridade, não traduz epistemologicamente o desenvolvimento da ciência/Física relacionando-a a um episódio histórico, fator que vem caracterizando grande parte das ações metodológicas desempenhadas na sala de aula.

A partir destas premissas, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar livros didáticos de Física de Ensino Médio por meio da observação do período histórico e epistemológico do surgimento das Máquinas Térmicas com seus autores e respectivas contribuições. Nesse sentido, constatou-se que os textos discursivos nos livros didáticos para as aulas de Física sobre história das ciências têm, nos livros analisados, se distanciado da proposta pedagógica orientada teórica e legalmente para o Ensino de Física.

Essa constatação refere-se à amostra investigada levando em consideração à capacidade do material em envolver e situar os estudantes no episódio histórico do surgimento das Máquinas Térmicas a partir do desenvolvimento da Termodinâmica. Tendo-se esse estudo como referência, coloca-se em questão a adequação desses recursos didáticos e sua abordagem pedagógica fragmentada para viabilizarem o ensino-aprendizagem da Física e da ciência enquanto áreas em processo de desenvolvimento, transformações.

Cabe lembrar que apesar de os livros didáticos serem uma das principais fontes de estudo, o professor não pode limitar-se a eles, pois como fonte única para a pesquisa para mostrarem o desenvolvimento da ciência física, em especial, nesse fato histórico, alguns livros analisados ainda apresentam lacunas com textos superficialmente alusivos a essa descoberta. Carecendo também de abordagem sobre o desenvolvimento da história da ciência, quem a produz, suas contribuições e consequências sociocultural e científica para a sociedade.

Nesses aspectos objetivou-se de modo específico estudar a importância do conhecimento histórico para o ensino-aprendizagem no ensino de Física, a partir da contextualização e interdisciplinaridade das produções humanas dentro do contexto científico da época. Esta visão permite ao aluno interagir com seu meio e articular suas ideias se posicionando diante desses aspectos históricos, entretanto, nessa perspectiva histórica, constatou-se a fragmentação de informações presentes nos livros didáticos analisados.

Outra finalidade desta pesquisa foi fazer uma análise investigativa nos livros didáticos de Física identificando a menção ou omissão dos grandes autores e suas contribuições para o desenvolvimento das teorias científicas para a construção das Máquinas Térmicas a partir do desenvolvimento da Termodinâmica. Sobre esta intenção, identificou-se que apenas a metade dos livros didáticos analisados os textos apresentaram esse contexto, pois notou-se que os exemplares 02, 03, 07, 08 e 10 deveriam expor as teorias sobre o desenvolvimento dessas máquinas e todos os envolvidos em sua trajetória, foram omissos a esse aspecto, assim como faltaram com a premissada contextualização do contexto social e epistemológico ligados a Revolução Industrial.

Uma possibilidade de minimizar essa falha, tendo em vista a importância do processo epistemológico do desenvolvimento de um período histórico influenciado pela relação entre ciência e humanidade, entra o profissionalismo do professor que deve aprimorar-se, identificar e organizar os conhecimentos prévios dos alunos a fim de desenvolver opiniões formativas sobre a Física enquanto atividade humana.

Ainda sobre esta intencionalidade, constatou-se nos exemplares 01, 04 e 05 textos mais significativos e que positivamente condizem com as recomendações feitas pelos PCN's o que os tornam como sugestão de escolha para auxiliar o trabalho docente na realização das aulas de física, quando for o caso de comporem indicação no edital atual do PNLDEM, pois observou-se que livros ainda da década de 90 contemplando tal exigência enquanto outros mais recente não fizeram tal abordagem. Convém destacar ainda que os livros podem ser revistos, ampliados e novamente editados e assim passarem a atender as recomendações.

Recorre-se, nessa discussão, ao pensamento de Fusari (2008) ao enfatizar que o livro didático é um importante instrumento de comunicação da ação pedagógica e que suas limitações podem ser superadas, caso o docente tenha a capacidade necessária para transpor suas barreiras. Porém, alerta para o fato de



que, estando o professor mal preparado, o recurso pode passar à posição de “pseudo-docente”, caso seja ele quem indiretamente determine o que se faz em sala de aula. Estes pontos precisam ser contemplados nos cursos de formação de professores. Dessa forma, considerando-se que intencionou ainda a Investigar como os conceitos de desenvolvimento histórico das Máquinas Térmicas são tratados nos livros didáticos de física. Percebeu-se que o exemplar 01 foi o mais abrangente ao se observar as categorias adotadas para o preenchimento da ficha de investigação.

Compreender esses aspectos foi primordial para atingir a finalidade principal deste trabalho uma vez que se propõem a analisar livros didáticos de Física de Ensino Médio por meio da observação do período histórico e epistemológico do surgimento das Máquinas Térmicas com seus autores e respectivas contribuições. Estas observações permitem fomentar que em uma sociedade que sucessivamente gera novas funções sociais e novos campos de atuação, requer obrigatoriamente profissionais capacitados e que se adequem às perspectivas de atuação contínua difundindo uma prática de bom domínio científico que atenda às exigências da sociedade atual.

A partir das atividades produzidas em sala de aula auxiliadas pelo livro didático ou por outras fontes de apoio e de informações para o desenvolvimento do ensino, pode-se ainda estender-se a visão contemporânea de que os acontecimentos sociais estão intimamente ligados ao estudo da Física. Portanto, abordar como proposta de ensino, o estudo sobre História da Física, tem por finalidade diminuir as características do ensino tradicional na realidade de sala de aula.

Nessa perspectiva, ainda podemos citar como proposta o uso da ficha de investigação para o planejamento curricular sobre a escolha do material didático. Esta proposta pedagógica é um processo de investigação que proporciona tanto a avaliação da metodologia do professor quanto ao do material didático utilizado em suas aulas, podendo fazer dele um meio articulado de conteúdos que proporcionem aos alunos uma visão ampla do conteúdo relacionando-os ao seu cotidiano e assim, superando a linearidade desses conceitos.

O importante das considerações aqui feitas, portanto, é que relacionando o passado ao presente e se familiarizando com o contexto histórico, científico e social sobre o surgimento das Máquinas Térmicas no período da Revolução Industrial, nos dá como subsídios de informações não só os impactos socioculturais dessa época,

mas também a compreensão de que a construção do conhecimento surge pelas necessidades e mudanças dos diversos tipos de interações entre seres humanos, principalmente as relacionadas com a produção, a economia, as comunicações que contribuem para o avanço intelectual da ciência e da humanidade.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, Beatriz. MÁXIMO, Antônio. **Física** volume único. 1ª ed. São Paulo: Scipione, 1997.
- BALDOW, Rodrigo. JR, Francisco Nairon Monteiro. **ALEXANDRIA: Os Livros Didáticos de Física e Suas Omissões e Distorções na História do Desenvolvimento da Termodinâmica**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia v.3. Pernambuco: n.1, p. 3-7, maio 2010.
- BATISTA, Rosana Paulo. **História da Ciência: Investigação do tema em Livros Didáticos do Ensino Fundamental**. 2007, 135 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BESSA, Valéria da Hora. **Teorias da Aprendizagem**. Curitiba: IESDE, Brasil S.A., 2008.134-137 p.
- BRASIL, Lei nº 9.324, de 29 de dezembro de 1994, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira**, estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Legislação Federal.
- BRASIL. Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília, MEC.SEMTEC, 2002, 360 p: il.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias vol. 2**. Brasília: MEC/SEB, 2008, 135 p.
- CASTIGNANI, Aristides. **Sadi Carnot e o desenvolvimento inicial da termodinâmica clássica**. 1999, 172 p. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – PUC, SP.
- FERRARO, Nicolau Gilberto. SOARES, Paulo de Toledo. **Física Básica: 2º grau – 4ª ed.** – São Paulo: Atual, 1991
- FUSARI, José Cerchi. **O planejamento do trabalho pedagógico: algumas indagações e tentativas de respostas**. Disponível em: [http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_08\\_p044-053\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_08_p044-053_c.pdf). Acesso em 09/07/2008.
- GASPAR, Alberto. **Física**, volume único – 1ª ed. – São Paulo: Ática, 2005.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisas – 5ª** – São Paulo: Atlas, 2010. .
- GADOTTI, Moacir. **Pedagogia da Práxis**. São Paulo: Cortez, 1995.
- GARCIA, Nilson Marcos Dias, [et al.]. **A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias**. São Paulo: Editora da Sociedade Brasileira de Física, 2010, 352 p.

GOMES, R. Análise e interpretação de dados de pesquisa qualitativa. In.: DESLANDES, S. F; GOMES, R.; MINAYO, M. C. S.(org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 26 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007. P. 79-108.

JÚNIOR, Francisco Ramalho. FERRARO, Nicolau Gilberto. (et. all). **Os Fundamentos da Física: Termologia, Óptica e Ondas** vol. único – 5ª ed. – São Paulo: Moderna, 1988.

JÚNIOR, Francisco, Ramalho. FERRARO, Nicolau Gilberto. (et. all). **Os Fundamentos da Física: Termologia, Óptica e Ondas** – 7ª ed. rev. e ampl. – São Paulo: Moderna, 1999

LIBÂNIO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

MANTOUX, P. **A Revolução Industrial**. São Paulo: Editora Hucitec, 2ª Edição, 1927.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **História da Ciência: Objetos, Métodos e Problemas**. Professora do Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência – PUC/SP e Pesquisadora do Grupo de História e Teoria da Ciência – Unicamp, v. 11, nº 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, Roberto Andrade. **Como Não Escrever sobre História da Física– um Manifesto Historiográfico**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Campinas – SP, vol. 23, n.1, p. 113 a 128, 13 de Março de 2001.

MAXIMO, Antônio. ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**, volume 2. São Paulo: Scipione, 2010.

Ministério da Educação. **Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)**. 2013b. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=66&id=12391?option=com\\_contentview=article](http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=66&id=12391?option=com_contentview=article)>. Acesso em 12/07/2014.

MOTA, Becho Myriam. BRAICK, Patrícia Ramos. **História: das cavernas ao terceiro milênio**. São Paulo: Moderna, 2005.

NARDI, Roberto. **Ensino de Ciências e Matemática I: temas sobre formação de professores** vol.1. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

NARDI, Roberto. **Pesquisa em Ensino de Física**. – 2ª ed. – São Paulo: Escrituras Editora, 2001.

OLIVA, Alberto. **Filosofia da Ciência**, 3ª ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2010.

OLIVEIRA, Geraldo Fulgêncio de. **Física: uma proposta de ensino: volume único – 2º grau** – São Paulo: FTD, 1997.

RICARDO, Elio Carlos. **Física**. Brasília, 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/08Fisica.pdf>. Acesso em 08/05/2014.

SAMPAIO, José Luiz. CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da Física2: Hidrostática, Termologia, Óptica** – 2ª ed. – São Paulo: Atual, 2005.

SANT'ANNA, Blaidi. MARTINI, Glória. (et.all). **Conexões com a Física: Estudo do Calor, Óptica geométrica, Fenômenos Ondulatórios** vol. 2. – 1ª ed. – São Paulo: Moderna, 2010.

TORRES, Carlos Magno A. SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Física: Ciência e Tecnologia** vol. 2 – 2ª ed. – São Paulo: Moderna, 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Setor De Ciências Exatas Departamento De Física. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura Plena em Física1**. Curitiba, junho de 2010. Disponível em: [http://fisica.ufpr.br/grad/ppc\\_fisica.pdf](http://fisica.ufpr.br/grad/ppc_fisica.pdf). Acesso em 15/05/214.