

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO**

VANESSA LEANDRO DE OLIVEIRA ALVES

**A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE
FÍSICA: UMA PROPOSTA NO CONTEXTO DO PIBID**

Campos dos Goytacazes-RJ

2017

VANESSA LEANDRO DE OLIVEIRA ALVES

**A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE
FÍSICA: UMA PROPOSTA NO CONTEXTO DO PIBID**

Tese de doutorado apresentado ao Centro de ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em ciências Naturais.

Orientadora: Dr^a Marília Paixão Linhares

Campos dos Goytacazes-RJ

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

VANESSA LEANDRO DE OLIVEIRA ALVES

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA: UMA PROPOSTA NO CONTEXTO DO PIBID

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em ciências Naturais do Centro de ciências e Tecnologias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em ciências Naturais.

Orientadora: Prof^a Marília Paixão Linhares

Banca Examinadora:

Prof^a D. Sc. Valéria de Souza Marcelino - IFF

Prof^a D. Sc. Renata Lacerda Caldas - IFF

Prof^a D. Sc. Simonne Teixeira - UENF

Prof^a D. Sc. Marília Paixão Linhares - UENF

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a minha orientadora Marília Paixão Linhares, por todas as sugestões e orientações feitas ao longo da minha trajetória acadêmica. Aos meus colegas de doutorado: Laís, Edmundo, Leandro e Guilherme (*in memoriam*). Em especial a Cassiana Hygino pela amizade e por toda a ajuda, não tenho palavras para agradecer.

Aos professores: Valéria Marcelino, Simone Teixeira, Renata Caldas, Fernando Luna por todas as orientações.

À FAPERJ pela bolsa concedida para a realização do doutorado.

Aos meus pais que nunca mediram esforços e recursos para me educar e me criar no caminho correto;

À minhas filhas por ter tido paciência devido às várias horas que tive de dedicação ao trabalho e por entenderem as constantes ausências;

Ao meu marido, Nanderson, por me incentivar sempre e sonhar comigo os meus sonhos. Obrigada por ser tão companheiro!

“O único lugar em que o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário”

Albert Einstein.

RESUMO

A inserção da história da ciência (HC) no ensino de ciências e na formação dos professores é defendida por diferentes autores da Área de Pesquisa Educação em Ciências. São sugeridas abordagens que promovam situações práticas em sala de aula, proporcionando aos futuros docentes oportunidades de vivenciar implicações da didatização dos saberes referentes à HC. Com esta perspectiva, este trabalho teve como objetivo produzir uma proposta alternativa na formação inicial de professores para o estudo da HC com foco no seu ensino. Buscamos responder as seguintes questões de pesquisa: *Quais são os obstáculos e motivações na transposição didática de episódios da HC na formação de professores de física? Como superar ou contornar esses obstáculos?* Para responder a estas questões adotamos as orientações da teoria da transposição didática, que deu suporte à avaliação do processo de produção de atividades de ensino da HC. Encontramos na teoria da transposição didática uma base teórico para pensarmos a construção dos saberes escolares, na perspectiva da didática da ciência. Organizamos as sequências didáticas para o ensino da HC, no contexto do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência (PIBID), ao longo de dois semestres, em três etapas: estudo teórico da abordagem da HC para o ensino de ciências, estudo dos episódios históricos selecionados e planejamento/implementação das atividades preparadas pelo grupo de bolsistas do PIBID física, para apresentação em turmas do ensino médio. Para o desenvolvimento da proposta, a pesquisadora realizou reuniões semanais com os seis bolsistas, alunos do curso de licenciatura em física. Os dois episódios históricos selecionados buscaram atender ao programa escolar do ensino médio: a história da máquina a vapor e suas consequências na sociedade e a história da cosmologia. Adotamos como referencial metodológico a pesquisa qualitativa e como técnica de análise dos dados, a Análise Textual Discursiva. Como fonte de coleta dos dados utilizamos os áudios das reuniões do grupo com a pesquisadora, os vídeos das aulas dos licenciandos, o caderno de campo da pesquisadora e textos de reflexão produzidos pelos futuros docentes após as aulas realizadas. A análise dos dados permitiu identificar oito dificuldades e quinze motivações vivenciadas pelos licenciandos na transposição didática de episódios da HC. As estratégias diversificadas e as dinâmicas utilizadas em sala de aula mostraram-se adequadas para o enfrentamento de alguns dos obstáculos

reconhecidos pelos licenciandos na transposição didática dos episódios históricos selecionados. Entendemos que os resultados encontrados podem contribuir para futuras abordagens da HC no ensino, em outros contextos.

Palavras Chave: História da ciência. PIBID. Formação de Professores. Transposição Didática.

ABSTRACT

The insertion of the history of science (HC) in science education and teacher training is defended by different authors of the Research Area in Science Education. Suggestions are suggested that promote practical situations in the classroom, providing future teachers opportunities to experience implications of the knowledge denationalization related to HC. With this perspective, this work had as objective to produce an alternative proposal in the initial formation of teachers for the study of the HC with focus in its teaching. We seek to answer the following research questions: What are the obstacles and motivations in the didactic transposition of HC episodes in the training of physics teachers? How to overcome or circumvent these obstacles? In order to answer these questions, we adopted the guidelines of the didactic transposition theory, which supported the evaluation of the production process of HC teaching activities. We find in the theory of didactic transposition a theoretical basis for thinking about the construction of school knowledge, in the perspective of didactics of science. We organized the didactic sequences for the teaching of HC, in the context of the Institutional Program of Initiation to Teaching (PIBID), over two semesters, in three stages: theoretical study of the HC approach to science teaching, study of the episodes Selected historical and planning / implementation of the activities prepared by the group of PIBID Physics Fellows, for presentation in high school classes. For the development of the proposal, the researcher held weekly meetings with the six fellows, students of the Degree in Physics. The two selected historical episodes sought to attend the high school program: the history of the steam engine and its consequences in society and the history of cosmology. We adopted as methodological reference the qualitative research and as data analysis technique, Discursive Textual Analysis. As a source of data collection we used the audios of the group meetings with the researcher, the videos of the classes of the licenciandos, the field notebook of the researcher and texts of reflection produced by the future teachers after the classes carried out. The analysis of the data allowed to identify eight difficulties and fifteen motivations experienced by the licenciandos in the didactic transposition of HC episodes. The diversified strategies and the dynamics used in the classroom were adequate to face some of the obstacles recognized by the licenciandos in the didactic transposition of the selected historical episodes. We

understand that the results found may contribute to future HC approaches in teaching, in other contexts.

Keywords: History of science. PIBID. Teacher training. Didactic transposition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema proposto por Chevallard (1991, p 28).....	64
Figura 2 – Desenho estratégico do programa PIBID.....	88
Figura 3 - Impacto do PIBID nas licenciaturas.....	92
Figura 4 – Imagens do esquete intitulada A história da máquina a vapor e a sociedade local.....	141
Figura 5 – Imagem da Peça teatral intitulada A história da cosmologia: de Aristóteles as teorias atuais.....	142
Figura 6 – Esquema da Análise textual discursiva.....	148
Figura 7 – A primeira categoria, algumas unidades empíricas e as subcategorias	150
Figura 8 – A segunda categoria, algumas unidades empíricas e as subcategorias	151
Figura 9 – A terceira categoria, algumas unidades empíricas e as subcategorias_	152

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Propostas com a abordagem da HC na formação de professores..	41
Quadro 2 - Experiências com a abordagem da HC na formação de professores.....	45
Quadro 4 – Atividades planejadas para o primeiro semestre.....	124
Quadro 5 – Atividades planejadas para o primeiro semestre.....	125
Quadro 6 – Atividades planejadas para segundo semestre.....	126
Quadro 7 - Exemplo de estudo de caso histórico de Alves (2012) com elementos sugeridos por Stinner et al. (2003).....	130
Quadro 8 – Caso Doença de Granja.....	130
Quadro 9 - O plano de aula do licenciando R.....	131
Quadro 10 - O plano de aula do licenciando C.....	132
Quadro 11 - O plano de aula do licenciando F.....	132
Quadro 12 - Plano de aula do licenciando R.....	134
Quadro 13-Plano de aula do aluno C.....	134
Quadro 14 - O Plano de aula dos alunos E e T.....	135

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 A HC e suas implicações no ensino.....	18
1.2 A historiografia da ciência e o ensino.....	23
1.3 A história da historiografia da ciência.....	25
1.4 As narrativas encontradas no ambiente escolar.....	28
1.5 A HC e a formação de professores.....	30
1.6 Críticas a visão consensual de natureza da ciência.....	34
1.7 Revisão bibliográfica.....	38
1.7.1 A seleção dos artigos.....	38
1.7.2 Metodologia de análise dos artigos.....	39
1.7.3 Uma análise preliminar dos artigos.....	40
1.7.4 Os metatextos elaborados a partir das análises dos artigos.....	49
1.7.4.1 <i>Propostas com a abordagem da HC: o que dizem os autores.....</i>	<i>49</i>
1.7.4.1.1 <i>Pensar no “como fazer”, promover situações práticas na formação de professores.....</i>	<i>50</i>
1.7.4.1.2 <i>Relatos quanto a problemas relacionados ao ensino de física.....</i>	<i>51</i>
1.7.4.1.3 <i>A HC e o currículo.....</i>	<i>52</i>
1.7.4.1.4 <i>Os livros didáticos e as distorções históricas.....</i>	<i>52</i>
1.7.4.2 <i>Experiências com a abordagem da HC na formação de professores_</i>	<i>53</i>
1.7.4.2.1 <i>Problemas referentes ao ensino de ciências na formação de professores.....</i>	<i>54</i>
1.7.4.2.2 <i>A questão do tempo como limitador na abordagem da HC.....</i>	<i>55</i>
1.7.4.2.3 <i>A HC e a aprendizagem conceitual.....</i>	<i>55</i>
1.7.4.2.4 <i>O uso de questionários.....</i>	<i>56</i>
1.7.4.2.5 <i>O uso de experimentos.....</i>	<i>56</i>
1.7.4.2.6 <i>A HC nos currículos.....</i>	<i>57</i>
1.7.4.2.7 <i>A valorização de temas da HC relacionados ao Brasil.....</i>	<i>57</i>
1.7.4.2.8 <i>Situações práticas com a abordagem da HC na formação inicial</i>	<i>58</i>
1.8 Desenho da pesquisa.....	59
2 A TEORIA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	62
2.1 A transposição didática.....	62
2.2 Os saberes da transposição didática.....	63
2.2.1 O saber sábio.....	65
2.2.2 O saber a ensinar.....	66
2.2.3 O saber ensinado.....	70
2.3 A sobrevivência de um saber.....	72
2.4 Trabalhos que abordam a transposição didática aliada a HC.....	75

3 DESENHO DA PESQUISA, REFERENCIAL METODOLÓGICO E O PÚBLICO ALVO.....	80
3.1 A investigação qualitativa.....	80
3.2 Obtenções dos dados no contexto da análise qualitativa.....	81
3.3 O PIBID no contexto da formação de professores.....	83
3.3.1 Ações da CAPES para a formação de professores.....	83
3.3.2 O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID).....	86
3.3.3 O PIBID na UENF.....	90
3.3.4 Justificativa para a escolha do programa PIBID.....	91
3.3.5 O perfil dos alunos do PIBID selecionados para o projeto.....	93
4 PLANEJAMENTO DA PROPOSTA.....	94
4.1 A escolha do tema.....	94
4.1.1 Episódio 1: A história da máquina a vapor.....	95
4.1.1.1 <i>O uso da máquina a vapor em Barcos na região Norte Fluminense no final do século XIX.....</i>	<i>97</i>
4.1.1.2 <i>Os primeiros engenhos à vapor na região Norte Fluminense.....</i>	<i>98</i>
4.1.1.3 <i>O contexto em que ocorreram os fatos históricos da vinda da máquina a vapor para Campos dos Goytacazes.....</i>	<i>98</i>
4.1.1.4 <i>Os aspectos que podem ser explorados no primeiro episódio.....</i>	<i>99</i>
4.1.2 Episódio 2: Cosmologia: De Aristóteles as teorias atuais.....	101
4.1.2.1 <i>Teorias atuais sobre a Origem do Universo.....</i>	<i>111</i>
4.1.2.2 <i>Os aspectos da natureza da ciência que podem ser explorados no episódio.....</i>	<i>114</i>
4.2 A seleção dos materiais de leitura para o estudo dos episódios.....	115
4.2.1 Seleção de artigos que apresentem estratégias de como abordar a HC em sala de aula.....	117
4.2.2 Leituras dos documentos que orientam a Educação Brasileira.....	117
4.2.3 Leituras e discussão de artigos que discutem a importância da HC no ensino.....	118
4.2.4 O uso do método do estudo de caso.....	118
4.2.4.1 <i>Origens da estratégia de ensino do estudo de caso.....</i>	<i>119</i>
4.2.4.2 <i>Estudo de caso histórico.....</i>	<i>122</i>
4.3 A organização inicial para a primeira fase da proposta.....	123
4.4 A organização inicial para a segunda fase da proposta.....	124
5 O DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA.....	128
5.1 AS REUNIÕES COM A PESQUISADORA.....	128
5.2 AS AULAS REALIZADAS PELOS LICENCIANDOS.....	136
5.2.1 A primeira aula do licenciando F.....	137

5.2.2 A primeira aula do licenciando R.....	139
5.2.3 A primeira aula do licenciando C.....	140
5.2.4 A segunda aula do licenciando R.....	141
5.2.5 A segunda aula do licenciando C.....	142
5.2.6 A aula dos licenciandos E e T.....	144
6 ANÁLISE DOS DADOS.....	146
6.1 A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA.....	146
6.2 OS TRÊS METATEXTOS QUE EMERGIRAM DAS ANÁLISES.....	149
6.2.1 Dificuldades e motivações vivenciadas na transposição didática externa.....	153
6.2.1.1 <i>Primeiro risco: Adequar o conteúdo ao tempo didático disponível e evitar o excesso de Simplificação.....</i>	<i>153</i>
6.2.1.2 <i>Possibilidades: Planejar os objetivos da aula como forma de amenizar as dificuldades inerentes a transposição didática.....</i>	<i>156</i>
6.2.1.3 <i>Possibilidade: A aprendizagem conceitual por intermédio da HC.....</i>	<i>156</i>
6.2.1.4 <i>Segundo Risco : A noção de temporalidade dos episódios históricos.....</i>	<i>158</i>
6.2.1.5 <i>Terceiro Risco: A adequação da linguagem.....</i>	<i>159</i>
6.2.1.6 <i>Possibilidades: A realização da Vigilância Epistemológica.....</i>	<i>161</i>
6.2.1.7 <i>Possibilidades: O episódio histórico com um tema motivador.....</i>	<i>163</i>
6.2.1.8 <i>Possibilidade: O tema da aula como um saber que tem operacionalidade.....</i>	<i>166</i>
6.2.1.9 <i>Quarto Risco: Pouco texto devido à falta do hábito de leitura dos estudantes.....</i>	<i>166</i>
6.2.1.10 <i>Quinto Risco: O tempo de aprendizagem.....</i>	<i>167</i>
6.2.1.11 <i>Possibilidades: O uso do teatro como forma de estudar os episódios de forma aprofundada.....</i>	<i>168</i>
6.2.1.12 <i>Dificuldades relacionadas à atuação dos alunos como professores</i>	<i>171</i>
6.2.2 Dificuldades e possibilidades vivenciadas na transposição didática interna de episódios da HC.....	176
6.2.2.1 <i>Possibilidades: Alguns aspectos da natureza da ciência explorados nas aulas.....</i>	<i>177</i>
6.2.2.2 <i>Tratar de ciência e Religião. Um risco?.....</i>	<i>183</i>
6.2.2.3 <i>Possibilidade: Valorizar a HC para os alunos do ensino médio.....</i>	<i>185</i>
6.2.2.4 <i>Possibilidades: Tratar das divergências historiográficas.....</i>	<i>186</i>
6.2.2.5 <i>Possibilidades: O uso das estratégias didáticas.....</i>	<i>187</i>
6.2.2.6 <i>Dificuldades: Conhecimentos Prévios dos alunos.....</i>	<i>190</i>
6.2.3 Dificuldades e motivações vivenciadas no desenvolvimento da proposta segundo a visão dos licenciandos.....	191
6.2.3.1 <i>O PIBID como aliado na formação profissional dos alunos.....</i>	<i>192</i>
6.2.3.2 <i>Os métodos do estudo de caso como um bom recurso pedagógico.</i>	<i>193</i>
6.2.3.3 <i>A HC em sala de aula o que pensam os licenciandos.....</i>	<i>195</i>

6.2.3.4 A elaboração dos materiais e da aula.....	196
6.2.3.5 A influência do PIBID nas escolas.....	198
6.2.3.6 Aprendendo a ser professor.....	199
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	200
REFERÊNCIAS.....	206
ANEXO A – REPORTAGENS MONITOR CAMPISTA.....	224
APÊNDICE A – ESTUDO DE CASO DA PRIMEIRA AULA DOS LICENCIANDOS.....	226
APÊNDICE B – APOSTILA DA PRIMEIRA AULA DOS LICENCIANDOS.....	227
APÊNDICE C – ESTÓRIA EM QUADRINHOS ELABORADA PELO LICENCIANDO F	232
APÊNDICE D – ESTUDO DE CASO DOS LICENCIANDOS.....	235
APÊNDICE E - APOSTILA ELABORADA PARA A AULA SOBRE TEORIA DO BIG BANG E UNIVERSO ESTACIONÁRIO LICENCIANDOS E E T.....	238
APÊNDICE F - TEXTOS DE REFLEXÃO DOS ALUNOS.....	251

1 INTRODUÇÃO

Esta tese é resultado de muitas inquietações, que levaram a perguntas e problemas a serem enfrentados, estes resultaram em conhecimento, que são apresentados ao longo deste texto, com o intuito de compartilhar saberes e gerar outras tantas inquietações.

Neste momento introdutório pretendo contar sobre os caminhos que percorri desde minha formação inicial como professora de física até a escrita desta tese. A história da ciência (HC) sempre esteve em meus estudos, desde 2006 quando comecei os meus primeiros trabalhos ainda na iniciação científica quando fazia a licenciatura em física. Busquei suporte na HC para elaboração de uma atividade didática voltada para alunos do ensino médio. Tratava-se de uma linha do tempo que abordava a evolução dos conceitos de movimento; a partir desta linha do tempo discutíamos conceitos importantes da natureza da ciência com os alunos.

Ainda nesta época, tive a oportunidade de trabalhar na Universidade utilizando a HC com alunos do ensino médio, no programa Jovens Talentos, este programa consiste em uma pré-iniciação científica e é destinado a estudantes do ensino médio/técnico da rede pública estadual de educação, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). A partir desta experiência com os alunos pude observar de perto as necessidades deste público, trabalhei com textos sobre a HC, procurando promover uma reflexão sobre o modelo de mundo aristotélico e sua vinculação com as ideias defendidas no século XVII, do período Galileano. Com a ajuda de uma linha do tempo fatos importante dos períodos históricos foram apresentados vinculados às descobertas científicas. A partir desta vivencia com os alunos do ensino médio pude observar os benefícios da utilização da HC como recurso pedagógico. Neste momento comecei a identificar algumas dificuldades que professores poderiam enfrentar ao utilizarem a HC em aulas de ciências; versões distorcidas da HC presente nos materiais didáticos, ausência de materiais adequados para alunos do ensino médio, entre outras dificuldades.

Nesta época começaram a surgir as primeiras indagações sobre como deve ser utilizada a HC em aulas de ciências, a fim de evitar erros e simplificações excessivas. Depois de graduada, comecei a atuar como professora na rede particular de ensino, e ao trabalhar com este público procurava utilizar episódios da HC nas aulas que ministrava. A questão do tempo era um grande limitador para a utilização deste recurso pedagógico.

Ao iniciar o mestrado, tendo como base os trabalhos já realizados utilizando a HC no ensino, continuei minha caminhada acadêmica seguindo esta linha. Nesta época já tinha consciência da importância desta abordagem em aulas de ciências, mas pensava na prática do professor e nos diversos desafios que este profissional deveria enfrentar se quisesse inserir a HC na sua práxis pedagógica. Voltei o meu olhar para a formação de professores e busquei trabalhar com este público durante a pesquisa de mestrado. Elaborei e implementei uma proposta didática tendo como público alvo a formação de professores de física. Utilizei recortes da história regional de Campos dos Goytacazes do final do século XIX, sobre as consequências da máquina à vapor nesta localidade, mostrando o impacto desta tecnologia na economia, política e sociedade naquela época. Durante o desenvolvimento da proposta didática trabalhei aspectos referentes à natureza da ciência, destacando a interação da física com a organização social e com a cultura. Após a implementação da proposta, realizei uma entrevista com os alunos sobre a atividade e, nesta entrevista, identifiquei a opinião deles quanto à utilização da HC em aulas de ciências. Os licenciandos mostraram ter consciência da importância da utilização da HC no ensino, mas algumas questões foram colocadas como obstáculos na utilização deste recurso: a falta de tempo para trabalhar a HC no ensino médio, a falta de material disponível, o pouco conhecimento da utilização da HC durante formação inicial, entre outros pontos.

Em um levantamento com professores e alunos da graduação Martins (2007), constata estas e outras dificuldades relacionadas ao uso didático da HC, dentre as quais se destacam: a pouca disponibilidade de material didático de qualidade; uma demasiada preocupação das escolas em preparar seus alunos para as provas de vestibular, nas quais conteúdos históricos são ausentes; a dificuldade e resistência dos alunos do ensino médio em

perceberem a relevância da HC em seu aprendizado, reforçada pelo descarte deliberado desse corpo de conhecimentos nas provas de vestibular; a relutância dos docentes de física em admitirem que o fracasso de iniciativas do uso da HC em sala de aula também está relacionado com os próprios professores e não somente a questões externas; e a existência de disciplinas que trabalham HC nos cursos de formação de professores sem efetividade, considerando-se que os licenciandos raramente incorporam as ações desenvolvidas nesses cursos em suas práticas pedagógicas.

Segundo Forato (2014) esses problemas relacionados à inserção da HC no ensino podem estar mudando. Esses autores comentam sobre a presença de uma questão no vestibular da Fuvest (Fundação Universitária para o Vestibular) que teve um enfoque contextualizado na HC. Segundo eles a menção a nomes de personagens da história das ciências relacionados a leis e conceitos ou a experimentos históricos não é rara em diversos exames vestibulares, mas, em geral, esse enfoque se restringe a “cobrar” os conceitos científicos como aceitos atualmente, e, o conteúdo histórico, propriamente dito, tem um papel mais ilustrativo do que reflexivo e não interfere na resolução desse tipo de exercício.

A presença do enfoque histórico em um vestibular importante do país pode indicar que a concepção sobre a HC no ensino brasileiro está sendo mais aceita. Ao falar sobre o uso desta abordagem nos últimos anos no Brasil os autores comentam que temos percorrido um longo caminho há algumas décadas e, quando olhamos para os diferentes obstáculos avaliados em seus diferentes contextos, podemos dizer que avançamos. Neste trabalho Forato, Guerra e Braga (2014) destaca os avanços alcançados nos últimos anos, superando obstáculos em seus diferentes contextos. O trabalho de Forato (2014) destaca que diversos grupos de pesquisa em ensino de ciências no Brasil se estabeleceram e muitos programas de pós-graduação criaram a linha de pesquisa em história e ensino de ciências. Alguns exemplos são os grupos criados na Universidade Federal da Bahia (UFBA), na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), na Universidade Estadual de Pernambuco (UEPB), a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), na Universidade São Paulo (USP), na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), na Universidade Federal do

ABC (UFABC). Nesses programas, dissertações de mestrado e teses de doutorado são elaboradas com vistas à construção de subsídios para o desenvolvimento de práticas pedagógicas para a Educação Básica e para o ensino Universitário (FORATO, 2014).

Forato (2014) aponta que uns dos maiores problemas para a introdução de abordagens históricas na educação perpassam por aspectos relacionados ao tipo de historiografia presente em materiais didáticos e à formação do professor. Além disso, deve-se considerar também o tempo didático necessário à implementação destes saberes, a construção de narrativas adequadas para não especialistas, as distorções ocasionadas na imagem da ciência e sobre sua construção, e, por fim, o choque com a cultura escolar (FORATO, 2014, p.138).

São muitos autores que defendem essas mesmas considerações. Ocorre uma grande preocupação quanto qualidade dos materiais didáticos em relação a abordagem da HC e o investimento desta abordagem na formação de professores (FORATO, 2009; MARTINS, 2007; MOURA, 2008; SCHMIEDECKE, 2016, PAGLIARINI, 2007; BATISTETI; ARAUJO; CALUZI 2010; ANNA; BITTENCOUT; OLSSON, 2014; KRAPAS, 2010; VIRGINIA; RICARDO, 2011; MACHADO; MARMITT, 2016, MOREIRA et al. , 2011).

Ou seja, o professor que queira utilizar a HC como saber escolar terá que entender e adaptar os saberes históricos disponíveis para a sala de aula, ou seja, realizar a transposição didática¹ de conteúdos da HC para as aulas de ciências e com isso enfrentar obstáculos para transformar a HC em saber escolar no ensino (FORATO, 2012; MOURA, 2012; FORATO, 2009; HOTTECKE; SILVA, 2010).

Todas essas considerações me fazem refletir sobre como os desafios da utilização da HC, como recurso pedagógico, devem ser enfrentados e quais as possibilidades de superá-los ou contorná-los? Estas inquietações foram os passos iniciais para o desenvolvimento desta tese. Interessada em encontrar formas de viabilizar a utilização da HC enquanto recurso pedagógico para

¹ A transposição didática é entendida como um processo no qual um conteúdo do saber tendo sido designado como saber a ensinar sofre a partir daí um conjunto de transformações adaptativas que o levam a tomar um lugar entre os objetos de ensino. “O trabalho em tornar um objeto do saber a ensinar em um objeto ensinado é denominado de transposição didática”. (CHEVALLARD, 1991, p.39).

aulas de física enveredei pela pesquisa que deu origem a esse novo trabalho. Para tanto elegi como público alvo os licenciandos, guiada pelos diversos autores da literatura especializada² que defendem que é imprescindível investir na formação inicial e continuada dos professores de ciência, visando à inserção da HC no ensino. A partir de todas estas considerações apresento as questões que norteiam esta pesquisa:

Quais são os obstáculos e motivações no processo de transposição didática de episódios da HC no ensino de ciências no contexto da formação de professores? É possível superar esses obstáculos?

Buscando responder essas questões, apresento nesta tese uma proposta didática implementada na formação de professores. No primeiro capítulo apresento o referencial teórico deste trabalho, primeiramente abordo sobre HC e as orientações dos documentos oficiais, em seguida trato da historiografia da ciência, a HC e a formação de professores, revisão bibliográfica sobre a HC e as críticas a visão consensual de natureza da ciência e por último o desenho da pesquisa.

No capítulo dois apresento a teoria da transposição didática que é o segundo referencial teórico desta tese, abordo o que é a transposição didática, os diferentes saberes presentes nesta teoria, e as características para haver a sobrevivência de um saber no ensino. Em seguida discorro sobre trabalhos que aliam a HC e a transposição didática.

No capítulo três apresento o referencial metodológico desta tese: A investigação qualitativa e os instrumentos de coleta dos dados. E na sequência trato do contexto da pesquisa: apresento o PIBID no contexto da formação de professores; um breve resumo na história da criação do programa; o PIBID e seus objetivos e por fim, abordo o PIBID na UENF.

No capítulo quatro discorro sobre o planejamento da proposta, trato dos episódios históricos e a justificativa para as escolhas dos mesmos; apresento os trabalhos selecionados pela pesquisadora para serem adotados na proposta, e por fim apresento o cronograma das atividades.

² Veja por exemplo em FORATO, 2009; MOURA, 2008; IRWIN, 2000; PEDUZZI, 2001; VANNUCCHI, 1996; MOURA, 2012, GIL-PÉREZ et al. , 1991; LONGUINI e NARDI, 2000, CARVALHO E GIL-PÉREZ, 1998, GATTI, 2010, HOLTON 2003; MARTINS, A., 2007.

No quinto capítulo abordo o desenvolvimento do trabalho, apresento como ocorreu as reuniões com a pesquisadora e as aulas elaboradas e implementadas pelos alunos. No capítulo seis, trato das análises dos dados. Apresento a metodologia de análise adotada: A análise textual discursiva. E por último, apresento os três metatextos que emergiram das análises dos áudios, caderno de campo, textos de reflexão e vídeos das aulas realizadas pelos licenciandos. Por fim, apresento as considerações finais, discorro sobre os riscos e motivações encontradas ao longo da proposta.

1.1 A HC e suas implicações no ensino

Com o intuito de melhorar o ensino de ciências, tem sido defendida a construção do conhecimento científico com base no conhecimento da história³. Antes de tratamos das implicações da HC no ensino, trazemos algumas afirmações a respeito deste tema. De acordo com Martins (2005) existem discussões quanto ao uso do termo “História da Ciência (HC)” ou “História das Ciências”. Trata-se de discussões complexas sobre as quais não existe um consenso entre os autores da área⁴.

Segundo Martins (2002) a HC é um estudo metacientífico ou de segundo nível, uma vez que se refere a um estudo de primeiro nível que é a ciência. Segundo Martins (2005) há outros estudos metacientíficos que não são HC, como, por exemplo, a Psicologia da ciência, a Filosofia da ciência, e a Sociologia da ciência. Segundo ele:

A HC não deve permanecer somente na descrição, mas deve ir além, oferecendo explicações e discutindo cada contribuição dentro de seu contexto científico. Além disso, consideramos também que a história da ciência apresenta uma metodologia própria, que não é nem a metodologia da história e nem a metodologia da ciência, uma vez que é um tipo de estudo de natureza diferente dos dois anteriores (MARTINS, 2005, p.306)

De acordo com este autor o estudo da HC pode promover uma visão humanista da ciência mostrando seu vínculo com questões sociais, econômicas, políticas, filosóficas, éticas e culturais.

³ BATISTA, 2007; CARVALHO; GÍL PÉREZ, 1998; EL HANI, 2006; MATTHEWS, 1994; MCCOMAS, 1998; MOURA, 2012; PIETROCOLLA, 2003; SCHEMIEDECKE, 2016.

⁴ Nesta tese iremos adotar o termo história da ciência.

Destacamos as considerações de Matthews (1994) fundador da revista *Science & Education* que sintetiza os principais argumentos presentes na literatura sobre a utilização da HC no ensino:

Os cursos de física devem ser abordados numa perspectiva histórica, os estudantes deveriam completar seus cursos de ciência com uma apreciação desta como parte de uma tradição intelectual, social e cultural. Os cursos de ciência devem contemplar estes aspectos enfatizando as dimensões éticas, social, econômica e política da atividade científica (MATTHEWS, 1994, p.287).

Segundo este autor a HC é um recurso que permite discutir criticamente a concepção de verdade absoluta na ciência, estabelecida pelo método empírico. Este autor ainda comenta que:

- A HC é necessária para entender a natureza da ciência.
- A HC neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados frequentemente nos manuais de ensino de ciências e nas aulas.
- A HC humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos alunos.
- A HC favorece conexões a serem feitas dentro de tópicos e disciplinas científicas, assim como com outras disciplinas acadêmicas; a história expõe a natureza integrativa e interdependente das aquisições humanas (MATTHEWS, 1994, p.287).

Para Matthews, (1994, p. 9) “a aprendizagem das ciências deve ser acompanhada por uma aprendizagem sobre as ciências (ou sobre a natureza da ciência).” A compreensão da natureza da ciência permite desenvolver uma visão crítica do saber científico, mostrando que a ciência não é uma construção puramente racional, desenvolvida por um mágico “método científico” e sim uma construção humana sujeito a um contexto sócio-cultural de desenvolvimento.

Segundo Moura (2008) conhecer a evolução das idéias e os caminhos metodológicos da ciência possibilita conhecer os processos interdisciplinares da construção de diversas explicações sobre a ciência e sua natureza. Estudar sobre a HC permite entender aspectos da natureza da ciência. Segundo Moura:

A natureza da ciência compreende os conhecimentos sobre a ciência, tratando de seus limites, métodos, relações com a sociedade, aceitação ou rejeição de idéias científicas, erros cometidos pelos cientistas, entre outros tópicos (MOURA, 2008, p.33).

Entender a ciência como um saber que foi historicamente construído, implica na concepção de como ocorre a elaboração deste saber, ou seja, uma visão específica de aspectos epistemológicos do saber científico.

A abordagem da HC e da natureza da ciência em sala de aula é um caminho fértil para a discussão dos diversos aspectos do desenvolvimento da ciência, pois só por meio deste conhecimento os alunos podem entender como funciona a ciência, impedindo uma imagem distorcida do conhecimento científico que permeia em muitas ações no ensino, pois de acordo com Pietrocolla:

É imprescindível definir o conhecimento que se espera levar para os alunos, visto que a ciência escolar tem se apresentado como conceitos científicos inerentes a realidade, desconsiderando os complexos processos históricos envolvido na tarefa do cientista em buscar, interpretar e descrever o mundo natural (PIETROCOLLA, 2006, p. 3).

Martins (2006), por exemplo, argumenta que o estudo de alguns episódios históricos permite a compreensão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade, denotando que a primeira não é uma atividade isolada. O autor cita o exemplo da teoria de probabilidades desenvolvida no século XVII como decorrência da preocupação com jogos de dados e cartas e com as apostas em dinheiro. Martins (2006) também aborda a percepção que a HC dá sobre o caráter gradual e coletivo do processo de desenvolvimento do conhecimento científico. Segundo ele, isto permite:

Formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações, o que contribui para a formação de um espírito crítico e desmitificação do conhecimento científico, sem, no entanto negar seu valor" (MARTINS, 2006, p. xviii).

Zanetic (1989), ao discutir o papel da HC no ensino de física, lista alguns motivos que o levaram a defender a interface entre as duas áreas:

- A recuperação da física enquanto uma área do conhecimento que tem muito a contribuir na formação cultural geral de um cidadão contemporâneo;
- A história da física oferece situações exemplares de rica utilização do imaginário, tão vital tanto para o cientista quanto para o cidadão contemporâneo;
- Uma formação crítica necessária para a luta pela transformação social passa pela compreensão da construção do conhecimento e não apenas de seus sucessos;
- A história da física pode ser de grande valia também na seleção do conhecimento em física que deverá participar do currículo das escolas. (ZANETIC, 1989, p.126-7).

Benefícios sobre o uso da HC também são apresentados por Lederman (2007) que deu grande ênfase à necessidade de ensinar a natureza da ciência em pesquisas educacionais e reformas curriculares nacionais (Austrália, Canadá, África do Sul, Reino Unido e EUA). O autor discutiu sobre o que tem sido proposto sobre ciência e sua natureza nas últimas décadas. Dentre as tendências, ele destaca alguns pontos:

- Entender a ciência que se desenvolve em um contexto cultural, de relações humanas, dilemas profissionais e necessidades econômicas. Uma ciência parcial e falível, contestável, uma construção cultural.
- Possibilitar certo conhecimento metodológico como um antídoto à interpretação empírico-indutivista da ciência, permitindo refletir sobre as relações e diferenças entre observação e hipóteses, leis e explicações e, principalmente, resultados experimentais e explicação teórica.
- Ampliar o controle democrático da atividade científica, pois, em princípio, exercer a cidadania é decidir sobre o tipo de ciência a ser buscada. Preparar o aluno para compreender os termos que envolvem o debate científico e a ciência como parte de sua cultura envolvendo julgamentos de valor.

No Brasil a HC é recomendada também por documentos que orientam a educação brasileira. As Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino médio (DCNEM), ao tratarem, em seu artigo 13, do papel das unidades escolares na definição de suas propostas curriculares, determinam serem instâncias imprescindíveis nessa tarefa:

I- as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura como eixo integrador entre os conhecimentos de distintas naturezas, contextualizando-os em sua dimensão histórica e em relação ao contexto social contemporâneo; II- o trabalho como princípio educativo, para a compreensão do processo histórico de produção científica e tecnológica, desenvolvida e apropriada socialmente para a transformação das condições naturais da vida e a ampliação das capacidades, das potencialidades e dos sentidos humanos (BRASIL, 2012, p.4).

Nesse sentido, as Orientações Curriculares para o ensino médio (OCEM) destacam que:

Os conteúdos ensinados na escola constituem um novo saber, deslocado de sua origem. Um tratamento didático apropriado é a utilização da história e da filosofia da ciência para contextualizar problema, sua origem e as tentativas de solução que levaram à proposição de modelos teóricos, a fim de que o aluno tenha noção de que houve um caminho percorrido para se chegar a esse saber (BRASIL, 2006, p.50).

Reforçando essa necessidade, mas especificamente referindo-se ao ensino da física, a parte III dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino médio que explicita habilidades básicas e competências específicas a serem desenvolvidas pelos alunos acerca desse corpo de conhecimentos em nível médio, afirma ser:

Essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humana (BRASIL, 1998, p.22).

Elevando o nível de detalhamento desse documento, para permitir aos profissionais ligados ao ensino da física uma melhor compreensão dos parâmetros nele veiculados, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino médio (PCN+) enfatizam a importância de se oferecer aos alunos efetivas condições para que possam

Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época (BRASIL, 2002, p.14).

Em outro momento este documento ressalta os aspectos que tornam significativas as competências, por meio de situações que as exemplificam (BRASIL, 2002).

Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultado de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Compreender, por exemplo, a transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às transformações sociais que lhe são contemporâneas, identificando as resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa mudança (BRASIL, 2002, p.17).

Apesar de todo incentivo e respaldo legais, tomando-se como referência os aspectos metodológicos e práticos das ações associadas à aproximação HC e o ensino de ciência, o que na prática se observa são dificuldades na efetivação dos objetivos de seus propositores, motivo de preocupação e análise de alguns pesquisadores que trabalham na interface entre essas duas áreas do conhecimento (MARTINS, 2007; FORATO, 2009; SCHMIEDECKE; VALENTE, 2012).

Entre as dificuldades apontadas por esses autores, existe a crítica a necessidade de haver mais diálogo entre os historiadores da ciência e os educadores (FORATO, 2014). A seguir trataremos sobre esse assunto, iremos abordar sobre a historiografia da ciência, e como ela foi se modificando ao longo dos anos.

1.2 A historiografia da ciência e o ensino

Historiadores e educadores da ciência são oriundos de campos distintos. Logo, distintos também são as motivações e os interesses envolvidos na aproximação que os representantes de cada um desses grupos promovem entre HC e ensino de ciências. Forato (2014) comenta que tanto a educação em ciências, quanto a HC, já são, por si, campos do conhecimento que congregam saberes e fazeres de distintas áreas específicas, requerendo um

olhar amplo e ao mesmo tempo especializado, a interface entre ambas é ainda mais complexa e repleta de desafios que vem sendo descritos há várias décadas.

Segundo Forato (2014) reconhecendo os desafios dessa interface, Holton discutiu, em 2003, a disparidade entre as narrativas históricas produzidas pelos historiadores da ciência, daquelas presentes na educação científica. Enfatizou a importância de esforços que aproximassem as duas culturas. Além de sugerir essa união e a necessidade de produzir material adequado do ponto de vista historiográfico para o âmbito da educação, ele encoraja que pesquisadores experientes de cada área ofereçam contribuições na união das duas áreas (FORATO, 2014). Se por um lado o professor/pesquisador em educação ou ensino de ciência busca fontes na literatura em HC, é interessante e motivador para o historiador das ciências, conhecer e compreender a utilização de seu trabalho no ensino, em diferentes níveis de escolaridade. O diálogo entre essas áreas pode, inclusive, proporcionar ao historiador das ciências novas possibilidades de recorte de seu objeto de estudo (FORATO, 2014).

Essas considerações apontam para a importância e necessidade do permanente diálogo entre a área de ensino de ciências e a de história das ciências. Esse diálogo pode ser potencializado nos congressos e também nas publicações das respectivas áreas.

Segundo Martins (2004) de maneira geral a ciência foca suas atenções para a descrição e a explicação de uma determinada realidade seja por caráter natural ou humano. Segundo este autor, o cientista e todos aqueles que historicamente oferecem contribuições aquilo que nos dias atuais se convencionou a denominar ciência, seria responsável pelo estudo dos fenômenos relacionados a essa realidade, por meio de observações, experimentos e teorias. Segundo o autor a HC caberia a análise destes personagens “cientistas” de suas obras e também do respectivo contexto em que foram propostas. A HC precisa examinar o passado empreendendo um exercício de busca pela compreensão do desenvolvimento histórico da ciência. Ou seja, segundo Martins (2004) o historiador da ciência em sua lida, almeja compreender esse passado científico característico de sua obra historiográfica.

Mas o que é historiografia? Se buscarmos a definição nos dicionários a maioria das vezes encontramos a definição “a arte de escrever a história”. Segundo Martins (2004) a definição vai, além disso, a historiografia seria a produção dos historiadores, ou o produto de sua atividade:

Seria a composição de textos escritos, que reflete os acontecimentos históricos agregando-lhes um caráter discursivo novo. Procura desvendar aspectos da história, mas não é uma mera descrição da realidade histórica. (MARTINS, 2004, p.115)

O autor também comenta sobre a diferença entre história e historiografia, e em seu texto defende a definição proposta por Ubiratan D’Ombrosio, matemático e historiador da ciência um grande autor desta área. Segundo o autor a história é um conjunto de acontecimentos humanos, e a “historiografia é um conjunto de registros, interpretações e análises desses conhecimentos” (D’OMBROSIO, 2004, p.166).

Segundo Forato (2009) a reflexão sobre a atividade dos historiadores também é usualmente denominada de historiografia, mas por tratar-se de um terceiro nível pode ser chamada de meta-historiografia. Interessa-nos tratar aqui certas características de diferentes narrativas da HC e como isso pode interessar ao ensino de ciências. Nesta tese iremos adotar a historiografia ao tratar das narrativas da HC produzidas pelos historiadores.

Segundo Martins (2004) o modo de escrever sobre a HC passou por grandes transformações ao longo do século XX. Decorrente de um processo gradual de amadurecimento, “a HC deixou de ser uma atividade amadora e se tornou um trabalho especializado” (MARTINS, 2004, p.114). A seguir iremos trazer um breve resumo da história da historiografia da ciência.

1.3 A história da historiografia da ciência

No final do século XIX, o físico Willian Thomson (1824-1907) conhecido como Lord Kelvin, proferia palestras em diversas Universidades, era um divulgador de uma ciência triunfal e defensor de uma HC linear e cumulativa, nesta época a ciência era encarada como sendo uma das maiores maravilhas da produção humana.

Nesta época segundo Schmiedecke (2016) toma força uma HC feita principalmente por cientistas aposentados que, tendo já oferecido suas contribuições à ciência, dedicavam-se a relatar os grandes feitos da história de sua disciplina ou de sua área de pesquisa. Predominava-se uma concepção linear e acumulativa da HC, de acordo com a qual era enfatizado o papel do experimento e das considerações teóricas. Era uma história progressiva e triunfante, que se acreditava guiada pelas “verdades” gradativamente reveladas pela natureza e, como consequência, só poderia conduzir à ciência atual (MARTINS,2004, p.114).

Era como se a história das ideias científicas ocorresse “fora do tempo”, independente do contexto social, pois seria basicamente uma questão de se compreender o que a natureza teria a dizer sobre si (SCHMIEDECKE, 2016; FORATO, 2009, MARTINS, 2004).

Segundo Schmiedecke (2016) a HC começou a se institucionalizar como uma área de pesquisa independente, em especial, a partir dos esforços do matemático belga George Sarton (1884–1956), fundador do primeiro periódico especializado em HC, a revista *Isis*, em 1913, e autor de uma obra monumental nessa área. A partir de então, ao longo do século XX, observa-se a historiografia da ciência sofrendo uma série de transformações.

Segundo Schmiedecke (2016), começou a ocorrer um debate entre as correntes internalistas (que focalizava somente as ideias da própria ciência, as teorias propostas e debatidas no meio acadêmico, os experimentos desenvolvidos e seu entorno intelectual) e externalistas (que destacava a influência decisiva de fatores extra-científicos, como aspectos econômicos, políticos, culturais, religiosos, estéticos etc, na construção histórica da ciência) que resultou no reconhecimento da necessidade de também se considerar o contexto social para a compreensão de como é construído o conhecimento científico.

Dois dos principais ícones dessa tendência foram Boris Hessen (1893 – 1936), físico da então União Soviética, responsável pela divulgação em Terras distantes do Kremlin de uma releitura dos *Principia* de Newton sob um viés materialista (e, portanto, de natureza sócio-político-cultural) e Joseph Needham

(1900 – 1995), bioquímico e embriologista britânico, envolvido por várias décadas com o estudo da civilização chinesa, empenhado em entender e descrever, dentre outros assuntos, a ciência produzida por aquele povo, de origens muito anteriores à Grécia e seus domínios (AFONSO-GOLDFARB, 1994).

Ainda que Hessen e Needham trouxessem à tona a importância das discussões envolvendo o desenvolvimento histórico das ciências naturais, a concepção de progresso vigente permaneceu no período em evidência.

Segundo Schmiedecke (2016), a tensão oriunda do debate entre as correntes internalista e externalista talvez tenha sido o pontapé inicial para se repensar a maneira pela qual a historiografia até então produzida encontrava, ou não, ressonância com os novos acontecimentos e produtos de uma ciência cada vez mais influente e determinante na qualidade de vida das pessoas. Desse modo, a crença na ciência desenvolvendo-se em uma única direção, de forma contínua e acumulativa, precisou ser rompida de modo a abrir espaço para reflexões mais ricas e amplas, abarcando a atualmente aceita diversidade de formas de se fazer ciência nos diversos lugares e épocas (ALFONSO-GOLDFARB, 1994). Vale destacar que essa concepção não foi, de fato, uma consequência natural do debate internalismo e externalismo, pois apesar de ter colocado no lugar desse pensamento internalista a sociedade como dada pelo progresso científico, o externalismo manteve a ideia de progresso e continuidade (SCHMIEDECKE, 2016).

Assim sendo, a perspectiva continuísta da HC foi aos poucos sendo criticada por diversos autores, dentre os quais se destacam Gaston Bachelard (1884 - 1962), Alexandre Koyré (1892 – 1964), Ludwik Fleck (1896 - 1961) e Thomas Kuhn (1922 - 1996), que reconheciam no “desenvolvimento” de uma ciência a coexistência de momentos de descontinuidades e rupturas, nos quais ideias ou metodologias novas representavam profundas mudanças de rumo para essa ciência, e não apenas um acréscimo ao conhecimento já existente (ALFONSO-GOLDFARB, 1994).

Segundo Schmiedecke (2016) outra marcante característica dessa nova vertente historiográfica, é a valorização da importância das controvérsias

associadas ao contexto de proposição das teorias e descobertas científicas, evitando-se a supervalorização dos personagens iluminados que, de maneira extraordinária e isolada, teriam as proposto. Trata-se de valorizar as inúmeras personalidades que, em maior ou menor proporção, ofereceram contribuições importantes para a constituição de teorias, a execução de experimentos ou a descoberta de determinados fenômenos (PORTO, 2010).

Ao proceder assim, reforça-se o valor das trocas de ideias e informações entre os diversos grupos de pessoas envolvidas com o desenvolvimento das técnicas e práticas vigentes nas ciências, sem com isso diminuir a importância, para seu desenvolvimento, daqueles personagens mais notoriamente conhecidos e referenciados (Galileu, Newton, Maxwell, Einstein etc).

Segundo Porto (2010), ao abrir espaço para tais discussões, acaba-se por evidenciar o papel do contexto social no surgimento e no desenvolvimento das ideias trabalhadas na ciência, tornando-se claro que a proposição de respostas para demandas pessoais e sociais de uma determinada época que acabam por determinar os rumos das pesquisas científicas da HC. Ou seja, as facilidades encontradas pelos homens que trabalham em ciência são determinantes dos rumos e dos resultados obtidos pelos mesmos, deixando claro não haver uma forma (ou método) seguro, único de se fazer ciência.

Segundo Forato (2009), a influência de fatores sociais, a interferência de valores pessoais dos homens da ciência, e a contribuição dada por antigas tradições, por exemplo, pela alquimia e por certas filosofias místicas, além de debates entre filósofos da ciência foram modificando o modo de construir as narrativas históricas⁵.

1.4 As narrativas encontradas no ambiente escolar

Apresentamos esse breve resumo da história da historiografia da ciência que ocorreu ao longo de alguns anos para discutir problemas que encontramos

⁵ De acordo com Jahn (2001) “narrativas históricas” podem ser definidas como tudo aquilo que conta uma história, na forma que for ou, ainda, conta a alguém algo ocorrido, ficando evidente a importância daquele que a propõe e conduz: o narrador; este, segundo Norris et al. (2005), é o que conta a história e determina seus propósitos, a partir da seleção dos eventos e da ordem em que eles devem ser apresentados.

nos dias atuais. É comum ainda encontrarmos narrativas da HC condizentes com a metodologia historiográfica do início do século XX. Não apenas em materiais de divulgação científica, mas em livros didáticos, encontramos abordagens superadas sobre a HC. Segundo as pesquisas em ensino de ciências, o problema decorrente dessas versões distorcidas é o impacto que fatalmente tem na formação dos alunos (FORATO, 2009; MOURA, 2008; PEDUZZI, 2001; VANNUCCHI, 1997; MOURA, 2012).

São diversos trabalhos que identificam a abordagem da HC nos livros didáticos⁶. Esses autores mostram que nesses materiais ocorrem narrativas históricas distorcidas, presença de mitos científicos, além de diversos erros na maioria das coleções didáticas analisadas.

Segundo McComas (2013) as narrativas históricas apresentam um propósito estritamente educacional e raramente utilizam materiais originais, sendo desenvolvidas com o objetivo de um aprendizado direcionado para questões específicas sobre como a ciência funciona ou sobre conteúdos científicos. Muitas vezes utilizam-se diálogos de cientistas com a finalidade de dramatizar e despertar o interesse do aluno.

Segundo Allchin (2004) é importante o pesquisador/educador poder reconhecer a narrativas distorcidas e estar alerta para os seus principais indícios, por exemplo: relatos romantizados; personagens perfeitas; descobertas monumentais e individuais; insight tipo eureka; apenas experimentos cruciais; senso do inevitável, trajetória óbvia; retórica da verdade versus ignorância; ausência de qualquer erro; interpretação a problemática de evidências; simplificação generalizada das evidências; conclusões sem influências ideológicas. Em geral, tais descrições não fazem uma abordagem contextualizada e deixam de mencionar aspectos relevantes, como: ambiente cultural ou social; contingências humanas; idéias antecedentes; idéias alternativas; aceitação acrítica de novos conceitos. Esses sinais não são indicativos absolutos, mas alertas para o leitor confrontar interpretações históricas com fontes confiáveis (ALCHIN, 2004).

⁶ PAGLIARINI, 2007; BATISTETI, ARAUJO E CALUZI 2010; ANNA, BITTENCOUT E OLSSON, 2014; KRAPAS, 2011; VIRGINIA E RICARDO, 2011; MACHADO MARMITT, 2016, MOREIRA et al. , 2011.

Ou seja, o livro didático que atualmente é o carro chefe da divulgação e disseminação da ciência entre estudantes e professores não traz uma abordagem da HC de forma adequada, ou muitas vezes nem trata dela. Isso é afirmado por Höttecke e Silva (2010), no qual foi destacado quatro principais obstáculos que impedem a implementação bem sucedida da HC na educação formal:

- A postura tradicional da maioria dos professores de física;
- A falta de qualificação profissional para ensinar sobre a natureza da ciência;
- A falta de apoio do quadro institucional do ensino de ciências no que se refere ao currículo
- A falta de conteúdo de HC adequada nos livros didáticos.

Como podemos ver, além das narrativas históricas distorcidas encontradas na maioria dos livros didáticos, a falta de preparo dos professores para trabalhar com a HC é também apontado como um obstáculo por estes autores. Essa percepção sobre ciência é reforçada diariamente pela mídia. Professores e alunos imersos nesse contexto não fazem uma leitura crítica sobre a ciência, tendo uma visão de que esta é um dogma inquestionável. Mas como mudar este quadro? Como produzir uma postura crítica em alunos e professores e fazer com que a abordagem da HC seja mais utilizada em sala de aula? Talvez uma alternativa seja investir na formação de professores.

1.5 A HC e a formação de professores

Ao realizar entrevistas com professores do ensino médio Silva e Silveira (2011), identificaram que dentre os quinze professores entrevistados, treze não se sentem preparados para trabalhar a HC no ensino e que para tratar sobre esse assunto esses professores recorrem ao livro didático. Como já comentamos na apresentação desta tese, outro trabalho que mostra considerações semelhantes é o de Martins (2007). O autor apresentou os resultados de uma pesquisa empírica que buscou delinear as visões de grupos de licenciandos e professores já formados sobre a utilização de conteúdos históricos em suas aulas de física para o ensino médio. No levantamento

descrito destaca-se a falta de tempo e a quantidade insuficiente de materiais didáticos voltados ao tema. O autor da pesquisa aponta para o fato de que, embora os professores concordem que a HC é importante, eles a enxergam como algo exterior aos currículos, que precisa ser contemplado em um momento adicional das aulas. A HC é assim vista como um adendo ao ensino, não como parte integrante dele. Outra verificação da pesquisa denota que os professores tem receio de utilizar abordagens que julgam "inovadoras", uma vez que quebrariam o padrão já estabelecido, podendo ser considerados maus profissionais. Estas questões corroboram a percepção de que simplesmente incluir disciplinas com abordagem histórica não é suficiente para fomentar um novo entendimento da ciência e do ensino por parte dos professores. Estes apresentam uma visão demasiadamente fatalista, prevendo o insucesso da desta abordagem muitas vezes por desacreditar nos alunos e em si próprio. Sendo assim, se o intuito é trabalhar a HC na formação de professores, a fim de que estes possuam uma visão mais abrangente do tema, é imperativa uma mudança nas ações. Como aponta uma das conclusões da pesquisa, não "basta que tenhamos disciplinas de HC nas licenciaturas. É preciso refletir sobre o como fazer" (MARTINS, 2007, p.127).

As licenciaturas em sua maioria estão formando professores técnicos o que impossibilita uma discussão e uma reflexão sobre o papel da ciência enquanto construção humana. Ao tratar da formação de professores alguns autores (MOURA, 2012; FORATO, 2009; GATTI, 2010) comentam que a formação destes professores limita-se na maioria dos casos, à soma de cursos sobre conteúdos científicos e cursos sobre educação, completamente desvinculados.

Segundo Pernambuco (2009) atualmente as disciplinas de conteúdos específicos das licenciaturas de física, tratam à física como um conhecimento obsoleto, invulnerável e a parte de tudo que o rodeia. De acordo com este autor os professores aprendem os conteúdos de física de uma forma que nega todas as propostas que são feitas nas disciplinas pedagógicas e de interface. O professor assim formado se sente inseguro, em ousar ou ensinar de uma forma que não aprendeu em sua formação inicial. Essa dissociação entre a formação

de conteúdos científicos e aqueles de natureza pedagógica, revelam uma grande limitação na formação de professores.

O Plano Nacional de Educação (PNE) sugerido pelo Congresso nacional fala exatamente sobre isso, de acordo com este documento é preciso superar a histórica dicotomia entre teoria e prática e o divórcio entre a formação pedagógica e a formação no campo dos conhecimentos específicos que serão trabalhados na sala de aula (PNE, 2001). Este documento estabelece diretrizes para os cursos de formação de professores, dentre elas podemos citar: contato com a realidade escolar desde o início até o final do curso, integrando a teoria à prática pedagógica (PNE, 2001, p.99). Isso é enfatizado em outro trecho do documento:

A formação inicial dos profissionais da educação básica deve ser responsabilidade principalmente das instituições de ensino superior, nos termos do art. 62 da LDB, onde as funções de pesquisa, ensino e extensão e a relação entre teoria e prática podem garantir o patamar de qualidade social, política e pedagógica que se considera necessário. (PNE, 2001, p.99)

Concordamos com estas orientações, entendemos que é importante que o professor se sinta preparado e seguro para trabalhar com diferentes estratégias em suas aulas, e para que isso aconteça é importante investir na formação inicial deste profissional, relacionando principalmente teoria e prática nestes cursos de formação.

Ao falar sobre a abordagem da HC nos cursos de formação de professores, Moura (2012) afirma que, atualmente esta abordagem está ancorada somente em disciplinas específicas da área, com algumas exceções. De acordo com este autor estas disciplinas geralmente se restringem a uma apresentação cronológica de episódios históricos com ementas excessivamente amplas.

Entendemos que estas disciplinas não são suficientes para preparar e motivar os licenciandos para trabalharem com a HC em suas aulas, pois estas, em sua maioria não mostram propostas na prática com esta abordagem.

Acreditamos que um dos caminhos para que professores se sintam motivados e preparados para trabalhar com a abordagem histórica, é investir em situações reais em sala de aula durante os cursos de formação, pois assim

o professor terá que lidar com as dificuldades e as motivações do uso da HC no ensino.

Entendemos que é importante que na formação do licenciando tenha momentos específicos para pensar sobre como fazer a ponte entre os episódios históricos e a sala de aula, possibilitando assim identificar os obstáculos e aprender a lidar com eles em sua vida docente.

Em sua tese Forato (2009) ao implementar uma proposta que buscava discutir aspectos da natureza da ciência entre alunos de ensino médio constatou que uma das dificuldades foi a falta de formação da professora participante. Em muitas situações, a professora não soube contornar os imprevistos surgidos a partir das discussões entre os alunos, fazendo uso de concepções inadequadas sobre a ciência. A autora afirma que é preciso investir na formação de professores.

Monk e Osbourne (1997, p. 411) argumentam que a razão para a não utilização da HC em sala de aula é a falta de "confiança" por parte dos professores. Segundo os autores, os professores não acreditam que o conteúdo histórico adicionará algo aos seus conhecimentos e habilidades. Segundo esses autores é preciso investir em situações reais na formação de professores com a abordagem da HC. Segundo Moura (2012) a simples incorporação de disciplinas de conteúdos históricos não implica na automática utilização do futuro professor destes conteúdos em suas aulas ou na promoção de uma visão mais abrangente de ciência. Segundo ele a alguns problemas que devem ser considerados:

- É preciso pensar nos docentes que ministram as disciplinas de HC nos cursos de formação. Os docentes que ministram as disciplinas específicas sobre HC deveriam ser ao menos, entendedores dessa área como atividade profissional bem estabelecida (MOURA, 2008, p.85).
- A percepção dos licenciandos de que a HC é um acessório, um algo a mais a ser trabalhado. O estudo do caráter histórico do conhecimento científico é considerado, assim, como tarefa apenas das disciplinas de HC. Não se tem a visão de que todo conhecimento científico é naturalmente histórico e que isto pode ser trabalhado não somente nas disciplinas de HC (MOURA, 2008, p.86).

- Um último possível problema em relação à HC na formação de professores e nos bacharelados é a forma de abordar os conteúdos históricos. Provavelmente os resultados de uma discussão historiográfica com licenciandos serão inócuos se, em primeiro lugar, não há um objetivo definido para a discussão, pois "não basta uma quantidade significativa de história ou filosofia, é necessário que se dê algum norte a elas" (MOURA, 2008, p.88).

Essas considerações feitas por Moura (2008) resvalam novamente na necessidade de se pensar em situações práticas com a abordagem da HC na formação de professores.

1.6 Críticas a visão consensual de natureza da ciência

Antes de tratarmos do segundo capítulo desta tese, entendemos que é pertinente abordar as críticas que vem sendo feita nos últimos anos por alguns autores sobre a visão consensual de natureza da ciência. Segundo Bagdonas, Zanetic e Gurgel, (2012, 2014) a tentativa de esboçar tópicos consensuais sobre a natureza da ciência tem sido objeto de investigação de um grande número de artigos nos últimos anos.

Podemos citar Lederman e colaboradores (2007) que em sua ampla revisão na literatura sobre a natureza da ciência estabeleceram as características do conhecimento científico que se encontram num nível de generalidade apropriado ao ensino médio. Segundo eles, o conhecimento científico: 1) é provisório (sujeito a alteração); 2) tem base empírica (baseado em e / ou derivado de observações do mundo natural); 3) é subjetivo (envolve antecedentes pessoais, preconceitos e / ou é carregado de teoria); 4) envolve necessariamente inferência, imaginação e criatividade humana (refere-se a invenção de explicações); 5) é social e culturalmente imerso; 6) a distinção entre a observação e a inferência; 7) as funções e as relações entre as teorias e as leis científicas.

Segundo Bagdomas, Zanetic e Gurgel (2012) a visão consensual de natureza da ciência são de diferentes grupos de pesquisa que apresentam sínteses convergentes elaboradas a partir do estudo de documentos curriculares internacionais e a partir da revisão bibliográfica de

pesquisas em ensino de ciências (McCOMAS et al. , 1998, HARRES 1999, GIL PEREZ et al. , 2001, TEIXEIRA et al. , 2009, LEDERMAN, 2007). Bagdomas, Zanetic e Gurgel (2012) comentam que Alters (1997) analisou as concepções sobre a natureza da ciência de 176 membros da Philosophy of Science Association, dos EUA, e concluiu que há pelo menos onze visões diferentes. Essa enorme quantidade de visões diferentes leva muitos autores a questionarem a pertinência de se buscar uma visão única sobre a natureza da ciência.

Segundo Bagdomas, Zanetic e Gurgel (2012) a visão consensual de natureza da ciência parece afirmar que o conceito de natureza da ciência pressupõe: (a) que existe uma natureza da ciência para ser descoberta e ensinada aos estudantes; (b) que uma lista de tópicos pode descrever a natureza da ciência; e (c) que para uma disciplina ser considerada científica, cada um dos tópicos deve ser verdadeiro para essa disciplina. A maior parte dos educadores que refletiram sobre essa questão, consideram que essa visão não pode ser sustentada. Porém, pedagogicamente, esse “essencialismo” sobre a natureza da ciência pode ser apropriado. Essa é uma decisão que deve ser feita levando-se em conta o grau de desenvolvimento dos estudantes em questão (EFLIN et al. , 1999, p.108)

Assim, a natureza da ciência não teria uma definição exata, ou um conjunto de características necessárias e suficientes para que uma atividade seja considerada científica. Bagdomas, Zanetic e Gurgel (2012) comentam que tendo em vista essas controvérsias e a complexidade das questões levantadas é bastante arriscado estabelecer uma suposta “concepção adequada de ciência” como se fosse a única visão correta. Assim como se propõe que uma visão dogmática e fechada da ciência seja inadequada, o mesmo se aplica às teorias sobre a natureza da ciência. Esta cautela em relação à criação de listas sobre “a visão correta da natureza da ciência” está presente nos artigos feitos pelos pesquisadores da área de ensino que sintetizaram as concepções consensuais na comunidade de pesquisa em ensino de ciências (GIL PEREZ et al. , 2001).

Bagdomas, Zanetic e Gurgel (2012) salientam que apesar de pesquisadores como Gil-Pérez (2001) que escrevem sobre a natureza da ciência estar cientes da necessidade de cautela em relação à imposição de

uma visão “adequada” sobre a ciência, é preocupante que com a divulgação destes trabalhos essas frases cautelosas presentes nos artigos sejam esquecidas. Assim, encontraríamos professores utilizando a lista de aspectos “consensuais” sobre a natureza da ciência como um novo currículo a ser ensinado nas aulas de ciências (BAGDOMAS; ZANETIC; GURGEL, 2012).

Martins (2015) ao tratar das críticas a visão consensual de natureza da ciência comenta que está claro que um consenso em nível filosófico é inatingível. Segundo Martins (2015) a ciência é um empreendimento social complexo demais para que dela se possa ter uma caracterização única. Segundo o autor essa riqueza de pontos de vista permite realçar diferentes aspectos da prática científica que contribuem para plasmar a visão pessoal de cada indivíduo acerca da ciência (MARTINS, 2015, p.706)

Segundo Martins:

Consciente dessa falta de consenso em nível filosófico, a visão consensual também reconhece que todo conteúdo a ser ensinado deve passar necessariamente por um processo de transformação para se chegar a sala de aula, o que implica em simplificações, ajustes, omissões etc. (pode-se usar aqui a noção de “transposição didática” de Yves Chevallard (1985), ou a ideia de transformação do conhecimento por meio de uma sucessão de modelos (TABER, 2008)). O mesmo também ocorre com os conteúdos relativos à natureza da ciência. Nesse sentido, a crítica endereçada a visão consensual de natureza da ciência, de uma falta de consenso entre filósofos no que tange a uma caracterização da ciência (p. ex. em ALTERS, 1997), perde um pouco de sua força (MARTINS, 2015, p.706).

Ainda segundo Martins (2015 apud Allchin, 2011) o tipo de conhecimento declarativo presente nas listas de princípios de natureza da ciência são inerentemente incompletas e insuficientes para uma alfabetização científica funcional. Segundo Martins (2015) Allchin defende que se considere a alfabetização científica em contexto e que se explorem estudos de caso contextualmente ricos. O autor sugere uma reconfiguração da natureza da ciência para torná-la sensível a todas as dimensões que envolvem a confiabilidade da prática científica, o que ele denomina de “ciência completa”. Ou seja, a natureza da ciência, então, não pode ser adequada ou completamente expressa por uma lista de princípios explícitos.

Matthews (2012) segue na mesma direção e critica o que denomina de “Programa de Lederman”, defendendo que os elementos de natureza da

ciência sejam mais historicamente refinados. Propõe uma mudança de terminologia e de foco de pesquisa: de natureza da ciência para características da ciência. Alguns autores também trazem a ideia de substituir natureza da ciência por questões de ciência (Martins, 2015)

Martins (2015) também comenta que a visão consensual de natureza da ciência não deve ser descartada ou desprezada. Segundo o autor a sabedoria partilhada que ela representa ou o esforço de estabelecer conteúdos significativos para o ensino da temática natureza da ciência, faz com que acredite que os pesquisadores que trabalham nessa direção trouxeram contribuições fundamentais para o avanço do conhecimento na área de educação científica.

Martins (2015) comenta que os defensores da visão consensual de natureza da ciência argumentam que é melhor algum ensino sobre natureza da ciência, ainda que com limitações, do que “deixarmos de agir e permitirmos a continuidade da propagação de visões deturpadas e equivocadas da ciência” (MARTINS, 2015, p.717).

Concordamos com Bagdomas, Zanetic e Gurgel (2014) seria mais sensato assumir que existem várias concepções sobre a natureza da ciência e que nenhuma delas pode ser tida como prioritária. E que para não reduzir o ensino de ciências à mera memorização de slogans sobre a pretensa verdadeira natureza da ciência, é essencial que os aspectos da natureza da ciência sejam apresentados de forma mais rica a partir de episódios históricos.

Segundo Martins (2015), uma consideração mais adequada da temática natureza da ciência nos currículos de ciências deveria partir de uma perspectiva mais aberta, plural e heterogênea. Segundo o autor nenhuma lista será exaustiva e sempre trará problemas. Também não se trata de afirmar que alguns aspectos seriam consensuais e outros, não. Argumenta que “assim como os educadores em ciência realçam que a ciência é mais do que uma coleção de fatos, enfatizamos que a questão sobre a natureza da ciência é mais do que uma lista de princípios” (MARTINS, 2015, p.718).

Segundo o autor existem várias abordagens válidas. Salienta que antes de “princípios de natureza da ciência”, parece razoável pensar em alguma coisa como “temas de natureza da ciência” (MARTINS, 2015, p.718). A abordagem por tema e questões evitaria diversos problemas associados à

visão consensual de natureza da ciência e aos princípios de natureza da ciência, proporcionando uma abordagem diferente no tratamento de questões sobre natureza da ciência no currículo escolar de ciências (MARTINS, 2015).

1.7 Revisão bibliográfica

Para saber o que tem sido publicado sobre o uso didático da HC na formação de professores de física, realizamos uma revisão bibliográfica em alguns periódicos da área: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Ciência e Educação (C&E), A Física na Escola, Revista Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências (RBPEC), Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Revista de Educación en Ciencias (REC) e Alexandria. A Revista Internacional Educación en Ciencias também foi incluída por ser bem conceituada no Brasil, e por possuir trabalhos publicados do mundo todo. Buscamos por trabalhos publicados entre os anos de 2002 a 2017. O ano de 2002 foi escolhido como marco inicial para nossa pesquisa bibliográfica, pois neste ano foram publicadas as novas diretrizes para a formação de professores (BRASIL, 2002).

1.7.1 A seleção dos artigos

No primeiro momento realizamos uma pesquisa mais ampla, buscamos artigos que tratassem o uso didático da HC no ensino de física. Em seguida estes trabalhos foram submetidos aos seguintes critérios de exclusão:

- 1) Artigos de natureza teórica, do tipo reflexão sem aplicação ou proposta didática.
- 2) Artigos que possuem como público alvo o ensino médio e ensino Fundamental.

Nesta busca inicial foram encontrados 104 trabalhos, e dentre estes, após os critérios de exclusão, foram selecionados 25 para serem analisados mais detalhadamente. Tais trabalhos estão relacionados à formação inicial e continuada de professores, é importante destacar que alguns trabalhos possuem mais de um público alvo, por exemplo, alguns trabalhos possuem

como público alvo tanto o ensino médio como o ensino superior, esses trabalhos foram considerados e também serão analisados.

Os trabalhos que serão discutidos nessa revisão bibliográfica são trabalhos de pesquisa com propostas e experiências de intervenções didáticas orientadas pela HC na formação de professores de física, os quais foram analisados mais a fundo.

1.7.2 Metodologia de análise dos artigos

A metodologia utilizada para a análise dos artigos fundamentou-se na análise textual discursiva, que ocorre em três etapas: A unitarização, a categorização e por fim a captação do novo emergente (ou seja, elaboração dos metatextos).

A unitarização, primeira etapa da Análise Textual Discursiva, caracteriza-se por uma leitura cuidadosa e aprofundada dos dados em um movimento de separação das unidades significativas. Segundo Moraes e Galiazzi (2006), os dados são “recortados, pulverizados, desconstruídos, sempre a partir das capacidades interpretativas do pesquisador” (MORAES; GALIAZZI, p.132). Nesta fase, uma condição necessária é o estabelecimento de uma relação íntima e aprofundada do pesquisador com seus dados. Como ressalta Moraes (2003), essa fase se aproxima do caos em um processo de extrema desorganização.

A segunda etapa, a categorização, caracteriza-se por um “processo de comparação constante entre as unidades definidas no processo inicial de análise, levando ao agrupamento de elementos semelhantes” (MORAES, 2003, p.197). De acordo com algum critério, em razão dos objetivos do trabalho, constroem-se as categorias por meio dos elementos semelhantes, sendo que a todo o momento elas podem ser modificadas e reorganizadas num processo em espiral. Como afirmam Moraes e Galiazzi (2006) as categorias não saem prontas, e exigem um retorno cíclico aos mesmos elementos para sua gradativa qualificação. “O pesquisador precisa avaliar constantemente suas categorias em termos de sua validade e pertinência” (MORAES E GALIAZZI, 2006, p. 125)

A terceira e última fase da análise textual discursiva diz respeito à captação do novo emergente, ou seja, a construção dos metatextos pelo pesquisador tecendo considerações sobre as categorias que ele construiu. Segundo Moraes (2003), os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de compreensão e teorização dos fenômenos investigados. A qualidade dos textos resultantes das análises não depende apenas de sua validade e confiabilidade, mas é, também, consequência do pesquisador assumir-se como autor de seus argumentos (MORAES, 2003, P. 202). Nessa fase, o pesquisador se esforça em expressar suas intuições e novos entendimentos a partir da sua rigorosa e ostensiva análise dos dados.

Desta revisão surgiram duas categorias que emergiram das análises dos artigos, a primeira trata-se da categoria “Proposta com a abordagem da HC na formação de professores”, remete a artigos que somente apresentam proposta sem nenhuma intervenção em sala de aula. Já a segunda categoria intitulada “Experiências com a abordagem da HC na formação de professores”, trata-se de artigos que apresentam alguma intervenção em sala de aula e trazem resultados. A seguir apresentamos uma análise inicial dos artigos e em seguida os dois metatextos elaborados a partir das duas categorias.

1.7.3 Uma análise preliminar dos artigos

Inicialmente consideramos alguns critérios na análise dos artigos:

- 1) Assuntos da física envolvidos no trabalho;
- 2) Os objetivos do trabalho;
- 3) Como usa a HC na formação de professores;
- 4) Desenho da pesquisa;
- 5) Número de alunos /Tempo da intervenção didática/ Público Alvo.

A seguir discutimos mais a fundo os trabalhos analisados. Em relação à Propostas com a abordagem da HC na formação de professores identificamos doze artigos dentre os vinte e cinco selecionados. No quadro 1 a seguir apresenta tais artigos de forma mais detalhada.

Quadro 1 - Propostas com a abordagem da HC na formação de professores

Assunto	Revista e Trabalho	Os objetivos do trabalho	Como usa e estratégia de ensino	Nº de Alunos / tempo e Público Alvo
Eletricidade	RBEF Tort (2009)	Discutir dois problemas práticos inspirados na biografia de Olivera Heaviside, e propor uma intervenção com este assunto em sala de aula	Por meio de discussão de textos da história da eletricidade	_____ _____ ensino médio e Superior.
A idade da Terra	RBEF Tort e Nagoral (2013)	Propõe uma intervenção em sala de aula sobre a história da determinação da idade da Terra	Por meio de discussão de textos relacionados ao tema	_____ _____ ensino médio e Superior
Óptica Newtoniana	RBEF Silva e Moura (2008)	Discutir sobre o processo de aceitação e posterior crítica da óptica newtoniana no decorrer do século XVIII e propor que esta discussão ocorra na formação de professores	Discussão de textos	_____ _____ ensino Superior

Fonte: Próprio autor

Quadro 1 - Propostas com a abordagem da HC na formação de professores

Assunto	Revista e Trabalho	Os objetivos do trabalho	Como usa e estratégia de ensino	Nº de Alunos / tempo e Público Alvo
A história da Radioatividade	RBEF Cordeiro e Peduzzi (2011)	Apresentar um estudo histórico do desenvolvimento da radioatividade e possíveis contribuições deste estudo para a formação de professor	Discussão de textos	_____ _____ ensino Superior.
Tycho Brahe e Kepler	RBEF Praxedes e Peduzzi (2009)	Tem objetivo de subsidiar, epistemológica e metodologicamente, o professor interessado em utilizar os artigos propostos no trabalho em sala de aula	Por meio de discussões de dois artigos relacionados ao tema proposto	_____ _____ ensino Superior
Teoria de Fermi	C&E Batista (2004)	Mostrar como ocorre a construção de teorias e modelos. E apresentam uma proposta para sala de aula	Discussão de textos	_____ _____ ensino Superior
O problema do Demônio de Maxwell	C&E Cristiano e Hamburger (2004)	Discute o problema do Demônio de Maxwell e sugere que este episódio seja trabalhado nas disciplinas de HC	Leitura e discussão de textos	_____ _____ ensino médio e ensino Superior
Indução eletromagnética	C&E Dias e Martins (2004)	Discutir a história do trabalho experimental elaborado por Faraday. Além de propor que este episódio seja usado por professores em sala de aula	Pro meio de discussão de textos	_____ _____ Professores.

Fonte: Próprio autor

Quadro 1- Propostas com a abordagem da HC na formação de professores

Assunto	Revista e Trabalho	Os objetivos do trabalho	Como usa e estratégia de ensino	Nº de Alunos / tempo e Público Alvo
Eletricidade	REEC Guizazola et al. (2013)	Apresenta as dificuldades geradas durante a história do desenvolvimento do conceito de força eletromotriz. E por fim apresenta uma proposta sobre esse tema para o ensino	Discussão de textos	ensino médio e Superior.
Movimento	física na Escola Genoveze e Cunha (2016)	Apresenta um experimento Galileano e suas implicações no ensino. Sugere que possa ser usada no ensino para a aprendizagem de conceitos	Experimento	ensino médio e Superior
Cosmologia	CBEF Junior et al. (2015)	Apresenta as implicações presentes na obra Ponto de Impacto de Dan Brown e traz sugestões para que seja usado no ensino como forma de tratar da natureza da ciência	Discussão de texto	ensino médio e Superior
Cosmologia	RBPEC Schmiedecke e Porto (2015)	Propõe a abordagem crítica de duas séries produzidas pela televisão brasileira: Poeira das Estrelas e Mundos Invisíveis, no que tange ao uso de narrativas históricas para discutir aspectos da natureza da ciência.	Discussão de programa de televisão	ensino Superior

Fonte: Próprio autor

Não podemos deixar de destacar que dentre os artigos desta categoria seis estão relacionados à física clássica (TORT, 2009; SILVA E MOURA, 2008; PROXEDE E PEDUZZI, 2009; DIAS E MARTINS, 2004 E GUIZAZOLA et al. , 2013; GENOVEZE E CUNHA, 2016) e sete a física moderna (TORT E NAGORAL, 2013; CORDEIRO E PEDUZZI, 2011; BATISTA, 2004; CRISTIANO E HAMBURGER, 2004; CORDEIRO E PEDUZZI, 2010, JUNIOR, ANDRADE E MESQUITA, 2015; SCHMIEDECKE E PORTO, 2015), isso parece sinalizar que a velha tradição de se trabalhar somente conteúdos de física clássica no Brasil está mudando, pelo menos em relação a trabalhos voltados a formação de professores.

Salientamos que todos tratam dos aspectos relacionados a natureza da ciência e sete artigos (TORT, 2009; SILVA E MOURA, 2008; BATISTA, 2004; CRISTIANO E HAMBURGER, 2004; DIAS E MARTINS, 2004 E GUIZAZOLA, 2013, GENOVEZE E CUNHA, 2016) buscam por meio da história tratar sobre a aprendizagem de conceitos científicos.

Finalizando esta caracterização não podemos deixar de salientar que nenhum artigo apresenta a preocupação com princípios pedagógicos que poderiam ser usados para fundamentar as intervenções propostas com a abordagem da HC na formação de professores.

Em relação a segunda categoria que trata de Experiências realizadas na formação de professores foram selecionados catorze trabalhos. São trabalhos que trazem resultados de intervenções com a abordagem da HC na formação de professores. O quadro 2 apresentamos tais trabalhos de forma mais detalhada.

Quadro 2 - Experiências com a abordagem da HC na formação de professores

Assunto	Revista e Trabalho	Os objetivos do trabalho	Como usa e estratégia de ensino	Desenho da pesquisa	Nº de Alunos / tempo e público alvo
Eletricidade	IEC Raicik e Peduzzi (2015)	Discutir os desafios da transposição didática sobre a história da eletricidade	Vídeos, slides, artigos para discussão e experimentos	Discute a elaboração e implementação de um módulo de ensino sobre a história da eletricidade. Como instrumento de análise utiliza questionários	4 aulas ensino superior
Mecânica	RBEF Monteiro e Martins (2015)	Discutir os conceitos de inércia e aspectos da natureza da ciência	Slides	Apresenta uma proposta didática com o objetivo de tratar de aspectos da natureza da ciência e conceitos físicos. Como instrumento de análise utiliza questionário	8 aulas ensino superior
Mecânica	CBEF Raposo (2014)	Discutir aspectos da natureza da ciência	Experimentos e fontes primárias	Uma proposta que utilizou experimentos e discutiu sobre as invenções, vida e obra de Galileu Galilei. Após o estudo elaboraram um minicurso para alunos do ensino médio	7 meses ensino superior
Mecânica	RECT Oliveira et al. (2015)	Discutir aspectos da natureza da ciência	Discussão de textos	Após um minicursos os futuros professores planejaram e implementaram aulas no ensino médio com a abordagem estudada	2 dias ensino superior

Fonte: Próprio autor

Quadro 2 - Experiências com a abordagem da HC na formação de professores

Assunto	Revista e Trabalho	Os objetivos do trabalho	Como usa e estratégia de ensino	Desenho da pesquisa	Nº de alunos / tempo e público alvo
História e epistemologia da física	RBEF Moreira, Massoni e Osterman (2007)	Analisa a mudança de concepção da natureza da ciência licenciando da disciplina de história e epistemologia da física	Discussão de textos, elaboração de mapas conceituais e apresentação de seminários	Investigação quantitativa com uso de questionários.	23 alunos 1 semestre ensino superior.
Mecânica Clássica	C&E Teixeira et al. (2009)	Análise das mudanças nas concepções dos estudantes sobre natureza da ciência devido a uma disciplina sobre HC.	Discussão de textos históricos originais e de especialista.	Investigação qualitativa com uso da estatística descritiva. Usa questionário e entrevistas.	31 alunos 1 semestre ensino superior
Nanociência e Nanotecnologia	RBEF Lima e Almeida (2012)	Descrever como foi implementação de uma proposta multidisciplinar que utilizou a abordagem da HC e textos de divulgação científica	Leitura e discussão de textos	Investigação qualitativa, fez uso de questionários com questões abertas.	15 alunos 1 semestre ensino superior
Atração Gravitacional	IENCI Gatti, Nardi e Silva (2007)	Descrever sobre as concepções e experiências didáticas de futuros docentes no uso da HC em sala de aula.	Leitura e discussão de textos e debates com os alunos.	Investigação qualitativa, tipo estudo de caso, foram feitas entrevistas em um grupo focal A coleta de dados ocorreu por meio de depoimentos e caderno de campo.	11 alunos 1 ano ensino superior

Fonte: Próprio autor

Quadro 2 - Experiências com a abordagem da HC na formação de professores

Assunto	Revista e Trabalho	Os objetivos do trabalho	Como usa e estratégia de ensino	Desenho da pesquisa	Nº de alunos / tempo público e alvo
Mecânica clássica. (força e movimento)	RBPEC Harres (2002)	Avaliar a evolução de conhecimento dos estudantes sobre força e movimento, a partir de um estudo sobre o episódio histórico da dinâmica	Discussão de textos históricos e atividades em grupo	Trabalho qualitativo com estatística descritiva e uso de questionários.	53 alunos ensino superior
Cosmologia	RBEF Arthury e Peduzzi (2013)	Avaliar os resultados obtidos com a aplicação de um texto sobre cosmologia moderna, baseado em considerações históricas e epistemológicas	Vídeos, leituras e discussão de textos	Realiza uma investigação qualitativa, faz uso de questionário com questões abertas e entrevistas.	6 alunos ensino superior
Questão nuclear	C&E Sorpreso e Almeida (2010)	Avaliar através da técnica de análise do discurso de dois licenciandos que elaboraram um episódio de ensino com abordagem histórica com o tema questão nuclear	Leituras, discussão de textos e apresentação de seminários	Realiza uma investigação qualitativa, faz uso de questionários, gravação em vídeo.	2 semestres ensino superior
Atração Gravitacional	CeE Gatti et al. (2004)	Avaliar a mudança de concepção dos estudantes quanto a aspectos da natureza da ciência a partir do estudo de um episódio sobre a história dos modelos de atração entre corpos.	Leitura e discussão de textos e debate com os alunos.	Trabalho qualitativo. A coleta dos dados ocorreu através de entrevistas e notas de campo.	11 alunos 1 ano ensino superior
Pressão atmosférica	CBEF Longhini e Nardi (2009)	Avaliar uma proposta sobre pressão atmosférica com abordagem histórica.	Leituras, discussão de textos e experimentos	Investigação qualitativa. Para coleta de dados foram utilizados questionários, com questões abertas.	15 licenciandos ensino superior e médio

Fonte: Próprio autor

Dentre os trabalhos que tratam de experiências com a abordagem da HC nove trabalhos estão relacionados à física clássica e dois são trabalhos possuem assuntos relacionados a própria história e epistemologia da física. Dentre os treze trabalhos somente três destes são relacionados à física moderna, ao contrário do que ocorreu com os trabalhos que apresentam propostas com a abordagem da HC na formação de professores. O que mostra que ainda são poucas experiências que trazem resultados no ensino, relacionados à física moderna tendo como público alvo a formação de professores.

Observamos que nenhum dos trabalhos se preocupou em abordar algum princípio pedagógico a fim de auxiliar as intervenções de ensino empregadas.

Em relação aos desenhos das pesquisas, houve uma predominância de trabalhos qualitativos (todos os artigos) e segundo Teixeira, Grecca e Junior (2012) esta é uma metodologia extremamente usada no ensino de ciências. De forma coerente com o tipo de metodologia privilegiada, os instrumentos de coleta mais usados foram o questionário, a observação e as entrevistas.

Também não podemos deixar de salientar que dentre os treze trabalhos desta categoria, sete (HARRES 2002; LONGHINI 2009; GATTI et al. , 2004 E GATTI ET AL, 2007; MARTIS, 2015; JUNIOR ET AL, 2016, RAICICK e PEDUZZI, 2015) buscavam o auxílio da HC para facilitar a aprendizagem de conceitos científicos. E que todos os trabalhos utilizaram a HC para abordar aspectos relacionados à natureza da ciência.

Por fim, destacamos que cinco artigos dedicaram-se a trabalhar a HC em situações reais na formação de professores (GATTI et al. , 2004; GATTI et al. , 2007; JUNIOR et al. , 2016; OLIVEIRA et al. , 2015; RAPOSO, 2015), buscando uma reflexão sobre a prática destes futuros docentes. De acordo com Teixeira et al. (2009), esse cenário pouco favorável também ocorre nas publicações internacionais. Teixeira, Grecca e Junior (2012), comentam que existem uma escassez de trabalhos empíricos sendo publicados sobre a HC no ensino e que a comunidade de pesquisadores da área deve investir na realização de intervenções visando implementar o uso da HC no ensino de ciências (em particular de física), tornando-as objetos de investigação, para que se possa ter uma melhor compreensão da sua eficácia em situações reais de sala de aula na formação de professores principalmente.

1.7.4 Os metatextos elaborados a partir das análises dos artigos

Como já comentamos, as categorias de análise dos artigos desta revisão emergiram das análises dos dados, a primeira trata-se da categoria “Proposta com a abordagem da HC”, remete a artigos que somente apresentam proposta sem nenhuma intervenção em sala de aula. Já a segunda categoria intitulada “Experiências com a abordagem da HC”, trata-se de artigos que apresentam alguma intervenção em sala de aula e trazem resultados. Destas categorias emergiram dois metatextos “Propostas com a abordagem da HC: o que dizem os autores” e “Experiências com a abordagem da HC na formação de professores”.

Segundo Matthews (1994) a HC é uma forma de tratar de aspectos da natureza da ciência, ela pode promover visões humanistas da ciência, mostrar o caráter coletivo em seu desenvolvimento, além de tantas outras implicações. A HC permite verificar como as teorias atualmente aceitas evoluíram em consequência de uma atividade desenvolvida em determinados contextos sócio-histórico.

Harres (2002) comenta que muitos investigadores concordam que a HC pode ajudar os professores a antecipar concepções perfilhadas pelos alunos ou a obter uma percepção das dificuldades conceituais que, em alguns casos, assumem o caráter de verdadeiros obstáculos epistemológicos e metodológicos sentidos pelos alunos na construção do conhecimento científico e assim preverem estratégias para a sua superação;

1.7.4.1 Propostas com a abordagem da HC: o que dizem os autores

Todos os autores analisados nesta revisão bibliográfica trataram do uso da HC para abordar aspectos da natureza da ciência. Saliemos Mattos e Hamburger (2004), que abordam a importância de se integrar a HC ao ensino de ciências, comentam que esta abordagem que vem sendo defendida, há alguns anos, por diversos autores, tais abordagens têm sido feitas no sentido de ampliar a compreensão do que é o processo científico e facilitar o processo de ensino aprendido de ciências tornando mais claros conceitos científicos ou mesmo a própria natureza da ciência. Os autores comentam:

Por exemplo, o uso da HC tem sido defendido na formação de estudantes e professores de ciências para promoção de mudanças conceituais e para compreensão dos aspectos “intrínseco”, “cultural” e “instrumental” da

ciência. O aspecto intrínseco se refere à própria atividade humana de reflexão sobre a natureza e os limites da linguagem para expressá-la, se confundindo mesmo com a própria atividade científica (MATTOS E HAMBURGER, 2004, p.478).

Dias e Martins (2004) também comentam que:

Entende-se que o ensino de ciências, desde o ensino fundamental, deve situar o aluno em uma realidade científica mais ampla na tentativa de desmitificar a visão que se tem do cientista. Não se trata apenas de se preocupar com novas metodologias, como formas de facilitar a aprendizagem dos conceitos físicos, mas levar ao aluno o conhecimento do processo de fazer ciência, bem como a compreensão dessa ciência como uma ferramenta útil para um diálogo com o mundo e com sua possível transformação (DIAS E MARTINS, 2004, p. 517).

Os autores destacam que não se trata apenas de se preocupar com novas metodologias, como formas de facilitar a aprendizagem dos conceitos físicos, mas levar ao aluno o conhecimento do processo de fazer ciência, bem como a compreensão dessa ciência como uma ferramenta útil para um diálogo com o mundo e com sua possível transformação.

Já Praxede e Peduzzi (2009) comentam que entre os pesquisadores favoráveis a utilização da história da ciência no ensino, é relativamente consensual a compreensão de que o seu uso pode auxiliar na apreensão dos conceitos científicos; proporcionar uma visão mais adequada da ciência e do trabalho científico; contribuir para a formação de um cidadão crítico, e caracterizar a ciência como parte integrante da herança cultural das sociedades contemporâneas.

Destacamos Schmiedecke e Porto (2015) que comentam sobre uma das principais razões apontadas para a inserção da HC no ensino é a possibilidade de discussão daquilo que os educadores em ciência convencionaram chamar de natureza da ciência.

De acordo com Lederman et al. (2002), a natureza da ciência se refere à epistemologia e à sociologia da ciência, à ciência como uma forma de conhecimento, ou aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento (LEDERMAN et al., 2002).

1.7.4.1.1 Pensar no “como fazer”, promover situações práticas na formação de professores

Dias e Martins (2004) comentam que

Acreditando na validade do emprego da HC no ensino, o maior problema que se impõe é: como fazê-lo? Os trabalhos desenvolvidos nesse sentido, apontam possibilidades de discussão, na sala de aula, de influências de fatores sociais, políticos, religiosos. (DIAS E MARTINS, 2004, p. 517)

Segundo os autores os trabalhos desenvolvidos nesse sentido, indicam também a importância de ilustrar aspectos da Filosofia e da metodologia da ciência, como a impossibilidade de provar teorias, a mutabilidade e provisoriedade do conhecimento científico e outras questões que favoreçam a construção de uma visão orgânica e sintética sobre a ciência.

Schmiedecke e Porto (2015) comentam que deve haver um número maior de trabalhos que pensem em situações práticas na formação de professores.

1.7.4.1.2 Relatos quanto a problemas relacionados ao ensino de física

Da análise dos artigos identificamos que alguns autores discutem sobre os problemas relacionados ao ensino de física. Batista (2004) comenta que em relação à física, “temos características especiais quanto às dificuldades de compreensão e fixação de conceitos que muitas vezes exigem, nesses processos, grande abstração, interpretação e reflexão para serem aprendidos pelos aluno” (BATISTA, 2004, p.462). Segundo o autor os alunos no ensino superior, por exemplo, reproduzem fielmente a Lei da Inércia e demonstram impaciência quando aprofundamos uma explicação apresentando várias maneiras de esclarecê-la. O autor Batista (2004), comenta sobre, a redução da física à pura técnica, em certos casos; à técnica experimental e, em outros, à técnica matemática para a dedução lógica de consequências dos axiomas da teoria, evitando questionamentos conceituais no seu ensino e gerando uma formação limitada, estreita e acrítica. Alertam que a investigação e o ensino da física não devem ignorar simetricamente os avanços e os contrastes históricos que deram origem às idéias científicas atuais.

Outros autores também abordam problemas no ensino de física como Silva e Moura (2008) que comentam sobre pesquisas que ocorreram nos últimos anos com estudantes, licenciandos e professores de nível médios tem mostrado que, em geral, eles apresentam interpretações simplistas sobre a natureza da ciência, com uma forte visão indutivista, desconsiderando o papel da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico e exibindo uma falta de compreensão das

diferenças entre fato e evidência, observação e experimentação, entre outras lacunas.

1.7.4.1.3 A HC e o currículo

Em um dos trabalhos identificamos a preocupação em tratar sobre a abordagem da HC e sua relação com os currículos que orientam a educação Brasileira. Dias e Martins (2004) comentam:

Que os últimos parâmetros curriculares nacionais evidenciaram o que diversas pesquisas relacionadas ao ensino de ciências apontam: a fecundidade do uso da HC para que o ensino de física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação (DIAS E MARTINS, 2004, p. 517).

Destacamos que as orientações nos currículos brasileiros sobre a importância da HC no ensino. Enfatizamos as orientações de Brasil (1999): “reconhecer a física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico” (PCNs, 1999.p.237).

1.7.4.1.4 Os livros didáticos e as distorções históricas

Em relação aos livros didáticos Dias e Martins (2004) alertam que

Embora existam bons exemplos do uso da história em livros texto, isso ainda não se constitui a regra e sim exceção. Na grande maioria das vezes em que elementos da história de uma determinada ciência são levados à sala de aula incluídos nos livros didáticos do ensino médio (alguns livros não fazem referência à HC que abordam), isso se dá por meio da apresentação do “surgimento” (normalmente descontextualizado) de uma grande teoria que “derruba” a teoria anteriormente vigente; de alguns aspectos da biografia de cientistas, descritos de forma caricatural, ou somente com fotos dos mesmo (DIAS E MARTINS, 2004, p. 518).

Ao longo deste capítulo tratamos por diversas vezes da questão das distorções históricas presentes nos livros didáticos. Concordamos com Praxedes e Peduzzi (2009) que comentam que apesar do grande potencial educativo da história da ciência, os próprios defensores de seu uso reconhecem que ha uma serie de obstáculos que se interpõem a sua efetiva utilização no ensino, dentre elas destaca a escassez de materiais didáticos de qualidade (textos sobre HC) que possam ser utilizados no ensino. Segundo os autores:

Uma inserção bem fundamentada de tópicos da história da ciência é capaz de revelar ao estudante personagens muito mais ricos complexos do que os heróis da ciência, que frequentemente aparecem nos livros didáticos (PRAXEDE E PEDUZZI, 2009,P.5).

Concordamos com os autores, entendemos que a abordagem da HC em sala de aula deve ser bem fundamentada e deve evitar visões distorcidas como essas citadas pelos autores que ainda ocorrem em muitos livros didáticos.

1.7.4.2 Experiências com a abordagem da HC na formação de professores

Ao tratar das implicações da HC e sua natureza destacamos os trabalhos de Teixeira, Freire e Junior (2009) que citam Matthews (1994) comentam que esse autor trata da necessidade de melhorar a compreensão dos estudantes sobre a natureza da ciência, defendendo a incorporação histórica das ciências na educação científica como um meio apropriado para atingir este objetivo. Segundo Teixeira Freire e Junior (2009), Matthews destaca, em artigo posterior, que quando assumimos como objetivo aprimorar as concepções de ciência de estudantes (bem como de professores) devemos ter em vista objetivos modestos. Ou seja, não devemos perder de vista que a proposta é fornecer aos estudantes e professores instrumentos que lhes permitam compreender como o conhecimento é construído, suas possibilidades e limitações, suas relações com questões colocadas em domínios relacionados da atividade humana, como a produção e uso da tecnologia. Obviamente, não se pode esperar que os estudantes, ou futuros professores das ciências, se tornem competentes especialistas em história, sociologia e filosofia da ciência. As metas do ensino sobre a natureza da ciência são necessariamente mais modestas (MATTHEWS, 1998).

Sorpreso e Almeida (2010) comentam que a HC na formação de professores “pode auxiliar o desenvolvimento da cidadania, possibilitando a tomada de decisões mais críticas sobre temas científicos e tecnológicos” (SORPRESO E ALMEIDA, 2010, P. 43). Segundo os autores a HC passa a ser não apenas um instrumento motivador, mas também uma forma de auxiliar os alunos a compreenderem o processo de produção da ciência e, também, a se desenvolverem enquanto cidadãos. Monteiro e Martins (2015) comentam:

Em defesa dessa abordagem argumentam que a HC pode promover a contribuição para o ensino/aprendizagem dos conceitos científicos, contrapondo-se a uma visão excessivamente matematizada e descontextualizada das ciências; papel motivador; possibilidade de

conhecimento das concepções alternativas, já que certas concepções científicas do passado têm paralelos com concepções manifestas por alunos na atualidade; possibilidade de discutir questões pertinentes ao desenvolvimento científico; contribuição para o entendimento da relação, ciência, tecnologia e sociedade; compreensão da ciência como uma atividade cultural (MONTEIRO E MARTINS, 2015, p.1).

Outros autores também tratam dos benefícios da HC, Raicik e Peduzzi (2015) argumentam que, “por meio dessa abordagem, o aluno pode se tornar mais crítico, sobretudo, acerca de aspectos epistemológicos da ciência” (RAIČIK E PEDUZZI, 2015, P.138). Nesta perspectiva, a HC pode contribuir para, por exemplo, a compreensão do contexto sócio cultural e científico de cada época, a desmistificação do método científico, a assimilação da interferência dos aspectos humanos e subjetivos no desenvolvimento científico, a clareza da noção de uma ciência mutável e instável.

Esses autores argumentam que na área da física, disciplinas com enfoque histórico e filosófico estão presentes em várias universidades brasileiras. Entretanto, alguns aspectos relacionados à natureza da ciência, como o seu processo dinâmico, complexo e pluralmente metodológico, por vezes, são negligenciados.

Consequentemente, a formação inicial de professores fica ainda mais comprometida. Segundo os autores os professores, mesmo aqueles que tiveram uma formação adequada, parecem não estar preparados para operacionalizar e refletir sobre a natureza da ciência em sala de aula. Sem a devida contextualização, tal como a histórica, a ética, a social, a educação científica fomenta concepções problemáticas sobre a ciência.

1.7.4.2.1 Problemas referentes ao ensino de ciências na formação de professores

Teixeira, Freire e El-Hani (2009), comentam sobre as concepções inadequadas frequentemente encontradas entre os estudantes e licenciandos:

Ausência de compreensão sobre a natureza do conhecimento científico; compromisso com uma visão epistemológica absolutista, que é de acordo com os autores a qual uma forma de conhecimento pode ser entendida como definitiva e absolutamente verdadeira; uma visão empírico-indutivista da ciência, segundo a qual o conhecimento científico é obtido por generalização indutiva a partir de dados de observação destituídos de qualquer influência teórica, o que asseguraria a natureza verdadeira das proposições científicas; crença na existência de um método único, que seria capaz de assegurar a verdade absoluta das afirmações científicas sobre o

mundo; ausência de reconhecimento do papel da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico etc. Uma das causas subjacentes a estes achados reside, na carência de materiais instrucionais apropriados para a promoção de concepções históricas e de natureza da ciência mais adequadas entre os estudantes (TEIXEIRA, FREIRE E EL-HANI, 2015, p.531)

Essa questão da falta de material de qualidade é uma questão recorrente nos trabalhos que tratam da HC.

Já Gatti et al. (2007) tratam de outros problemas referente ao ensino, revelam que um dos problemas sobre a formação de professores reside no fato de que o ensino tradicional “constitui-se em um sistema paradigmático de concepções, crenças, comportamentos e atitudes, geralmente extraídos da experiência anterior dos licenciandos” (Gatti, 2007, p.559). Salientam também que ao ingressarem nos cursos de formação, os futuros docentes possuem a concepção do senso comum de que ensinar é uma atividade simples e trivial, que requer apenas um bom conhecimento do conteúdo a ser ensinado. Segundo os autores tais concepções representam sérias dificuldades a serem consideradas nos cursos de formação.

1.7.4.2.2 A questão do tempo como limitador na abordagem da HC.

Observamos em um trabalho que a questão do tempo apareceu como empecilho na abordagem da HC na formação de professores. Raicick e Peduzzi (2015) concluem que ao tratarem da HC na licenciatura no que diz respeito a aplicação de uma sequência didática, o tempo foi um dos maiores empecilhos, tanto no que se refere as discussões históricas dos textos, quanto, as discussões específicas sobre os conteúdos de natureza da ciência. Outra dificuldade foi a falta de habito de leitura dos alunos, o que levava a erros de interpretação dos textos.

1.7.4.2.3 A HC e a aprendizagem conceitual.

Alguns autores trataram da aprendizagem conceitual por meio da HC (HARRES 2002; LONGHINI 2009; GATTI et al. , 2004 E GATTI ET AL, 2007; MARTIS, 2015; JUNIOR ET AL, 2016, RAICICK E PEDUZZI, 2015). Raicick e Peduzzi (2015) argumentam em seu trabalho estarem a favor da utilização didática da HC e a possibilidade de aprendizagem de conceitos científicos a partir de uma abordagem histórica. Consideram que, no particular contexto da pesquisa relatada, a

HC parece haver contribuído para a compreensão do conceito de inércia por parte desses sujeitos.

Em outro trabalho Raposo (2014) comenta:

A partir do estudo da vida e obra de Galileu, dos nuances, dilemas e contradições de sua obra e a apreciação de trechos de textos originais foi possível fortalecer a compreensão sobre os conceitos estudados e possibilitou discussões importantes e interessantes sobre a natureza da ciência (RAPOSO, 2014, p. 733).

Segundo Harres (2002), muitos investigadores concordam que a HC pode ajudar os professores a antecipar concepções perfilhadas pelos alunos ou a obter uma percepção das dificuldades conceituais que, em alguns casos, assumem o caráter de verdadeiros obstáculos epistemológicos e metodológicos sentidos pelos alunos na construção do conhecimento científico e assim preverem estratégias para a sua superação;

1.7.4.2.4 O uso de questionários

Na revisão realizada observamos que alguns autores (LONGHINI E NARDI , 2009, SORPRESO E ALMEIDA, 2010, ARTHURY E PEDUZZI, 2013, HARRES, 2002 , LIMA E ALMEIDA, 2012, TEIXEIRA et al. , 2009, MOREIRA, MASSONI E OSTERMAN, 2007, RAICIK E PEDUZZI, 2015, MONTEIRO E MARTINS, 2015) usaram questionários como forma de avaliação de aspectos da natureza da ciência. Segundo Gatti:

A análise do questionário pode evidenciar distorções nas concepções dos participantes, revelando, por exemplo, a crença em uma imagem da ciência centrada no conteúdo, desvinculada do aspecto social de sua construção, desenvolvendo-se de forma cumulativa, muitas vezes graças a descobertas casuais (GATTI et al. , 2007, p.3)

Longhini e Nardi (2009) comentam que o uso de questionário é uma boa opção para avaliar as concepções da natureza da ciência.

1.7.4.2.5 O uso de experimentos

O uso de experimentos também foi recorrente nos artigos, Raicisk e Peduzzi (2015) concluem em seu trabalho que a partir do experimento sobre a eletricidade os alunos aprenderam e lembraram conceitos, mencionam que o experimento, no domínio de suas diversas funções, pode gerar e nortear novos conhecimentos.

Comentam que em alguns períodos históricos principalmente quando não há um corpo teórico ainda estruturado a dinâmica entre hipótese e experimentação toma proporções tais, que não é possível atribuir ao experimento a única função de servir à teoria. Nesses momentos, os experimentos podem ser considerados exploratórios. Estes são conduzidos pelo desejo de compreender a natureza, pela busca de regularidades elementares, pela procura de novas descobertas. Não se enquadram, portanto, em um roteiro prescritivo.

Raposo (2014), concluiu em seu trabalho que a partir do uso de experimentos históricos, ocorreu a compreensão de que a ciência faz parte da cultura humana e, tal como as artes e a política, e que a ciência é uma construção humana, cheia de erros e acertos, de altos e baixos.

1.7.4.2.6 A HC nos currículos

No metatexto anterior discutimos sobre a questão dos currículos, e nesta categoria também apareceu essa questão. Teixeira Greca e Junior (2009), comentam que a inclusão da história das ciências nos currículos escolares tem sido um dos pontos de maior consenso na literatura a respeito da educação científica. Entretanto, este consenso não tem sido acompanhado por uma quantidade significativa de relatos de pesquisas empíricas sobre a inclusão das dimensões históricas e filosóficas no ensino de ciências. Isso mostra uma discrepância entre o que se propõe (em termos de ênfases curriculares) e o que se pratica (em termos de currículos postos em ação pelos educadores), particularmente no ensino de física, o que parece refletir segundo os autores uma dificuldade de traduzir propostas baseadas no uso da história e filosofia das ciências em práticas na sala de aula (TEIXEIRA, GRECA E JUNIOR, 2009)

Oliveira e Drumond (2015) comentam que apesar da significativa apresentação nas legislações educacionais (PCN, OCEM entre outros), a presença de discussões efetivas sobre HC costuma ser tímida em sala de aula. Por outro lado, visões deformadas sobre a ciência se propagam, ainda que de forma não deliberada.

1.7.4.2.7 A valorização de temas da HC relacionados ao Brasil

Identificamos em um trabalho a preocupação em abordar um tema nacional. Junior et al. (2016) comenta que à inclusão da HC nas práticas didáticas do ensino médio, tem o mérito de sugerir e motivar o estudo de casos históricos da ciência no Brasil, colocando assim, os professores em contato com experimentos e contextos nacionais ao invés de focar apenas a ciência européia e/ou norte-americana

Essa questão da abordagem da HC vinculada a temas brasileiros já foi discutida no início deste capítulo, entendemos que deve haver a possibilidade de se tratar do desenvolvimento da física no Brasil e suas relações com a nossa sociedade no ensino da física. Esses assuntos se constituem em bons assuntos, tanto no que diz respeito aos conteúdos da disciplina quanto na relação da física com os aspectos sociais locais.

1.7.4.2.8 Situações práticas com a abordagem da HC na formação inicial

Ao tratar da importância de promover situações práticas na formação de professores (GATTI et al. , 2004; GATTI et al. , 2007; JUNIOR et al. , 2016; OLIVEIRA et al. , 2015; RAPOSO, 2014). Raposo (2014), comenta que em sua proposta os licenciandos elaboraram um minicurso sobre o tema Galileu Galilei e com essa abordagem, buscou-se incentivar o protagonismo dos licenciando no seu próprio processo de aprendizagem, estimulando a pesquisa. Procurou-se esclarecer os critérios de seleção de textos confiáveis sobre o tema e possibilitar a prática pedagógica de HC e natureza da ciência, discutindo e repensando suas possibilidades de utilização no ensino de física

Em relação a formação continuada Junior et al. (2016) comenta que é preciso ir a campo, trabalhar de forma empírica e analisar as vantagens e os principais obstáculos encontrados na aplicação da história com os alunos do ensino médio.

Em relação as práticas com a abordagem da HC na formação de professores, Raposo (2014) concluiu que este público deve estar preparado para tal abordagem, e que é imprescindível que os mesmos tenham contato com as dimensões histórico-filosóficas em sua formação e, além disso, que recebam orientação de como utilizar a HC para o ensino de física. Salientam que os professores atuais não estão bem preparados para lidar com as versões problemáticas da HC e com as inúmeras controvérsias presentes no desenvolvimento científico

Oliveira e Drummond (2015), comentam que na formação de professores existem lacunas relacionadas à formação docente, futuros professores relatam que os cursos de formação não oferecem subsídios para que sejam capazes de planejar e executar aulas segundo uma perspectiva histórico-filosófica. Em parte, esses indivíduos reconhecem lacunas em sua formação. Por outro lado, há aspectos dramáticos dos quais eles não se dão conta: “equivocos a respeito da própria natureza da HC e seu uso na educação” (OLIVEIRA E DROMOND, 2015, p.152).

Afirma-se a importância de que professores participem de discussões, conheçam exemplos de propostas didáticas de cunho histórico-filosófico para a abordagem de conteúdos de ciência e sobre a ciência, desenvolvam competências que lhes permitam adaptá-las, bem como elaborar intervenções apropriadas aos seus contextos (OLIVEIRA E DROMOND, 2015).

No trabalho de GATTI et al. , 2004, a autora traz uma reflexão sobre a prática de futuros docentes, e comenta que houve algumas mudanças favoráveis em relação as novas metodologias de ensino com uso da HC, e que é importante haver trabalhos que façam a ponte entre teorias com essa abordagem e práticas efetivas no ensino básico.

1.8 Desenho da pesquisa

Diante do que foi discutido na seção anterior é possível perceber que a abordagem da HC deve ser inserida na formação de professores, incluindo momentos específicos de atuação em sala de aula, pois são diversos autores que defendem que para haver uma inserção definitiva desta abordagem no ensino, o futuro docente deve refletir sobre o “como fazer” com esta abordagem em suas aulas.

Nesse sentido, em nossa pesquisa temos a perspectiva de conceber, desenvolver e avaliar uma proposta didática na formação inicial de professores com a abordagem da HC no contexto do PIBID. Tivemos como objetivo principal: **Identificar os obstáculos e as motivações na transposição didática de episódios da HC no ensino no contexto da formação de professores, buscando situações que promovam a superação destes obstáculos.** Assim apresentamos nossas questões de pesquisa:

Quais são os obstáculos e motivações na transposição didática de episódios da HC na formação de professores de física? Como superar ou contornar esses obstáculos?

Com base nestas questões e neste objetivo pretendemos promover as seguintes ações:

- 1) Mapear os obstáculos e motivações na realização da transposição didática de episódios históricos e buscar soluções.
- 2) Fornecer elementos teóricos e práticos para que os futuros professores possam desenvolver estratégias de como trabalhar com a HC no ensino médio.
- 3) Desenvolver uma proposta que possa ser utilizada por outros professores-formadores em contextos diferentes.
- 4) Possibilitar por intermédio da história uma aprendizagem de conceitos das ciências naturais e visões adequadas sobre natureza da ciência.
- 5) Incentivar os licenciandos a observarem criticamente sua prática e reconhecer os problemas, dilemas e obstáculos significativos;

Na tentativa de responder as questões da pesquisa e atender aos objetivos expostos anteriormente, foi necessário ter claro o referencial teórico a ser adotado. Para isso, nos apoiamos na HC no ensino e na teoria da transposição didática de Yves Chevallard (1991). Entendemos que a transposição de episódios da HC para a sala de aula deve respeitar recomendações historiográficas, mas deve também contemplar as necessidades da sala de aula. Encontramos nos processos da transposição didática um suporte teórico para pensarmos a construção dos saberes escolares, na perspectiva da didática da ciência. Ela nos permite refletir sobre o percurso epistemológico dos saberes, desde sua origem no contexto de referência e até seu ingresso no ambiente escolar. O campo disciplinar da HC, contudo, requereu um olhar diferenciado para a transposição. Para o desenvolvimento da pesquisa adotamos como referencial metodológico a investigação qualitativa.

A pesquisa planejada foi realizada ao longo de dois semestres, no contexto do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência (PIBID), com alunos da licenciatura de física. A proposta foi desenvolvida com a orientação da pesquisadora em três fases:

- Primeira Fase - estudo teórico da abordagem da HC para o ensino de ciências, momento de oferecer meios para que os licenciandos pudessem refletir sobre a utilização da HC no ensino.
- Segunda Fase - estudo dos episódios históricos e planejamento das aulas, foi o momento da realização da transposição didática externa dos episódios históricos para as aulas do ensino médio.
- Terceira Fase - implementação das aulas, realização da transposição didática Interna dos episódios históricos no ensino médio.

Para desenvolvimento da proposta a pesquisadora realizava reuniões semanais com os licenciandos. O trabalho foi desenvolvido com seis alunos do curso de licenciatura. Na primeira etapa os licenciandos foram familiarizados com as pesquisas da área relacionada a HC, realizaram leituras de textos teóricos, artigos que abordavam diferentes estratégias, estudaram os documentos que norteiam a educação brasileira e por fim aprenderam sobre o método de estudos de caso. Os estudos de caso se constituem em uma estratégia de ensino relevantes para o desenvolvimento de habilidades fundamentais para a formação profissional, como por exemplo, raciocínio, autonomia, capacidade de dialogar, de tomar decisões e ação. A potencialidade dos estudos de caso também já foram reconhecidos, em outras pesquisas com outros públicos e perspectivas (HYGINO, 2011; LINHARES E REIS, 2008; ALVES, 2012).

No segundo momento da proposta os licenciandos estudaram os episódios e planejaram suas aulas. Por fim, na última etapa da proposta os licenciandos realizaram aulas no ensino médio.

Para o desenvolvimento da pesquisa adotamos como referencial metodológico a pesquisa qualitativa que segundo Bogdan e Biklen (1994), têm o ambiente natural como sua fonte direta de dados. A justificativa para o contato direto do pesquisador com a situação na qual os fenômenos ocorrem é que, neste tipo de pesquisa admite-se que o comportamento humano é influenciado pelo contexto. Como instrumento de coleta de dados, utilizamos áudios das reuniões, caderno de campo da pesquisadora, vídeos das aulas e textos de reflexão produzidos pelos licenciandos após a realização das aulas.

2 A TEORIA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Neste capítulo iremos discorrer sobre a teoria da transposição didática segundo referencial teórico desta tese. A teoria da transposição didática foi proposta por Yves Chevallard (1991), primeiramente tratamos do que é a teoria e os saberes referentes a esta teoria: saber sábio, saber ensinar e saber ensinado. Em seguida abordamos os principais aspectos propostos haver a sobrevivência de um saber no ensino. Por fim discorreremos sobre alguns trabalhos que aliam a HC com a teoria da transposição didática

2.1 A transposição didática

O termo “transposição didática”⁷, segundo Chevallard (1991) foi empregado inicialmente pelo sociólogo francês Michel Verret, na sua tese de doutorado, “Le Temps des Études”, publicada em 1975. Nesse trabalho, Verret propõe fazer um estudo sociológico da distribuição do tempo das atividades escolares, visando contribuir para a compreensão das funções sociais dos estudantes.

Dez anos mais tarde o conceito de transposição didática foi desenvolvido por Chevallard. A transposição didática é entendida como um processo no qual um conteúdo do saber tendo sido designado como saber a ensinar sofre a partir daí um conjunto de transformações adaptativas que o levam a tomar um lugar entre os objetos de ensino. “O trabalho em tornar um objeto do saber a ensinar em um objeto ensinado é denominado de transposição didática” (CHEVALLARD, 1991, p.39). Ou seja, a transposição didática é um conjunto de ações que torna o saber sábio em um saber ensinável.

A transposição didática ficou conhecida nos trabalhos de Yves Chevallard e Marie-Alberte Johsua (1982), “Un exemple d’analyse de la transposition didactique-la notion de distance”. Voltado ao ambiente de escolas secundárias francesas, o trabalho analisava um exemplo, então recente e bem específico, do movimento da

⁷ Segundo Neves e Barros (2011) não se tem ainda definição exata para o termo transposição didática. Alguns designam de teoria, outros de proto-teoria (o que está em construção), ou conceito, ou ferramenta, ou processo; sendo um termo indefinido. Neste texto usaremos de definição de teoria para falar da transposição didática como é encontrado em alguns trabalhos (ALVES FILHO, 2000; FORATO, 2012; RICARDO, 2005)

matemática moderna: as diferenças entre o conceito matemático de “distância” no ambiente acadêmico, quando proposto pelo matemático francês Maurice Fréchet, em 1906, até a sua incorporação, em 1971, ao sistema de ensino fundamental francês (ALVES FILHO, 2000, p.219). Em 1985, Chevallard publicou “La Transposition Didactique”, cujo conteúdo era basicamente composto pelas notas elaboradas em 1980, por ele para um curso de verão (CHEVALLARD, 1991, p.11).

Segundo Forato (2012) a teoria de Chevallard mostrou-se motivadora para ser adotada em outros campos, além da matemática. Tal teoria demonstrou significado poder de sedução, motivando exposições, seminários e debates, além de algumas críticas e polêmicas. Em resposta a tais críticas Chevallard publicou um pós-fácio na segunda edição da transposição didática, em 1991.

2.2 Os saberes da transposição didática

Entender o sistema didático como um sistema aberto compatível com o meio no qual se insere requer compreendê-lo respondendo as exigências que acompanham e justificam o projeto social estabelecido pelo seu contexto.

Chevallard propõe três tipos diferentes de saber: o saber sábio (produzidos nas esferas acadêmicas), o saber a ensinar (aqueles que chegam aos materiais escolares e programas) e saber ensinado (aquele que é efetivamente trabalhado em sala de aula (CHEVALLARD, 1991).

Entende-se que o conhecimento trabalhado em sala de aula é um produto que foi construído por pesquisadores profissionais utilizando processos e métodos próprios, mas, no entanto não se apresenta na forma original em que foi concebido; o próprio cientista quando submete seu trabalho a comunidade que pertence, modifica o seu relato para atender a normas e restrições impostas pela comunidade e pelo corpo editorial de revistas especializadas. Por outro lado verifica-se que o conhecimento publicado pelo cientista sofreu modificações até chegar aos estudantes. Os responsáveis pela modificação e organização do conhecimento original em um novo texto são os autores dos livros didáticos e artigos de divulgação. Ou seja, o saber sábio sofre transformações desde o âmbito de sua produção/ sistematização/divulgação, visando, sobretudo sua formulação discursiva e adequação aos condicionantes do sistema de ensino.

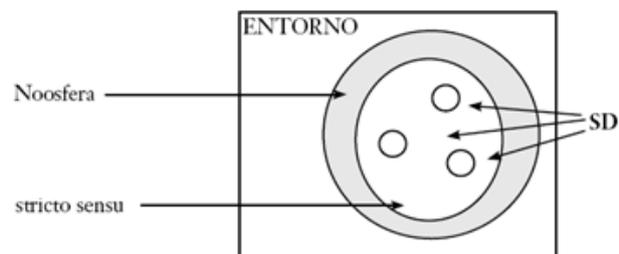
No ambiente escolar o ensino do saber sábio se apresenta no formato do que se denomina de conteúdo escolar ou conhecimento científico escolar. Este conteúdo escolar não é o saber original, ou seja, ele não é ensinado no formato original publicado pelo cientista. O conteúdo escolar é um objeto didático produto de um conjunto de transformações. A transposição didática pode ser representada pelas transformações mostradas no seguinte esquema:

Objetos do saber → objeto a ensinar → objeto ensinado

Trata-se das transformações do saber sábio (objeto do saber); ao saber a ensinar (objeto a ensinar) e ao saber ensinado (objeto ensinado). Ou seja, a teoria da transposição didática analisa cada um destes saberes e suas etapas, tais saberes também podem ser chamados de níveis ou patamares e são resultados das atividades de diferentes nichos e personagens, os quais respondem pela composição e organização de cada um deles. Estes grupos, com elementos comuns ligados ao “saber”, que se interligam e se influenciam junto com a sociedade ou seus representantes, fazem parte de um ambiente mais amplo denominado de *noosfera*. O ambiente da noosfera envolve pessoas, categorias de pessoas ou instituições que interferem ou influenciam no sistema educacional.

Chevallard (1991, p.28) propõe um esquema de simplificação, onde define o nome noosfera para o espaço de interação do sistema de ensino *stricto sensu*⁸ e seu entorno social:

Figura 1 - Esquema proposto por Chevallard (1991,p 28)



Fonte: CHEVALLARD, Y. La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Ensigné. Grenoble, La pensée Sauvage. (1991)

⁸ O sistema de ensino stricto sensu refere-se o interior do ambiente escolar.

Os grupos sociais de cada patamar estabelecem um nicho ou esfera de influência e interesses que, de acordo com regras próprias, decidem sobre o seu nível de saber. Pressões de grupos pertencentes à noosfera determinam quais os “conteúdos” que devem ser alvo da transposição didática e quais aqueles que, no contexto mais amplo, não apresentam significado no espaço escolar. Outros que, com o passar do tempo se banalizam no contexto sócio-cultural, deixam de ser objetos de ensino e, portanto, são descartados.

Segundo Ricardo (2005) a noosfera é um lugar onde se pensa o funcionamento didático⁹ segundo ideologias diferentes, constituindo conforme Chevallard o centro operacional do processo de transposição, e expressa o trabalho externo da transposição didática, que é a de estabelecer o saber a ensinar, é uma transposição didática *lato sensu*. O trabalho interno que delimita o saber ensinado ocorre no interior do sistema de ensino e se fixa sobre um conteúdo de saber preciso, é uma transposição didática *stritu senso*.

2.2.1 O saber sábio.

O saber sábio é considerado por Chevallard (1991) como saber de referência é fruto de um trabalho produtivo de uma esfera própria, composta basicamente pelos intelectuais e cientistas, que constrói o chamado “conhecimento científico”.

O cientista percorre caminhos e atalhos de raciocínio buscando solução para seu problema de pesquisa. O espaço no qual ocorre este processo construtor é denominado de “*contexto da descoberta*” e se refere a uma etapa de trabalho dedicado à busca da resposta desejada. Após encontrar uma resposta que julgue satisfatória, geralmente realizada de maneira assistemática e informal, se faz necessário o espaço em que a resposta construída precisa ser analisada e julgada. Este momento é denominado de “*contexto da justificação*” e se concretiza pela elaboração de artigos ou textos para publicação nos periódicos especializados. A organização desses artigos ou textos segue um ritual estabelecido pela comunidade

⁹ Funcionamento didático: é a atividade didática, ou seja, o estudo, realizado na sala de aula unindo professor e aluno. Embora enfatizemos este funcionamento didático como uma ação que ocorre dentro da escola, ela pode acontecer fora dela quando o estudo sobre um conteúdo é realizado por um aluno ou professor, de forma individual.

científica, que prescreve a apresentação dos elementos fundamentais, das eventuais medidas, dos procedimentos lógicos fazendo uso de regras e linguagem própria. Enfim, o texto assume uma forma impessoal, sistemática, com começo, meio e fim e que não mostra as idas e vindas, as dúvidas e os conflitos ocorridos no contexto da descoberta. Aqui, de certa forma, há uma transposição, não didática, mas, diríamos, científica caracterizada por uma *despersonalização e reformulação* do saber.

Um aspecto que deve ser levado em conta é, que, nem sempre é considerado o tempo utilizado na construção do saber sábio. Alves Filho (2000) comenta que muitas vezes, passaram-se muitos anos para o saber sábio ser aceito e compartilhado entre os intelectuais (ou por uma determinada comunidade).

Alessandro Volta não levou dez anos para desmistificar as hipóteses de Galvani? Isto sem citar Galileu e suas querelas com a Igreja. A história da física e da ciência em geral estão repletas de exemplos relatando o tempo despendido no processo da produção científica (Alves Filho, 2000, p.224).

Este tempo, gasto para a elaboração do saber sábio, denomina-se de *tempo real*. Ele está estreitamente ligado ao processo histórico ao qual foi submetido no processo de construção. Como elemento da transposição didática será de utilidade para referências futuras.

2.2.2 O saber a ensinar

Do patamar que acolhe o saber sábio passa-se a outro patamar, aquele em que se situa o saber a ensinar. O processo transformador do saber sábio em saber a ensinar, envolve um número de variáveis e de pessoas bem maior do que aquele que ocorre entre o contexto da descoberta e o contexto da justificação.

Segundo Alves Filho (2000), os personagens definidores do saber a ensinar não pertencem a um só grupo, como na esfera do saber sábio. Nesta última, o grupo é constituído de intelectuais e cientistas, sejam jovens ou idosos, com ou sem conflitos teóricos, todos são pertencentes ao mesmo nicho epistemológico em que ocorre a produção do saber. A esfera definidora do saber a ensinar é mais eclética e diversificada em sua composição, não por eventual carácter democrático, mas para defesa de interesses próprios. Os componentes dessa esfera são

predominantemente (1) os autores (sejam dos livros textos ou manuais didáticos); (2) os especialistas da disciplina ou matéria e técnicos governamentais; (3) os professores (não cientistas) e (4) a opinião pública em geral, “através do poder político, que influencia de algum modo o processo de transformação do saber” (ALVES FILHO 2000, p.234). Os cientistas e intelectuais, mesmo não pertencendo a esta esfera de poder, também influenciam de maneira indireta, mas significativa, as decisões relativas ao “saber” que será processado e transformado.

O importante neste nível é pensar que a transposição didática está em se aceitar à premissa que esta esfera não gera saber científico e sim um novo saber. Sua função é transformar o saber sábio, que se apresenta em forma não adequada ao ensino, em material “ensinável” inserido em um discurso didático com regras próprias. Assim como o saber sábio é submetido a regras e linguagem específicas, o saber a ensinar também tem suas regras próprias, além das práticas sociais de referência¹⁰ que se fazem presentes no processo de transposição. (ALVES FILHO, 2000, p.235)

Para se tornar saber a ensinar, é necessário que o saber sábio sofra uma espécie de “degradação” (CHEVALLARD, 1991, p.47) durante a qual ocorre a perda do contexto original de sua produção por meio de um processo de “despersonalização” (CHEVALLARD, 1991). O saber é dividido em partes, separado do problema e do contexto que o originou, para permitir uma reorganização e reestruturação de um novo saber, intrinsecamente diferente do saber sábio que lhe serviu de referência. Esta reelaboração do saber resulta em uma configuração dogmática, fechada, ordenada, cumulativa e, de certa forma, linearizada. Segundo Souza:

A despersonalização começa a ocorrer já na sua justificação, ou seja, um saber, na sua origem, está intimamente ligado ao seu produtor. No entanto, devido à necessidade de dar publicidade a esse saber, ele sofre um processo de despersonalização, pois deve ser comunicado numa linguagem própria. O processo de despersonalização supõe que o saber, ao ser apresentado, não revela o processo de produção, como o produtor o trabalhou, mas mostra o produto; o processo de produção desaparece para dar lugar à apresentação do produto. Porém, esse processo é muito mais completo no momento do ensino, pois cumprirá uma função de reprodução e representação do saber sem estar submetido às mesmas exigências da produção (SOUZA, 2015, p.73)

¹⁰ O conceito de Práticas sociais de referências será explicado na página 63.

Muitas vezes o saber a ensinar assume um caráter de universalidade que não se fazia presente no saber sábio que lhe deu origem. Aquele saber sábio, que se compunha da soma das partes dos saberes produzidos por diferentes intelectuais ao longo de anos, torna-se agora uma sequência lógica e encadeada, com crescente grau de dificuldade e atemporal, como se fosse o resultado de uma evolução natural, por intermédio de um processo de “dessincronização” (CHEVALLARD, 1991). É abstraída toda e qualquer vinculação com o ambiente no qual ele se originou, passando a reconstituir-se em um novo contexto. Segundo Souza:

A “dessincronização” pode ser tomada como resultado da textualização do saber em que o todo é estruturado em partes. Por esse processo, há uma delimitação do que constitui o campo de saber a ser ensinado (SOUZA, 2015, p. 73)

A linguagem utilizada na publicação do saber a ensinar é uma linguagem nova. Termos e situações, não presentes no saber sábio, são utilizados nos livros textos para racionalizar as sequências didáticas, demonstrando um cenário de artificialismo. “Há uma criatividade didática, quer dizer criação de objetos de ensino que não figuram no saber sábio” (CHEVALLARD, 1991, p.49). Segundo Alves Filho (2000) em física poderíamos lembrar da noção de circuito elétrico, mecânica do colchão de ar, cadeias energéticas. Segundo o autor geralmente os fenômenos são apresentados como dados da natureza e livres da intervenção humana, insinuando a idéia de neutralidade.

Outros conceitos da teoria da transposição didática como “dogmatização”, “descontextualização” e “textualização” são discutidos por Souza (2015):

- A “dogmatização” corresponde a um conceito relacionado à ênfase que é dada nos produtos e a exclusão dos processos que lhe deram origem (SOUZA, 2015, p 73);
- A “descontextualização” do saber consiste exatamente no desligamento dos problemas que lhe deram sentido. Nesse processo há, inicialmente, um afastamento, resultante da descontextualização dos significados, para, em seguida, fazer-se uma recontextualização dentro de um novo discurso, um novo texto. (SOUZA, 2015, p 73);

- A “textualização” do saber permite a programabilidade da aquisição do saber, definindo o andamento da relação didática, ou seja, o progresso da aprendizagem teria uma relação de coincidência com a estrutura do texto, o que implicaria assumir uma homogeneidade de tempos de aprendizagem (SOUZA, 2015, p 73).

Essa estruturação em partes apresenta ainda a ideia de uma “sequencialidade” que acaba sendo transmitida ao processo de ensino-aprendizagem. Todavia, se é verdade que a aprendizagem é sequencial, não necessariamente é verdade que esta coincida com a sequência do texto do saber, pois “é necessário que o processo de aprendizagem seja sequencial, mas a ordem de aprendizagem não é análoga em relação à ordem de exposição do saber; a aprendizagem do saber não é um traçado do texto do saber” (CHEVALLARD, 1991, p. 74).

Desta maneira o saber a ensinar toma a forma de conteúdo ou objetos de ensino nos livros didáticos. Segundo Ricardo (2005) o saber sábio é uma proposição humana “acerca de” que, uma vez aceita e universalizada, passa a pertencer à cultura da humanidade e se eterniza nas publicações, livros e registros bibliotecários. “Já a vida útil de um objeto do saber a ensinar pode ser temporária” (CHEVALLARD, 1985, p 66). Em outras palavras, este objeto pode ser “descartável”. Pressões de grupos diversos determinam quais os “conteúdos” que devem ser alvo da transposição didática e quais aqueles que, no contexto mais amplo, não apresentam significado no espaço escolar. Além desses aspectos, outro papel desempenhado por estes grupos na dinâmica processual da transposição didática é aquele que objetiva a melhoria do ensino e aumento da aprendizagem. (CHEVALLARD, 1991)

Ao saber sábio, como já comentamos, foi associado o *tempo real* que representa o tempo utilizado ou consumido pela comunidade científica para a construção e legitimação de um determinado saber sábio. Por outro lado, o *tempo lógico* corresponderia ao certo tempo, de caráter artificial, que ofereceria uma justificativa temporal para a sequência e ordenação dos conteúdos que compõem o saber a ensinar (CHEVALLARD, 1991).

2.2.3 O saber ensinado

Existem diferenças entre o que professor prepara como material didático de sua aula e o que foi produzido pelo cientista, ou seja, a ciência da sala de aula difere da ciência do cientista (CHEVALLARD, 1991). Dos processos transformadores que ocorreram, o primeiro transformou o saber sábio em saber a ensinar. Este primeiro processo corresponderia à transposição didática externa¹¹. No que corresponde ao ensino em sala de aula ocorre novamente o fenômeno da transposição didática, só que neste espaço envolve a transfiguração do saber a ensinar em “saber ensinado”. Trata-se da segunda transposição didática que neste caso é entendida como transposição didática interna, por ser direta e ocorrer no espaço escolar.

A transposição didática que ocorre entre o saber sábio e o saber a ensinar se traduz por meio da elaboração dos livros textos e manuais de ensino. Este material quando elaborado teve como primeiro público alvo os estudantes universitários, futuros profissionais, que deveriam ser iniciados e familiarizados com o contexto do saber sábio e suas aplicações (RICARDO, 2005). Os professores universitários utilizam destes textos como um guia para a preparação de suas aulas, reorganizando o conteúdo programático ali sequenciado, de acordo com referências próprias e institucionais, além de adaptá-lo ao tempo disponível e autorizado pelo estabelecimento escolar. Ao mesmo tempo, encontramos no ensino médio outro espaço escolar, que além dos interesses próprios e diferenciados dos universitários, tem outras regras e fontes de influências. Vamos encontrar para esta população livros textos e manuais, que não foram alvo de uma transposição didática “de fato”, mas que é produto de uma “simplificação” do conteúdo pertencente ao saber a ensinar destinado aos estudantes universitários.

Segundo Ricardo (2005), o material didático à disposição do professor do ensino médio difere daquele direcionado ao ensino superior. Enquanto o livro universitário é resultado de uma transposição didática de fato, o livro didático destinado ao ensino médio é o espelho de um processo de simplificação que busca adequar linguagem e recursos matemáticos mínimos para manter o corpo estrutural do saber a ensinar (RICARDO, 2005). É neste último que o Professor do ensino

¹¹ As designações, transposição didática externa e transposição didática interna são decorrentes da própria separação feita por Chevallard quando cita uma transposição didática *lato sensu* e outra *stricto sensu*.

médio, de modo geral, se referencia para preparar suas aulas. E é exatamente, neste novo espaço, o da preparação e do lecionar, que se estabelece o terceiro patamar do saber o “saber ensinado”.

Segundo Chevallard (1991) os personagens da noosfera, pensadores, promotores e executores da transposição didática, além da influência que exercem intrinsecamente no processo, também exercem uma atividade de fiscalização, embora de forma menos presencial e intensa. Os responsáveis pelos livros textos, ou seja, os autores e editores são fiscalizados de longe por outros grupos da noosfera. Modificações desejadas são informadas para as eventuais alterações, seja correções, supressões ou ampliações de conteúdos, o que pode demandar certo tempo. Alves Filho (2000) comenta que existe, portanto, um tempo relativamente longo entre as decisões tomadas no âmbito da noosfera e as modificações dos objetos do saber a ensinar nos livros textos. O mesmo não ocorre na esfera do saber ensinado. Lá todos os seus personagens convivem no cotidiano e interage no mesmo espaço físico: a instituição escolar.

A influência dos vários grupos que compõe esta esfera difere em intensidade, graus de interesse e pode ter uma relativa duração temporal, mas estão muito próximos da instituição escolar. “Cabe ao Professor, desde o momento da preparação de sua aula até o instante que, na sala de aula, exerce o magistério, contemporizar as correntes de interesse” (ALVES FILHO, 2000, P.233).

Ao iniciar o período letivo, ao professor é solicitada uma programação que informe a distribuição do conteúdo (saber a ensinar) que será trabalhado ao longo dos bimestres. Tal programação é feita tomando como referência o número de aulas anuais que lhe são reservadas. Este número de aulas reservadas ao trabalho didático denomina-se de “tempo didático ou legal” (CHEVALLARD, 1991). O gerenciamento do tempo didático é de total responsabilidade do professor, cabendo a ele cumprir o planejamento, o que implica em transformar o “*tempo lógico*” em “tempo didático”, recontextualizando o “tempo real”. A exiguidade do tempo didático restringe o processo da transposição didática interna, principalmente no que se refere ao resgate histórico de um determinado saber (RICARDO, 2005).

A ligação entre o tempo real e o tempo didático se manifesta na sala de aula no momento que o professor orienta o processo de ensino aprendizagem. Os séculos necessários à produção e o acúmulo do saber sábio devem ser agora ensinados em um período de “horas”. (ALVES FILHO 2000)

No tempo real encontramos investigadores, adultos com estruturas cognitivas formadas e cujo trabalho é a produção do saber, utilizando o tempo que se fizer necessário. O “tempo didático ou legal” pertence à estrutura escolar, a qual planeja e organiza seu programa escolar por um período definido. É neste ponto que a transposição didática interna mostra a importância de seu papel, pois justifica o processo transformador dos saberes, saber a ensinar em saber ensinado, permitindo uma melhor adequação ao espaço escolar. Finalmente falta comentarmos sobre o “*tempo de aprendizagem*”. O tempo de aprendizagem pertence à população de estudantes, cujo papel é aprender o que foi produzido durante séculos em poucas horas, se considerarmos somente o tempo didático. Mas Chevallard (1991) diz não haver nenhuma relação ou correspondência entre o tempo didático ou legal e o tempo da aprendizagem. A aprendizagem não ocorre por acumulação, no qual os conhecimentos novos se juntam aos antigos. Quando chama atenção para a não correspondência dos tempos, Chevallard entende que a aprendizagem ocorre pela reorganização interna do saber, em um processo no qual ocorre a reinterpretação de aquisições anteriores e modificação dos significados. Esta reorganização é diferente da aquisição linear e programada dos saberes. Torna-se necessário, na esfera do saber ensinado, criar artifícios que façam diminuir a diferença entre o tempo didático e o tempo da aprendizagem (ALVES FILHO, 2000).

2.3 A sobrevivência de um saber

A formatação dos livros textos e manuais escolares atuais são o produto concreto e palpável, junto ao público, do processo transformador do saber sábio em saber a ensinar. Observar os saberes escolares, sob a lente da transposição didática torna possível inferir algumas características que contribuem para tornar o saber ensinável. Tais características procuram favorecer o processo ensino aprendizagem, além de atender os interesses sociopolíticos da noosfera. Mas antes de adentrar a estas características é importante entender dois termos propostos por Chevallard (1991).

Atualidade Moral: Quando o saber deve estar adequado à sociedade. A atualidade moral diz respeito a um tipo de conhecimento que possa ser avaliado como importante pela sociedade e necessário à composição curricular. Caso ocorra

uma inadequação desse saber, corre-se o risco de a sociedade não o ver como necessário nas escolas.

Atualidade Biológica: O saber deve possuir uma atualidade em relação à ciência praticada. Assim, Segundo Brochington e Pietrocolla (2005) ensinar ondas eletromagnéticas utilizando-se o éter como suporte material ou termologia usando o calórico como fluido térmico, exceto em uma perspectiva histórica, configura-se como uma inadequação biológica. O mesmo acontece com o ensino de física Atômica utilizando-se o modelo de Thomson, Rutherford ou mesmo o modelo de Bohr. Na perspectiva dos membros da comunidade científica específica, tais conteúdos seriam considerados inadequados, pois se constituem em modelos ultrapassados. No entanto, essa inadequação, tomada isoladamente, não impede que tais conteúdos sejam alçados à sala de aula como Saberes a Ensinar. Ou seja, embora não tenham atualidade Biológica, congregam outros atributos importantes em termos da sobrevivência dos saberes escolares.

Segundo Chevallard (1991) existem algumas características para a sobrevivência de um saber:

Operacionalidade dos saberes: Um saber que é capaz de gerar exercícios, produzir atividades e tarefas que possibilitem uma avaliação objetiva tem grandes chances de ser transposto. Conteúdos que não conseguem gerar atividades possíveis de serem avaliadas estão fadados a não serem transpostos. Segundo BROCKINGTON E PIETROCOLA (2005) uma sequência didática considerada adequada (com conteúdos e atividades tidas como interessantes), porém não “operacionalizável” não será adequada à gestão do cotidiano escolar, “pois não se consegue fazer os estudantes trabalharem com ela” (, P.7). Assim, corre-se o risco de o aluno considerar aquele conteúdo sem importância, desistindo de disponibilizar esforços para aprendê-lo.

Criatividade didática: Um Saber Sábio deve permitir que haja uma Criatividade Didática, para que seja transposto para o contexto escolar. Isso implica na criação de um saber com identidade própria no contexto escolar. Segundo Chevallard (1991) criações didáticas são artifícios usados em sala para facilitar o entendimento dos alunos.

Os saberes a ensinar devem ser submetidos ao *processo de “Terapêutica”*¹²: O Saber a Ensinar deve também se submeter aos testes in loco, adquirindo por assim dizer um “selo de qualidade”. Existe uma peça fundamental para a sobrevivência dos saberes: os resultados obtidos com sua aplicação em sala de aula. A “experiência”, em termos de uma avaliação e coletiva da área envolvida é fundamental para a manutenção (ou não) dos saberes introduzidos no domínio do ensino. Desse ponto de vista, o conjunto de saberes a ensinar presente nos programas escolares é, em determinado momento histórico, a somatória dos sucessos alcançados pela área no processo de transposição. “Em poucas palavras, o que dá certo, dentro das características que ressaltamos, se mantém na escola, o que dá errado acaba saindo” (BROCKINGTON E PIETROCOLLA, 2005, p.7).

Modernização os saberes : Os novos saberes que surgem no âmbito das pesquisas científicas e que são utilizados pelas indústrias e novas tecnologias são passíveis de estar contidos nos livros didáticos, criando uma aproximação da produção acadêmica com o que é apresentado na escola.

Atualização dos saberes a ensinar: Ao fazer a revisão de um livro didático deve-se ir além de apenas acrescentar novos saberes. Há a necessidade de se eliminar alguns saberes que, embora corretos, devem ser descartados por estarem demais banalizados.

Articular o saber novo com o antigo: A introdução de novos saberes deve ser feita de forma articulada com outros saberes já alojados nos programas de ensino. Negar radicalmente um conteúdo já tradicionalmente presente no Sistema de ensino pode gerar desconfiança por parte dos alunos para tudo aquilo que se deseja seja aprendido por ele na disciplina.

A prática social de Referência: Este aspecto chama-nos a atenção sobre a necessidade de relacionar os conteúdos com a cultura e o cotidiano dos estudantes (CHEVALLARD, 1991). De acordo com Astolfi:

Deve-se, de maneira inversa, partir de atividades sociais diversas (que podem ser atividades de pesquisa, de engenharia, de produção, mas também de atividades domésticas, culturais...) que possam servir de referência a atividades científicas escolares, e a partir das quais se examina os problemas a resolver, os métodos e atitudes, os saberes correspondentes (ASTOLFI, 1995, p. 53).

¹² Segundo Brockington e Pietrocolla (2005) A “terapêutica” está ligada com a formação de professores. A terapêutica é uma categoria que permite analisar o que funciona e o que não funciona na sala de aula.

Forato (2009) ao falar da sobrevivência de um saber destaca que um saber a ensinar não pode distanciar-se demasiadamente do saber acadêmico que lhe serviu de referência. Caso contrário torna-se defasado de sua ciência de referência e tem sua legitimidade questionada pelo entorno social.

2.4 Trabalhos que abordam a transposição didática aliada a HC.

Os desafios da abordagem da HC da ciência em aulas de ciência já foram comentados no início deste capítulo, tais desafios resvalam na necessidade do professor ter um papel mais ativo no processo de adequação de conteúdos históricos em aulas de ciências. A abordagem de conteúdos históricos em aulas de ciência implica segundo Forato (2009) na realização da transposição didática deste conteúdo. Segundo alguns autores é importantes que o professor realize a transposição didática de forma adequada para desenvolver um ensino mais contextualizado (ALVES FILHO, 2000, PINHEIRO & PIETROCOLA, 2005; FORATO, 2009, RAÍCIK E PEDUZZI, 2015) e, notoriamente, sem os estereótipos abordados por muitos livros didáticos. No entanto, isso exige uma constante vigilância epistemológica. Ou seja, os docentes precisam de uma formação adequada para que possam, ao menos, reconhecer os saberes e como esses são expostos nos materiais didáticos. Também precisam identificar as lacunas que esses saberes podem trazer, especialmente em relação à HC e às concepções do trabalho científico (CORDEIRO & PEDUZZI, 2012; RAÍCIK E PEDUZZI, 2015). Salientamos nesta seção alguns trabalhos que aliam a transposição didática e a HC, são trabalhos que adotam a teoria da transposição didática para investigar os caminhos percorridos pelos saberes da HC, muitos avaliam desde os saberes de referência até os livros didáticos (saberes a ensinar), outros pensar na situação de aprendizagem em sala de aula.

Ao realizar um trabalho sobre os primeiros anos da história da radioatividade na formação de professores de física Cordeiro e Peduzzi (2012) adotam a teoria da transposição didática e comentam que se ao livro didático for atribuída toda a responsabilidade de veículo do saber, o professor assume, invariavelmente, a função de mero mediador da relação do aluno com o conhecimento incontestável oferecido pela obra. Então é importante que os professores tenham ciência que muitas vezes

o saberes presentes nos livros didáticos não estão adequados para o ensino e realizem a vigilância epistemológica. É preciso ter consciência que os professores não são meros mediadores do processo de ensino aprendizagem; eles próprios são fontes de conhecimento na sala de aula (CORDEIRO E PEDUZZI, 2012). Segundo os autores o professor que passar por uma formação específica adequada terá a capacidade de avaliar e criticar o que, por ventura, não for adequado no livro didático, tanto em termos estritamente conceituais, quanto em termos HC.

Em outro trabalho Raicik e Peduzzi (2015) buscam discutir alguns conceitos importantes que devem estar em aulas de ciência sobre a história da eletricidade na formação de professores. Os autores também recorrem à teoria da transposição didática para ilustrar o importante papel do professor neste processo.

Em um artigo teórico Filho (2012) discute sobre a inserção da HC no ensino e comenta sobre a teoria da transposição didática, segundo ele deve ocorrer a vigilância do professor, esse como mediador não poderá se furtar da necessidade de emitir pareceres, tomar atitudes, proceder da maneira que melhor lhe convier e que seja a mais judiciosa possível a seu alcance. O autor comenta que a tensão existente entre um historiador que segue os métodos historiográficos com os procedimentos de um professor que procura narrativas didáticas e reconstruções racionais bem feitas e que ressaltem conceitos e teorias na instância de transposição correspondente ao saber ensinado é por demais evidente. Isso deve ser administrado pelo professor e ele não pode se furtar dessa responsabilidade dentro de suas possibilidades (ALVES FILHO, 2012, P.76).

Em outro trabalho Brockington e Pietrocola (2005) buscam discutir aspectos da inserção da física Moderna no ensino médio baseado na teoria da transposição didática, a partir dos critérios propostos para haver a sobrevivência de um saber. Segundo os autores é indiscutível a física Moderna possui uma atualidade biológica (é a teoria que melhor representa a gama de dados empíricos obtidos nas pesquisas) e, certamente, tem atualidade moral (está na base de todo o progresso científico-tecnológico presente na sociedade moderna). Eles comentam que o maior problema surge na sua baixa operacionalidade em termos de produção de atividades para os estudantes quando comparada aos conteúdos clássicos. Brockington e Pietrocola (2005) comentam que em relação à produção de atividades, é importante notar que um saber que sobrevive no ensino médio é aquele que pode ser transformado em uma série de exercícios semelhantes, como

os que aparecem nos livros didáticos e outros materiais de ensino. No entanto, segundo a transposição didática, a operacionalidade deve ser vista em conexão estrita com os processos de desenvolvimento das atividades e de avaliação. Segundo os autores as atividades devem ser pensadas de forma a que professor e aluno sejam capazes de ter consenso sobre o que fazer e como avaliar o resultado das atividades propostas.

Forato (2009) em sua tese busca vivenciar a elaboração, acompanhamento de aplicação e análise de um curso piloto para o ensino médio, aplicado em uma escola pública da zona sul da cidade de São Paulo. O curso piloto foi aplicado por uma professora formada de física. A autora utiliza três episódios da história da luz para tratar de alguns aspectos epistemológicos que problematizavam, principalmente, uma visão empírico-indutivista da ciência. Forato (2009) utiliza a teoria da transposição didática como referencial teórico do trabalho. Segundo a autora a sala de aula, por sua vez, impõe requisitos para viabilizar a interação dos alunos com os saberes escolares, almejando uma educação reflexiva, uma formação crítica e que, principalmente, permita ao aluno aprender a aprender. Ela comenta que a transformação da natureza da ciência em saber escolar deve respeitar recomendações historiográficas, mas deve contemplar também as necessidades da sala de aula. Segundo a autora a especificidade do saber histórico deixa clara a dificuldade da “dessincretização”, que como já comentamos anteriormente, é, uma prescrição da transposição didática. Forato (2009) comenta que a necessidade de transformar o saber histórico em objeto de Saber a Ensinar e Saber Ensinado requer apartar os saberes de referência de seu contexto de produção, para ser posteriormente reconstruído de modo a tornar-se viável ao ambiente escolar. Entretanto, o risco de incorrer em anacronismos, quando se busca adaptar ou simplificar demasiadamente os saberes históricos, pode questionar a viabilidade de se falar em “aprendizagens históricas”.

Como já comentamos o uso da teoria da transposição didática para avaliar os saberes nos livros didáticos aparece de forma recorrente na literatura especializada. (BATISTETI, ARAUJO E CALUZI (2010); ANNA, BITTENCOUT E OLSSON, 2014; KRAPAS, 2011; VIRGINIA E RICARDO, 2011; MACHADO MARMITT, 2016, MOREIRA et al. , 2011). Ao analisar os saberes a ensinar presente em manuais didáticos alguns autores destacam a importância do contexto histórico que deve ser enfatizado nos manuais didáticos. Os autores Batisteti, Araujo e Caluzi (2010)

comentam que a transposição didática do conceito de transformação bacteriana e bactérias pneumococos que encontraram nos livros analisados, de forma geral, preocupa-se principalmente em abordar aspectos atuais sobre o assunto. E sugerem que em tais manuais sejam adotadas as informações contidas no artigo original de Griffith, e com isso ocorra uma maior relevância quanto ao tratamento histórico destes conteúdos. Sugerem também que ocorra um regaste do conceito de transformação originalmente presente nos trabalhos de Griffith e a partir dele sejam tratados os conteúdos de Genética e Microbiologia. Os autores argumentam que assim irá ocorrer uma diminuição na distância existente entre o saber sábio e saber ensinado, bem como, uma integração de conteúdos que frequentemente aparecem fragmentados nos livros didáticos. Além disso, segundo os autores as distorções históricas e aquelas decorrentes da despersonalização, descontemporialização, descontextualização e naturalização serão amenizadas.

Moreira et al. (2011) em um trabalho voltado ao ensino de química, comenta sobre a lei federal 10639/03, que determina a obrigatoriedade do ensino de história e cultura africana e afro-brasileira nas escolas. Os autores neste trabalho comentam que pouco tem sido feito por parte das esferas responsáveis pela educação básica na aplicação dessa lei nas diversas disciplinas, inclusive na Química. E propõem como possibilidade para o cumprimento da lei e a divulgação de conhecimentos científicos atrelados à cultura africana e afro-brasileira, o estudo da bioquímica e o candomblé por se tratar de uma das religiões afro-brasileiras mais difundidas em todo o país. Neste trabalho os autores buscam com o auxílio da teoria da transposição didática propor o estudo de várias espécies de plantas utilizadas nos rituais do candomblé na Química em aulas do ensino médio. Os autores salientam a inclusão deste conteúdo pode promover um ensino que contemple aspectos históricos, dimensões ambientais, posturas éticas e políticas.

Krappas (2011) avalia manuais didáticos voltados para o ensino médio e superior e utiliza a teoria da transposição didática para analisar os saberes presentes nestes manuais sobre a luz. A autora comenta que ocorreu um distanciamento do saber sábio e que nestes manuais houve um excesso de reverência a alguns cientistas. Nos saberes escolares analisados ocorreu um excesso de despersonalização, isto é, “se desvincularam do saber de seu produtor” (CHEVALLARD, 1989, p. 24). Segundo ela o contexto histórico não foi abordado e, além disso, ocorreu um excesso de reverência a Maxwell (ou Hertz), na maioria dos

manuais e isso pode ser entendido como produto de fatores internos que organizam a disciplina física naquilo que está expresso nos seus manuais. A autora citou Martins (1990, 2006) e comentou que muitas vezes, essa reverência é uma forma de recurso de autoridade, que soa como “intimidação” e “imposição de crenças”, isto é, a atribuição de aspectos grandiosos aos cientistas, ou seja, não apresentam falha de caráter, não erram, são virtuosos, são heróis (KRAPPAS, 2011). A autora justifica que de forma explícita ou implícita os manuais didáticos creditam a uma única pessoa o trabalho realizado por várias pessoas.

Por fim Krappas (2011), conclui que essas críticas provêm também da comunidade que estuda a HC e seu ensino. Nas últimas décadas, essa comunidade vem defendendo que a exploração didática do caráter coletivo da ciência pode contribuir para ilustrar a natureza da ciência, e pode ser igualmente positiva para o próprio entendimento sobre a ciência.

Essa crítica também é apresentada no trabalho de Neves e Barros (2011) que ao falar do ensino de física comentam que a transposição didática que afasta os conceitos científicos de suas tramas históricas leva o texto didático a “engessar” o saber científico, apresentando-o dentro de uma visão ingênua levando o aprendiz a pensar que a ciência se faz exclusivamente por observação e modelagem matemática.

3 DESENHO DA PESQUISA, REFERENCIAL METODOLÓGICO E O PÚBLICO ALVO

Neste capítulo iremos tratar do referencial metodológico: A investigação qualitativa e posteriormente apresentamos os instrumentos de coleta de dados. Em um segundo momento, abordamos o público alvo: a formação de professores no contexto do PIBID. Discorreremos sobre o PIBID na formação de professores, trazemos um breve histórico sobre a elaboração deste programa, apresentamos os principais objetivos e por fim abordamos o PIBID na Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e o perfil dos licenciandos que participaram da proposta.

3.1 A investigação qualitativa

Com base nas questões de pesquisa que norteiam esta tese, anunciadas no capítulo um, consideramos que os procedimentos vinculados às abordagens qualitativas de pesquisa se mostraram mais adequados para o tipo de investigação que nos propomos empreender. Para Bogdan e Biklen (1994), cinco principais características identificam uma investigação de natureza qualitativa:

1) a fonte direta de dados é o ambiente natural e o pesquisador como principal instrumento. A pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada.

2) a pesquisa é descritiva o material obtido nessas pesquisas é rico em descrições de pessoas, situações, acontecimentos; inclui transcrições de entrevistas e de depoimentos, fotografias, desenhos e extratos de vários tipos de documentos. Citações são freqüentemente usadas para subsidiar uma afirmação ou esclarecer um ponto de vista. Todos os dados da realidade são considerados importantes. O pesquisador deve, assim, atentar para o maior número possível de elementos presentes na situação estudada, pois um aspecto supostamente trivial pode ser essencial para a melhor compreensão do problema que está sendo estudado.

3) os investigadores interessam-se mais pelo processo que pelos resultados ou produtos. O interesse do pesquisador ao estudar um determinado problema é verificar como ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas

4) os investigadores tendem a analisar os seus dados de forma indutiva. Os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos. As abstrações se formam ou se consolidam basicamente a partir da inspeção dos dados num processo de baixo para cima.

5) o significado é de importância vital em investigações dessa natureza. Nesses estudos há sempre uma tentativa de capturar a "perspectiva dos participantes", isto é, a maneira como os informantes encaram as questões que estão sendo focalizadas. Ao considerar os diferentes pontos de vista dos participantes, os estudos qualitativos permitem iluminar o dinamismo interno das situações, geralmente inacessível ao observador externo.

Percebemos que na pesquisa qualitativa o interesse não está em fazer inferências estatísticas; o enfoque é descritivo e interpretativo ao invés de explanatório ou preditivo. A interpretação dos dados é o aspecto crucial da pesquisa qualitativa, isto é, interpretação do ponto de vista de significados. Significados do pesquisador e significados dos sujeitos. Por isso, a narrativa torna-se valorizada, pois, ao invés de usar gráficos, coeficientes e tabelas estatísticas para apresentar resultados e asserções de conhecimento, o pesquisador interpretativo narra o que fez, e sua narrativa é enriquecida com trechos de entrevistas, excertos de suas anotações, vinhetas, exemplos de trabalhos de alunos, entremeados de comentários interpretativos procurando persuadir o leitor, buscando apresentar evidências que suportem sua interpretação (MOREIRA, 2002).

Em resumo, o pesquisador interpretativo observa participativamente, de dentro do ambiente estudado, imerso no fenômeno de interesse, anotando cuidadosamente tudo o que acontece nesse ambiente, para buscar “compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados” (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 70). É neste sentido que as características da pesquisa qualitativa se coadunam com nossa postura metodológica ao longo da proposta didática.

3.2 Obtenções dos dados no contexto da análise qualitativa.

A criação, a aplicação e a análise da proposta foi uma experiência que proporcionou a reflexão sobre a didatização dos conteúdos de HC ao ambiente

escolar. Alguns pontos dessa interface haviam sido apontados pela literatura pertinente e puderam ser explicitados na parte empírica da pesquisa. Os dados advindos da parte empírica constituem as informações oriundas da realização das reuniões realizada pela pesquisadora e das aulas vivenciadas pelos licenciandos. A análise desta proposta foi feita levando-se em consideração informações e resultados oriundos da fase de preparação/elaboração das aulas dos licenciandos, e por fim das realizações das aulas planejadas pelos futuros professores. Os desafios e motivações enfrentados na transposição didática externa e interna da HC por parte dos futuros docentes foram identificados ao longo da proposta. Os dados coletados nesta pesquisa vieram de quatro fontes distintas:

- A gravação das reuniões em áudio;
- Registros de caderno de campo;
- A gravação das aulas em vídeo;
- Os textos de reflexão elaborados pelos licenciandos após as aulas no ensino médio.

O planejamento da coleta desses dados levou em conta as hipóteses que alicerçam os propósitos da pesquisa discutidos nos capítulos 1 e 2 desta tese. É importante deixar claro que os áudios e o caderno de campo foram adotados nesta pesquisa para registrar as reuniões realizadas com a pesquisadora. Nestas reuniões ocorreram a primeira e segunda fase da proposta, que consistiu: no estudo teórico da abordagem da HC para o ensino de ciências; o estudo dos episódios históricos e planejamento das aulas. Ou seja, foi o momento da realização da transposição didática externa dos episódios da HC.

Para a análise das aulas realizadas pelos licenciandos adotamos como instrumento de coleta de dados gravação em vídeos. Visitamos a escola antes do início das aulas realizadas pelos licenciandos, para conhecer a direção, os alunos do ensino médio e verificar as instalações e demais recursos físicos necessários ao planejamento das gravações. Buscou-se posicionar a câmera para focalizar mais a professora, mas foi possível em alguns momentos focalizarmos também os alunos. Isso foi de extrema importância, pois, quando se olha o processo como um todo, importam as interações que ocorrem na sala de aula entre sujeitos e o saber, o modo como as questões foram colocadas, discutidas e problematizadas. Alguns dados foram perdidos durante as gravações devido ao barulho externo à sala de

aula. Houve pequenas interrupções em função de falhas técnicas do equipamento, mas isso não prejudicou a qualidade nem a quantidade dos dados.

O texto de reflexão elaborado pelos alunos buscou identificar a opinião dos futuros professores quanto à proposta e as aulas elaboradas.

3.3 O PIBID no contexto da formação de professores

O trabalho apresentado nesta tese foi desenvolvido no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência (PIBID) na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, no contexto da licenciatura de física, curso presente na Universidade desde o ano 2000. O curso de Licenciatura em física foi iniciado sob a responsabilidade do Laboratório de ciências físicas (LCFIS), que faz parte do Centro de ciência e Tecnologia (CCT). O curso, reconhecido pelo Conselho Estadual de Educação do Rio de Janeiro, ocorreu em 24 de fevereiro de 2006 por meio da portaria CEE Nº 232 publicada no Diário Oficial (DO) em 06/03/2006, tem por objetivo a formação de profissionais para o exercício do magistério na formação básica na área de física, levando-os ao conhecimento e domínio de métodos e técnicas que permitam o desenvolvimento de atitudes críticas e inovadoras para a aplicação no ensino da física (PROJETO PEDAGÓGICO, 2009). A licenciatura em física é oferecida no período noturno e o tempo mínimo para sua integralização é de oito semestres e o tempo máximo é de quinze semestres. A carga horária total do curso é de 2907 h/aula. O Licenciado em física pode atuar como professor de física no ensino médio, bem como pode optar por seguir a carreira acadêmica na pós-graduação: mestrado e doutorado. Neste último caso, o Licenciado em física pode desenvolver pesquisas tanto na área de Educação, bem como nas áreas de física Básica e também da física Experimental.

Antes de tratarmos do programa PIBID e seus desdobramentos, iremos abordar primeiramente um breve histórico dos fatos que ocorreram antes de sua elaboração.

3.3.1 Ações da CAPES para a formação de professores.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do ensino Superior (CAPES) dirigiu desde o ano de sua criação, em 1951, o processo de consolidação e

valorização da pós-graduação no Brasil, obtendo sucesso e reconhecimento tanto no âmbito nacional quanto no internacional (SILVA, 2015).

Cury (2013) indica três fatores convergentes que garantiram tal sucesso: “a qualidade e a continuidade das ações, o financiamento e o incentivo das e nas ações avaliadas sistematicamente e a assunção pela comunidade científica das ações por meio de uma participação ativa e crítica” (Cury, 2013,p. 18). Respalhada por essa trajetória no desenvolvimento da pós-graduação e no apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico do país, a CAPES assumiu novas competências explicitadas na Lei no 11.502, de julho de 2007. O artigo segundo do parágrafo dois dessa lei, atribui à CAPES, no âmbito da educação básica, a finalidade de induzir e fomentar a formação inicial e continuada de profissionais de magistério. Ainda, no terceiro artigo da mesma lei complementa o compromisso assumido pela CAPES com a formação de professores ao indicar que caberá à agência estimular “a valorização do magistério em todos os níveis e modalidades de ensino” (BRASIL, 2007).

Outra Lei importante ocorreu em 2006, lei 11.273 na qual ocorre a autorização da concessão de bolsas de estudo e pesquisa a participantes de programas de formação inicial e continuada de professores para a educação básica. Desse modo, prioriza-se à valorização e o incentivo à formação desses profissionais em programas específicos. Segundo Silva (2015) mais adiante ocorre um Decreto no 6.755, em janeiro de 2009, que reforça o compromisso da CAPES com a valorização da profissão docente. Entre seus objetivos, destaca em seu artigo 3º, inciso V: “promover a valorização do docente mediante ações de formação inicial e continuada que estimulem o ingresso, a permanência e a progressão na carreira” (BRASIL, 2009).

Para atender as novas responsabilidades, uma nova diretoria foi criada na CAPES: a Diretoria de Educação Básica Presencial-DEB (CURY, 2013).

A DEB criou inúmeros programas, chegando a estabelecer, em 2013, parcerias com 311 diferentes regiões brasileiras (DEB, 2013). A DEB organizou o conjunto de seus programas em uma matriz educacional que articula três vertentes: a busca pela excelência e pela equidade na formação de professores; a integração entre programas de pós-graduação, cursos de formação de professores e escolas básicas; e a produção e disseminação de conhecimento (DEB, 2013). Seus

programas de formação inicial e continuada contemplam os seguintes princípios comuns:

- a) Conexão entre teoria e prática;
- b) Integração entre as escolas e as instituições formadoras;
- c) Equilíbrio entre conhecimento, competências, atitudes e a ética que realça a responsabilidade social da profissão
- d) Articulação entre ensino, pesquisa e extensão.

Segundo Silva (2015) esses princípios devem ser atendidos nos projetos institucionais submetidos pelos Institutos de ensino Superior que se inscrevem nos editais dos programas lançados pela DEB. A diretoria acrescenta, no entanto, que esses projetos “devem ser elaborados e desenvolvidos com respeito às especificidades locais e regionais e em resposta às demandas e aos desafios dos sistemas de ensino e do mundo em mudança em que vivemos” (DEB, 2013, p. 20).

Segundo DEB (2013) alguns programas foram implementados:

- O PARFOR (Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica) tem o objetivo de induzir e fomentar a oferta de educação superior, gratuita e de qualidade para professores em exercício na rede pública a fim de que possam obter a formação mínima exigida na LDB e contribuam para a melhoria da qualidade da educação básica do país. Para isso, são ofertadas turmas especiais em cursos de licenciatura (para docentes ou tradutores intérpretes de Libras que não tenham formação superior); em cursos de segunda licenciatura (para professores licenciados que atuem em área distinta da sua formação inicial) e em cursos de formação pedagógica (SILVA, 2015, p. 39).

- O PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência), por sua vez, tem como objetivo fomentar a formação inicial dos estudantes matriculados em cursos de licenciatura. Mais detalhes sobre esse programa são fornecidos na seção seguinte (SILVA, 2015, p. 39).

- O PRODOCÊNCIA (Programa de Consolidação das Licenciaturas) tem a finalidade de contribuir para a inovação e a elevação da qualidade dos cursos de formação para o magistério da educação básica, na perspectiva de valorização da carreira docente. Seus princípios pedagógicos têm por base a inovação curricular dos cursos de licenciatura, a formação de formadores e o incentivo a uma formação de docentes pautada em uma práxis que valoriza o trabalho coletivo, a construção de

novas estratégias didático-pedagógicas e a autonomia no contexto das licenciaturas (SILVA, 2015, p. 39).

- O Programa Observatório da Educação (OBEDUC) tem o objetivo de fomentar estudos e pesquisas em educação que utilizem a infra-estrutura disponível das IES e as bases de dados existentes no INEP. O OBEDUC visa, principalmente, articular pós-graduação, licenciaturas e escolas de educação básica e estimular a produção acadêmica e a formação de recursos humanos com pós-graduação *stricto sensu* em educação.

- O Programa Novos Talentos (Programa de Apoio a Projetos Extracurriculares: Investindo em Novos Talentos da Rede Pública para Inclusão Social e Desenvolvimento da Cultura Científica) apóia propostas para realização de atividades extracurriculares (no período de férias ou em horário alternativo que não interfira na frequência escolar) para professores e alunos da escola básica, como cursos e oficinas, visando disseminação do conhecimento científico, ao aprimoramento e à atualização do público-alvo e à melhoria do ensino de ciências nas escolas públicas do país.

- O Programa de Apoio a Laboratórios Interdisciplinares de Formação de Educadores é investir na formação digital e interdisciplinar de professores. A ação induz a criação de espaços de uso comum das licenciaturas nas dependências de IES públicas, que são destinados a promover a interação entre diferentes cursos de formação de professores.

Segundo Silva (2015), o PIBID é o único programa que envolve a Universidade e a escola numa relação mais íntima com a finalidade geral de, proporcionar melhorias no ensino oferecido aos alunos da escola parceira e valorizar a formação inicial para a docência oferecida nos cursos de licenciatura das universidades.

3.3.2 O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID)

O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) promove o incentivo e valorização da docência e de aprimoramento do processo de formação de docentes para a educação básica fomentado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Nesse sentido, o PIBID oferece bolsas para que estudantes de cursos de licenciatura desempenhem

atividades pedagógicas em escolas públicas de educação básica, colaborando para a aproximação entre a Universidade e a escola, entre a teoria e a prática, buscando proporcionar a melhoria da qualidade da educação brasileira. O PIBID, pensando nessa aproximação, possui uma dinâmica diferenciada, uma vez que, para assegurar os resultados educacionais, os bolsistas são orientados por coordenadores de área, os quais são docentes universitários, e por supervisores, os quais são docentes das escolas públicas onde o PIBID implementa suas atividades.

Assim, o “diálogo e a interação entre licenciandos, coordenadores e supervisores geram um movimento dinâmico e virtuoso de formação recíproca e crescimento contínuo” (BRASIL, 2011, p. 27).

Primeiramente, o PIBID foi lançado em 2007 com a prioridade de atender as áreas de Química, Matemática, Biologia e física para o ensino médio, com o intuito de suprir a carência a docentes para o ensino médio das referidas disciplinas. Porém, os resultados foram tão significativos que a partir de 2009 o programa passou a atender toda a educação básica, inclusive a educação do campo, quilombolas, indígenas e jovens e adultos. No ano de 2013 criou-se o PIBID diversidade voltado para o aperfeiçoamento da formação inicial de professores para o exercício da docência nas escolas indígenas e do campo e concede bolsas especificamente a alunos matriculados em cursos de licenciatura nas áreas Intercultural Indígena e Educação do Campo (BRASIL, 2011).

Canteiro (2015) salienta que o PIBID não é um estágio supervisionado, uma vez que é uma proposta extracurricular, por agregar bolsistas desde o primeiro semestre letivo e por ter a carga horária maior que a estabelecida pelo Conselho Nacional de Educação. Além de a inserção do licenciado na realidade escolar não ser somente de caráter observacional, característica essa peculiar ao estágio.

Segundo o Relatório emitido pela CAPES (2009/2014) os princípios sobre os quais se constrói o PIBID estão de acordo com estudos de NÓVOA (2009) sobre formação e desenvolvimento profissional de professores e são:

1. formação de professores referenciada no trabalho na escola e na vivência de casos concretos;
2. formação de professores realizada com a combinação do conhecimento teórico e metodológico dos professores das instituições de ensino superior e o conhecimento prático e vivencial dos professores das escolas públicas;
3. formação de professores atenta às múltiplas facetas do cotidiano da escola e à investigação e à pesquisa que levam à resolução de situações e à inovação na educação;
4. formação de professores realizada

com diálogo e trabalho coletivo, realçando a responsabilidade social da profissão (DEB, 2014, p.65).

Segundo o Relatório CAPES (2009/2011) o processo de modificação e (re) construção de uma nova cultura educacional que se pretende alcançar com o PIBID é pautado em pressupostos teórico metodológicos que articulam teoria-prática, Universidade-escola e formadores-formandos.

Figura 2 – Desenho estratégico do programa PIBID



Fonte: DEB (2014)

Assim, o programa considera como eixo orientador da formação a interação proveitosa de diferentes saberes sobre a docência: conhecimentos prévios e representações sociais manifestados principalmente pelos alunos das licenciaturas, o contexto, vivências e conhecimentos teórico práticos dos professores em exercício na educação básica; e, por fim, os saberes da pesquisa e da experiência acadêmica dos formadores de professores, lotados nas instituições de ensino superior. Segundo o texto que consta neste relatório essa interação enriquece o processo formativo da docência com a finalidade de aperfeiçoar os elementos teórico e práticos para o magistério (DEB, 2014, p.66)

Segundo este relatório da CAPES, o PIBID, nessa vertente, tem como princípio a modificação das concepções dos sujeitos que estão implicados no processo: licenciandos, professores da educação básica e professores das Institutos do ensino Superior (IES). Para tanto, as atividades são organizadas de modo a valorizar a participação desses sujeitos como protagonistas de sua própria formação, tanto na escolha das estratégias e planos de ação, como, também, na

definição e na busca dos referenciais teóricos metodológicos que possam dar suporte à constituição de uma rede formativa de alto padrão.

Defende-se com o programa uma ação que modifique os saberes, inove as práticas didático pedagógicas e que problematize a formação na e para escola, na busca de elementos teóricos objetivos, propositivos e transformadores da realidade educacional brasileira. Esses são princípios norteadores do programa que tem como objetivos:

- I incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica;
 - II contribuir para a valorização do magistério;
 - III elevar a qualidade da formação inicial de professores nos cursos de licenciatura, promovendo a integração entre educação superior e educação básica;
 - IV inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino aprendizagem;
 - V incentivar escolas públicas de educação básica, mobilizando seus professores como co-formadores dos futuros docentes e tornando-as protagonistas nos processos de formação inicial para o magistério; e
 - VI contribuir para a articulação entre teoria e prática necessárias à formação dos docentes, elevando a qualidade das ações acadêmicas nos cursos de licenciatura.
 - VII contribuir para que os estudantes de licenciatura se insiram na cultura escolar do magistério, por meio da apropriação e da reflexão de instrumentos, saberes e peculiaridades do trabalho docente.
- Esses objetivos foram traçados a partir do reconhecimento do bem mais precioso da escola e da formação: os alunos e os professores da educação básica, com suas diferenças, características e peculiaridades (BRASIL, 2009, p.5).

Segundo o relatório (2009/2011) da CAPES, na configuração atual, podem participar do PIBID instituições públicas de ensino superior (federais, estaduais e municipais), instituições comunitárias, confessionais e filantrópicas sem fins lucrativos participantes de programas estratégicos do MEC, como o Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), o Plano Nacional de Formação para o Magistério da Educação Básica, e Universidade Aberta do Brasil (UAB). A partir de 2013, instituições formadoras privadas com fins lucrativos participantes do Programa Universidade para Todos (PROUNI) puderam aderir ao programa. São quatro os perfis de alunos e professores que podem concorrer às bolsas oferecidas pelo PIBID, como informado a seguir:

- Os bolsistas de iniciação à docência são alunos matriculados em cursos de licenciatura das instituições participantes e são o foco do PIBID. Os orientadores: Além dos alunos de licenciaturas, a equipe do projeto é composta por educadores que orientam os licenciandos no seu processo de formação, seja na IES ou na escola pública onde exercem a prática. Os educadores podem atuar como:

- Coordenador institucional: docente responsável pela coordenação do projeto no âmbito da IES e interlocutor da Capes; Coordenadores de área: docentes das IES responsáveis pela coordenação e desenvolvimento dos subprojetos, nas áreas de conhecimento que participam do programa. Em IES com elevado número de bolsistas, podem ser definidos coordenadores de área de gestão de processos educacionais, que atuam como coordenador adjunto, apoiando o coordenador institucional para garantir a qualidade do projeto e o bom atendimento aos bolsistas;

- Supervisores: professores das escolas públicas, onde acontece a prática docente, designados para acompanhar os bolsistas de iniciação à docência.

3.3.3 O PIBID na UENF

O PIBID está presente na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro desde 2010. Durante sua trajetória na Universidade já foram implementados diversos projetos. Nesta tese iremos tratar mais especificamente do PIBID-física. Dentre os subprojetos da Universidade nesta área destacamos:

Projeto Fotografia: Trata-se de um projeto interdisciplinar, relacionando conteúdos de física e de história. Em relação à física este projeto busca trabalhar com os alunos do ensino médio conteúdos de óptica. É um projeto no qual licenciandos e alunos do ensino médio elaboram diversos experimentos a partir de materiais de sucata. Segundo Dantas et al. (2012) dentre os materiais didáticos desenvolvidos no projeto pode-se destacar: apostilas envolvendo os conceitos de física, câmera escura, câmera lambe-lambe, a câmera Jumbo, o positivador, fotogramas e uma câmera de Fole. Na dinâmica do projeto os alunos da rede pública saem do ambiente escolar para tirar fotos de monumentos da cidade através das câmeras confeccionadas, a ideia é tratar também de aspectos relacionados a história da cidade.

Projeto Olimpíadas: Projeto com o objetivo de preparação de alunos do ensino médio para as Olimpíadas Brasileiras de física e Olimpíadas Brasileiras de física das Escolas Públicas. Durante o projeto os licenciandos elaboravam e implementavam aulas com o objetivo de preparar e incentivar os alunos do ensino médio para a participação nestas provas.

Projeto Monitoria: Trata-se de um projeto onde licenciandos elaboram aulas de reforço para os alunos do ensino médio, o conteúdo destas aulas estão de acordo com o Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro.

Projeto Física Experimental na Escola: Tem por finalidade incentivar o uso de experimentos de física no ensino dessa disciplina, os experimentos elaborados geralmente estão vinculados aos conteúdos do currículo mínimo, estando assim de acordo com os conteúdos implementados em sala de aula no ensino médio.

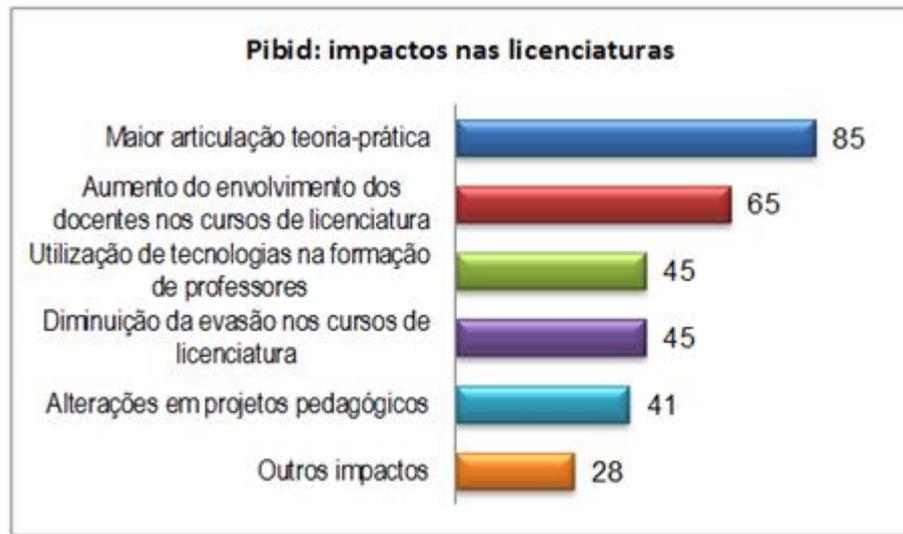
Projeto História e Divulgação da Ciência: Tem por finalidade de tratar sobre a HC no ensino e sua divulgação, inclusive interligando-a aos assuntos discutidos no grupo temático de física experimental na escola. A proposta descrita nesta tese foi desenvolvida com alunos participantes deste projeto no ano de 2013.

3.3.4 Justificativa para a escolha do programa PIBID

Como já comentamos o objetivo principal desta tese é identificar os obstáculos e motivações na transposição didática de episódios da HC no ensino no contexto da formação de professores visando superar as dificuldades encontradas. E para vivenciar tais desafios o licenciando teria que ter acesso a escola para poder atuar e vivenciar a inserção da HC em situações reais em sala de aula. O que está de acordo com o programa PIBID que possui dentre seus objetivos a inserção de licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino aprendizagem (BRASIL, 2012);

O relatório apresentado pela CAPES (2009/2011) ao realizar um levantamento com coordenadores e supervisores do PIBID sobre o impacto do programa nas escolas parceiras e nas instituições superiores aponta para:

Figura 3 - Impacto do PIBID nas licenciaturas.



Fonte: DEB (2014)

Como podemos ver, de acordo com o levantamento fornecido pelo relatório da CAPES (2009/2014) a principal contribuição do PIBID para as licenciaturas é a maior articulação teoria-prática, problema enfrentado em diferentes cursos de graduação e, neste particular, nas licenciaturas (SILVA, 2015). Segundo esse documento o PIBID contribui para que o formando adquira conhecimentos próprios da docência no espaço de sua futura atuação profissional: a escola. Nesse sentido, o programa colabora significativamente que a formação de professores seja potencializada no espaço escolar, trazendo novos elementos para os cursos de licenciatura.

Além desta consideração, entendemos que a opção de desenvolver esta proposta no contexto do PIBID, permite que o aluno seja mais dedicado ao desenvolvimento do trabalho, pois o licenciando recebe uma bolsa de incentivo da Capes e deverão cumprir 20 horas semanais de dedicação as atividades do programa.

Concordamos com Canteiro (2015) ao falar do PIBID, ele diz que o programa constitui uma das grandes possibilidades de inserção de abordagens inovadoras na formação de professores, e pode promover o fortalecimento da formação inicial, levando-se em conta as articulações entre os saberes disciplinares e curriculares e aqueles vivenciados pela prática escolar.

3.3.5 O perfil dos alunos do PIBID selecionados para o projeto.

A princípio ficou definido que o projeto História e Divulgação da Ciência teria três licenciandos. Ao longo deste texto os licenciandos serão chamados por letras a fim de preservar suas identidades. Todos os três eram alunos do 3º período da licenciatura. Ou seja, eram alunos que estavam cursando o segundo ano da licenciatura de física. Eram dois alunos do sexo feminino (Licenciando F e C) e um do sexo masculino (licenciando R). O licenciando R já atuava como professor de física em uma escola particular da região. Os outros dois nunca tinham exercido a docência.

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, entraram mais três licenciandos, totalizando seis futuros professores participantes do trabalho. Eram três alunos do sexo masculino, cursavam o terceiro período da licenciatura (licenciando W, T e E). A participação do licenciando W foi curta, e não chegou a realizar aulas no ensino médio.

4 PLANEJAMENTO DA PROPOSTA

Neste capítulo iremos tratar da escolha dos episódios históricos selecionados para serem adotados na proposta apresentada nesta tese, em seguida trazemos um breve resumo dos episódios e as justificativas para a escolha dos mesmos. Na sequência, apresentamos os materiais de leituras relacionados ao episódio. Em seguida discorreremos sobre trabalhos que selecionamos para serem discutidos com os alunos: documentos que norteiam a educação brasileira, artigos que tratam de estratégias na utilização da HC em sala de aula; artigos teóricos sobre a HC no ensino e por fim tratamos do método de estudos de caso.

Como já foi esclarecido anteriormente o programa PIBID possui supervisores que são professores das escolas públicas, designados a acompanhar os bolsistas de iniciação à docência. No caso da Universidade a professora responsável pelo subprojeto física forneceu os períodos que os alunos/licenciandos poderiam intervir no ensino médio, de acordo com a disponibilidade da escola. Geralmente as turmas do ensino médio escolhidas são as que as supervisoras atuam como professoras. A partir destas considerações, planejamos a proposta para ser desenvolvida em três etapas:

- Primeira Fase - estudo de trabalhos teóricos que tratam da abordagem da HC e dos documentos que orientam a educação Brasileira; estudo de artigos que apresentam diferentes estratégias que podem ser utilizadas com a HC e a adoção do método de estudos de caso.
- Segunda Fase - estudo do episódio histórico e planejamento das aulas, realização da transposição didática dos episódios históricos para as aulas do ensino médio, os licenciados deverão elaborar suas próprias aulas para poderem intervir no ensino médio
- Terceira Fase - a implementação das aulas.

Ao longo deste capítulo trataremos do planejamento de cada fase.

4.1 A escolha do tema.

A seleção do tema iniciou-se a partir da escolha das turmas que os licenciandos poderiam atuar. A supervisora atuava em turmas de 1º ano e 2º ano, este foi o ponto inicial para a definição do episódio. Um segundo critério para a

seleção do episódio é a adequação com conteúdos do Currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro (SEEDUC, 2012). Esse currículo foi implementado em toda a rede estadual do estado do Rio de Janeiro e segundo o próprio documento, sua finalidade é “orientar, de forma clara e objetiva, os itens que não podem faltar no processo de ensino aprendizagem, em cada disciplina, ano de escolaridade e bimestre” (SEEDUC, 2012, p.10). Com isso, pode-se garantir uma essência básica comum a todos e que esteja alinhada com as atuais necessidades de ensino, identificadas não apenas nas legislações vigentes, Diretrizes e Parâmetros Curriculares Nacionais, mas também nas matrizes de referência dos principais exames nacionais e estaduais.

A partir destas considerações selecionamos os seguintes episódios: A história da máquina a vapor e a A Evolução dos Conceitos de Mundo de Aristóteles às Teorias Atuais. Os episódios selecionados já haviam sido utilizados em trabalhos anteriores com boa recepção pelos alunos (ALVES, 2012).

4.1.1 Episódio 1: a história da máquina a vapor.

Instrumentos que transformavam energia térmica em energia mecânica existem desde a antiguidade, como, por exemplo, a máquina de Herão de Alexandria (50 a.C.-50 d.C.). Embora não tivesse nenhuma aplicação prática, pois sua utilização restringia-se a uma simples curiosidade, essa curiosidade mostrou que era possível produzir movimento através da energia térmica (BRAGA et al. , 2005). No século XVIII, a exploração das reservas de carvão, fez surgir a necessidade de um método econômico para bombear as águas das minas que ficavam inundadas, e que portanto, teriam de ser abandonadas. A máquina à vapor desenvolveu-se inicialmente para satisfazer a esta necessidade prática. De acordo com BRAGA et al. (2005) Thomas Savery (1650-1715) desenvolveu uma máquina que não precisava da força animal, a primeira máquina à vapor ou “máquina de fogo”, como ficou conhecida, que passou a ser utilizada em larga escala.

Uma das grandes desvantagens da máquina de Savery era a utilização do vapor a alta pressão do cilindro. Para corrigir o problema Thomas Newcoman (1663-1729), inventou uma máquina que utilizava um embolo que se movia no interior de um cilindro em 1712, a máquina de Newcoman representou uma síntese de diversos trabalhos que viam sendo realizados por vários engenheiros e filósofos naturais

ingleses e franceses. Newcoman manteve contato com Robert Hooke (1635-1703) encarregado da preparação de experimentos da Real Society de Londres, por carta os dois discutiam questões teóricas e técnicas, Hooke chegou a propor algumas soluções para a máquina de Newcoman (BRAGA et al. , 2005).

Com a popularização da máquina a vapor o estudo da terminologia passou a ser mais priorizado pelos filósofos naturais. Foram fabricadas diversas máquinas à vapor em miniatura vendidas nas Universidades Britânicas, com intuito de servir para atividades didáticas.

Outra máquina a vapor bastante desenvolvida teve origem no trabalho de James Watt, patenteada em 1769, a máquina a vapor tinha a eficiência e capacidade de aplicação em todos os tipos de indústria. Segundo Tavares (2008) devido à insegurança para os negócios, sua produção só produziu impacto no ritmo da produção industrial depois que o inventor se associou ao empresário Matthew Boulton. Outro homem importante na vida de Watt foi Joseph Black que desenvolveu a teoria do calor latente que seria decisiva nos trabalhos de Watt (TAVARES, 2008). Watt observou que a máquina de Newcomen desperdiçava a maior parte do calor no aquecimento das paredes do cilindro, que eram depois resfriadas sempre que a água fria era injetada para condensar o vapor. No início de 1765, Watt descobriu como se podia evitar este desperdício e concebeu um tipo modificado de máquina a vapor. Contido no cilindro, depois de efetuar o trabalho de empurrar o êmbolo, era admitido num recipiente separado para ser condensado. Com este sistema, o cilindro podia manter-se sempre quente e o condensador podia manter-se sempre frio. A invenção da máquina a vapor com condensador separado, superou a máquina de Newcomen, estimulou o desenvolvimento de máquinas que podiam fazer muitos trabalhos ou atividades fabris diversas, condução de locomotivas, barcos à vapor e assim por diante.

Atualmente, as máquinas a vapor já não são utilizadas como fonte direta de energia na indústria e nos transportes, mas o vapor é ainda indiretamente uma grande fonte de energia. A turbina a vapor, inventada pelo engenheiro inglês Charles Parsons em 1884, substituiu largamente outros tipos de máquinas a vapor mais antigas. Atualmente é por intermédio de turbinas a vapor que trabalham os geradores elétricos na maior parte das centrais elétricas. E são geradores elétricos movidos a vapor que fornecem a maior parte de energia para a maquinaria da civilização moderna, mesmo nas centrais nucleares, a energia nuclear é utilizada

para produzir vapor que depois move as turbinas e os geradores elétricos. O princípio básico da turbina de Parsons é mais simples do que o das máquinas de Newcomen e Watt: um jato de vapor de alta pressão toca as pás de um rotor, fazendo-o mover a alta velocidade.

4.1.1.1 O uso da máquina a vapor em barcos na região norte fluminense no final do século XIX.

Em 1834 foram publicados no jornal *Monitor Campista*¹³ reportagens que abordam a necessidade da vinda de barcos à vapor para esta região, mas especificamente na cidade de Campos dos Goytacazes, pois os barcos a vela muitas vezes não chegavam na costa desta cidade, devido a hidrologia que não favorecia este tipo de embarcação. Estas reportagens (ANEXO A) mostram que o barco à vapor era uma invenção moderna da época e que Campos necessitava desta modernidade, pois umas das conseqüências da impossibilidade da navegação dos barcos era a falta de mercadorias no comércio da cidade, prejudicando a economia de toda região.

De acordo com Rodriguez (1988), Alexandre Davidson era um grande empreendedor da época da região de Campos e foi o precursor dos navios a vapor na região. Em 1851 ele requereu a Câmara Municipal a concessão de colocar um guindaste no Rio Paraíba para ser construído uma ponte de embarque para serviço de barco a vapor e neste mesmo ano ele pede a Câmara a autorização para colocar este sistema de navegação na região (ainda não experimentado em Campos). Finalmente em 1852 Davidson construiu “a barca Goytacazes que naquele ano se encontrava toda embandeirada no Rio do Paraíba” (RODRIGUES, 1988) e fez sua primeira viagem até São João da Barra. Segundo relatos de época os escravos não estavam muito acostumados com este tipo de embarcação e muitos ao nadar no rio morreram nas manivelas da máquina a vapor dos navios. Depois de 1852 muitos outros barcos a vapor navegaram no Rio Paraíba: “A Rainha do Paraíba”, “Fluminense”, “Hermes” entre outros. E com estes navios também muitos acidentes aconteceram matando mais de 500 pessoas.

¹³ O Jornal *Monitor Campista* é o jornal mais antigo da região e o segundo jornal mais antigo do Brasil. Esteve em funcionamento entre os anos de 1834 -2009.

4.1.1.2 Os primeiros engenhos à vapor na região norte fluminense.

Em 1877 surgiu o primeiro engenho central construído no país, o Engenho Central de Quissamã, mostrando a importância da economia agro-açucareira da sociedade Fluminense perante o país. De acordo com Marchiori (1991), “A grande transformação por que passou a economia açucareira do país teve início nos finais do século XVIII. Isto porque, tendo sido estruturalmente organizada para exportação, começou a enfrentar a concorrência do açúcar de beterraba produzido pelos agricultores da Europa Central, bem como o açúcar de cana produzido em outras áreas coloniais, como Antilhas, Egito e Java”. Para a economia de Campos esta decadência não foi tão grave porque o açúcar produzido aqui não era exportado. Outros fatores vieram a piorar a produção de açúcar no país, como a falta de conhecimento dos profissionais do açúcar, a escassez de capitais, falta de estradas, os elevados impostos de exportação e carência de braços para trabalharem na produção.

Os engenhos centrais forneciam meios para que os senhores de engenho mecanizassem suas unidades produtivas, de modo que pudessem ser capazes de produzirem um açúcar de melhor qualidade, em maior quantidade e menor tempo. É importante deixar claro que os Engenhos Centrais eram extremamente modernos para a época. E foram muito importantes para o desenvolvimento da região. Mas também levou o empobrecimento de muitos pequenos produtores, pois mudou a relação de apropriação.

4.1.1.3 O contexto em que ocorreram os fatos históricos da vinda da máquina a vapor para Campos dos Goytacazes

No período em que ocorreram estes fatos históricos, o mundo estava passando por diversas mudanças provocadas pela Revolução Industrial. Período em que consistiu um conjunto de mudanças tecnológicas com profundo impacto no processo produtivo em nível econômico e social. Iniciada na Inglaterra em meados do século XVIII, expandiu-se pelo mundo. Essa transformação foi possível devido a uma combinação de fatores, como o liberalismo econômico, a acumulação de capital e uma série de invenções, tais como o motor a vapor.

Neste mesmo período Campos dos Goytacazes também estava passando por diversas mudanças. No ano de 1835 Campos estava deixando de ser vila e se

tornando cidade, eram sete mil e poucos habitantes na região, “Com dúzia e meia de ruazinhas estreitas e tortuosas iluminadas com 74 lampiões azeite de peixe”(SOUZA, CYCLO AUREO).

Neste mesmo período crescia também a força de trabalho escravo nos engenhos, em 1820 havia 400 engenhos na região o que fazia de Campos a principal cidade do norte fluminense de acordo com Auguste de Saint-Hilaire.

A partir de sua elevação para condição de cidade, Campos dos Goytacazes passou a se desenvolver rapidamente. Em 1837 Davidson, um grande empreendedor da época, fabricava máquinas a vapor (o que era raro para época) em sua oficina, desde os moldes até o último parafuso na região. Em 1844 era inaugurada a primeira livraria da cidade “O Livro Verde”, a mais velha livraria do Brasil. Em 1852 o vapor “Goytacazes” construído por Davidson (com capacidade para 340 passageiros) realizava a sua primeira viagem de Campos a São João da Barra. Em 1869 Campos celebrava o contrato para a construção da ponte de ferro sobre o Rio Paraíba (a primeira ponte construída sobre este Rio). Em 1869 foi inaugurada a primeira linha telegráfica, fazendo a ligação de Campos ao Rio de Janeiro. Mostrando o prestígio dos campistas perante a corte. Em 1873 a locomotiva chamada “Campos” era inaugurada e fazia sua primeira viagem da rua do Príncipe (uma rua importante da cidade) até o jornal O Monitor Campista, neste mesmo ano os campistas inovam mais uma vez, e inauguram um hipódromo, mostrando a soberania da cidade em relação as outras cidades do país.

4.1.1.4 Os aspectos que podem ser explorados no primeiro episódio

Trata-se de um episódio que salienta aspectos locais, relacionando a HC com a cultura local (ROUXINOL NETO, 2007). Além disso, outros aspectos da natureza da ciência podem ser explorados com a utilização deste episódio:

- O caráter coletivo da ciência
- A tecnologia influencia no desenvolvimento científico e vice-versa
- A ciência se desenvolve por pessoas comuns.
- A valorização da cultura local
- Existe a influência de fatores não-científicos na construção da ciência e da tecnologia

É um episódio que mostra as relações que se estabeleceram entre as consequências do desenvolvimento tecnológico da máquina a vapor, a economia local e a sociedade de Campos dos Goytacazes (ALVES, 2012). Zanetic (1989) comenta a importância da interação da física com a organização social e com a cultura. Diz que a física sofreu influências profundas da organização reinante nos diferentes períodos históricos, bem como influenciou os mais diversos aspectos da vida social: seu papel na indústria, comércio e organização militar, que enfatiza a dimensão sócio-econômica é o que costuma ser salientado, porém, sua influência nos demais setores culturais também não pode de forma alguma desprezível (ZANETIC, 1989).

Apesar de a física fazer parte de vários dos fenômenos e tecnologias presentes nos diversos setores das sociedades e de dar explicações sobre vários acontecimentos ao nosso redor, ela é despersonalizada e descaracterizada quando transplantada para o ensino. Isso faz com que a física fique mais distante do âmbito da cultura. Mostrar como os conhecimentos físicos influenciaram na sociedade por meio dos avanços tecnológicos ao longo da história, inclusive a local é uma estratégia para uma melhor formação científica do estudante. De acordo com Neto (2007):

Deve haver a possibilidade de se tratar do desenvolvimento da física no Brasil e suas relações com a nossa sociedade no ensino da física. Eles se constituem em assuntos de vanguarda, tanto no que diz respeito aos conteúdos da disciplina quanto na relação da física com os aspectos sociais locais. A ausência de um recorte nas questões que relacionam a cultura científica do país no ensino da física poderá contribuir para que a ciência no país seja percebida pelos cidadãos como desligada das necessidades e questões sociais do país (ROUXINOL NETO, 2007, p. 6).

É importante tratar o ensino de ciências também considerando suas características culturais e sua significação local. De acordo com Zanetic (1989: p. 25): “A interação da física com a organização social e cultural é um aspecto fundamental na transformação do papel do ensino de física.” De acordo com este autor a HC é um caminho dinâmico e fértil que pode contribuir para tratarmos de assuntos referentes à física no Brasil, levando em consideração alguns dos aspectos sociais do desenvolvimento científico. “Ela nos fornece a opção de tratar da evolução conceitual e metodológica dos conteúdos vinculados, de certa forma, à sociedade brasileira” (ZANETIC, 1989, p. 24).

4.1.2 Episódio 2- Cosmologia: de Aristóteles as teorias atuais.

No início do século XVI, o universo era considerado como sendo finito e hierarquizado. Esta concepção foi consolidada pelo que podemos denominar de tradição aristotélico-ptolomaica e se justifica a partir da concepção de centralidade e imobilidade do planeta Terra (BRAGA et al. , 2008). Tal pressuposto remonta às origens do pensamento grego antigo com os pré-socráticos, que iniciaram o estudo acerca da natureza. Os pré-socráticos¹⁴, por volta do século VI a.C. foram os primeiros estudiosos a indagar sobre um princípio primeiro (arché) que explicasse a diversidade da natureza. Segundo Lo Sardo (2007), a indagação sobre o movimento e a posição dos corpos celestes se inicia com os pitagóricos, segundo o autor o pitagórico Filolau formulou, na segunda metade do século V a.C, uma teoria completa dos planetas: “um fogo central, sede de Zeus e gerador do cosmo, entorno ao qual rodava nove corpos divinos: AntiTerra, Terra, Lua, Sol, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. Tudo era fechado pelas esferas das estrelas fixas” (LO SARDO, 2007, p. 61, tradução nossa).

A concepção de que o universo e a Terra tinham a forma de esfera, era reforçada pelo discurso matemático e pelo princípio de observação, pois sendo o Sol e a Lua esféricos, seria possível concluir que a Terra também o era. Com o desenvolvimento da matemática, a explicação dos fenômenos celestes exigia uma correspondência entre as observações realizadas sobre a trajetória dos corpos celestes e o cálculo geométrico-matemático. Mas a observação dos corpos celestes e a representação de suas trajetórias por meio do cálculo matemático geravam dificuldades, uma vez que as trajetórias dos corpos celestes apresentavam certa desordem quando confrontadas umas com as outras, pois, em algumas observações, os planetas apareciam grandes e em outros momentos pequenos, ou então desenvolviam trajetórias com movimentos diversos, algumas vezes velozes e em outros momentos mais lentos (BRAGA et al. , 2008). Portanto, não havia uma uniformidade na aparência, nem tampouco, no movimento. Somente a partir da elaboração de modelos cosmológicos mais amplos, inicialmente com Platão (427 - 347 a.C.) e, posteriormente, com Aristóteles (384 - 322 a.C.), os quais elaboraram uma teoria metafísica sobre a estrutura do cosmo como algo perfeito, imutável e

¹⁴ Os pré-socráticos é o nome pelo qual são conhecidos os filósofos da Grécia antiga que, como sugere o nome, antecederam a Sócrates.

eterno. O cosmo aristotélico era diferente do cosmo de Platão, que apresentava a formação do universo a partir de um construtor ou ordenador, Aristóteles parte da análise da natureza do universo, dos elementos que o constituem, chegando a uma constatação: “nós vemos, porém, que o céu executa uma rotação circular, e estabelecemos com o raciocínio, que o movimento circular é próprio de um corpo realmente existente” (BRAGA et al. , 2008, p.25). O primeiro elemento ao qual se refere é o corpo, e corpo é aquilo que é divisível segundo todas as dimensões: ponto, linha e superfície. Para Aristóteles, a discussão sobre a natureza se inicia pelo movimento que os corpos simples desenvolvem, ou seja, os quatro elementos (ar, fogo, água e Terra), os quais desenvolvem movimentos retilíneos para cima ou para baixo. Cada um tem o seu contrário por natureza, o alto ou baixo e vice-versa. O movimento circular, por sua vez, é contínuo e perfeito, pois não há um contrário, já que ele é inalterável, eterno. Com efeito, para Aristóteles o universo só seria mensurável e passível de descrição se fosse considerado finito. Sendo o universo finito, ele concluiu que o corpo que se move circularmente não é nem ilimitado nem infinito, mas tem um fim.

Assim, o universo tem a seguinte estrutura para Aristóteles: fechado, esférico, finito, hierarquizado, composto de esferas cristalinas homocêntricas girando eternamente ao redor da Terra imóvel. Todos os elementos que compõem o cosmo, a posição que eles ocupam no mesmo e o movimento que desenvolvem se justificam pelo que Aristóteles denominou de “o lugar natural que ocupam”. Em contra partida Platão justificava o movimento do cosmo pela existência de uma alma divina, Aristóteles justifica o movimento do cosmo como algo intrínseco à natureza do próprio elemento, a inteligibilidade das coisas reside agora nas coisas mesmas, isto é, trata-se de um mundo inteligente sem alma. O motor imóvel, que engendra todo o movimento, está fora do mundo, ou seja, está fora do circuito do que se move, e assim ele explica a origem e a existência do movimento (BRAGA et al. , 2008). De Aristóteles, temos duas obras em particular que tratam do cosmo: sobre o Céu e a física. Em ambas, ele analisa as ideias e princípios cosmológicos elaborados pela tradição que o antecedeu, inclusive a proposta de Platão, evidenciando os erros e as inconsistências de tais teses (LOPES, 2001).

Segundo Lopes (2001) para Aristóteles, os astros não possuíam movimento próprio, mas eram fixados nas esferas e estas desenvolviam um movimento circular: “são os cercos a mover-se, enquanto os astros são privados de movimento próprio e

se movem enquanto são fixados nas esferas”. Aristóteles concluiu, assim, que o universo, por desenvolver uma trajetória circular, era ausente de geração e corrupção, e, com isso, de acréscimo e diminuição, representou a ordem do céu como sendo eterna e imutável. Claudio Ptolomeu (100 – 178 d.C.) apresentou um novo sistema astronômico, baseado nos “deferenti eccentrici e degli epicicli” em substituição ao sistema das esferas ou círculos homocêntricos, com o intuito de reduzir as irregularidades do movimento dos astros (LOPES, 2001). Tais ideias são apresentadas no *Almagesto*¹⁵, um tratado astronômico sobre o movimento dos astros e de cada planeta individualmente. Ptolomeu também desenvolveu um estudo sobre os fenômenos celestes, identificando as irregularidades do movimento dos planetas e apresentando uma explicação, por meio dos epiciclos e dos deferentes, de modo a conservar a teoria de o Movimento Circular Uniforme. Este modelo matemático-geométrico representava o cosmo aristotélico, compreendendo todas as irregularidades menores que as observações havia feito emergir, de modo a produzir em cada caso a redução ao movimento circular uniforme. No modelo ptolomaico, os planetas se movem num epiciclo com velocidade uniforme. Com isso, o movimento de cada planeta passa a ser explicado a partir da ideia de que desenvolvem um movimento uniforme ao longo de um círculo denominado de epiciclo, e o seu centro desenvolve uma trajetória em torno de outro círculo, denominado de diferente, tendo como referência o centro do universo, o planeta Terra, sempre imóvel.

Entretanto, houve um avanço do conhecimento astronômico e matemático sobre o universo no período que separa Aristóteles de Ptolomeu, em particular com as ideias de Arquimedes (287 a.C. – 212 a.C.) e Hiparco (190 a.C. – 120 a.C.), fazendo com que ganhasse força, por exemplo, a ideia relativista do movimento em oposição à ideia do movimento circular uniforme. Mas com a fundamentação matemática oferecida por Ptolomeu, a cosmologia aristotélica é retomada e a ideia do movimento circular e uniforme se manteve inalterada e aceita como incontestável até a segunda metade do século XVI, quando surgem fortes indícios astronômicos que permitiram o desenvolvimento e a adesão a novas teorias; entre tais fenômenos podemos citar o aparecimento da estrela nova em 1572 na constelação de

¹⁵ *Almagesto* foi escrito pelo Astrônomo Cláudio Ptolomeu (sec. II d.C) com título original “A coleção Matemática” composto por 13 livros, foi considerado o livro mais importante o assunto até o Renascimento (superado pelo Heliocentrismo de Copérnico). Na Idade Média o livro foi traduzido ao árabe que o chamou de *Al – Magisti-* “o maior”, posteriormente a latinização do termo gerou o *Almagesto*.

Cassiopeia e o cometa de 1577. Segundo Lo Sardo (2007) Ptolomeu foi um ótimo matemático e um extraordinário astrônomo, mas faltava-lhe o espírito inovador e a capacidade especulativa dos seus predecessores, tanto que ele mesmo se apresentava como um continuador e um sistematizador do pensamento dos seus antecessores.

Tycho Brahe, (1546-1601) astrônomo dinamarquês, fez importantes observações sobre a estrela denominada de nova que “surgiu” no céu em 1572. O surgimento desse fenômeno celeste foi um dos mais relevantes para a astronomia, pois colocava em dúvida o modelo aristotélico-ptolomaico do universo, que se apoiavam na imutabilidade da região lunar.

No início desta secção mostramos que a filosofia platônico-aristotélica definiu o cosmo como sendo finito, imutável, imperecível, perfeito, esférico, apresentando ainda uma distinção entre o planeta Terra, que se encontrava no centro do universo, e os outros elementos celestes. Ptolomeu corrobora essa ideia sobre a estrutura do cosmo ao apresentar o cálculo matemático do movimento dos corpos celestes, partindo do pressuposto da esfericidade do céu e da centralidade e imobilidade da Terra. Este matemático considerava a teoria dos epiciclos somente como um meio para calcular as posições aparentes dos planetas, sem pretender representar o verdadeiro sistema do mundo. A relação entre a filosofia e a astronomia se manteve harmônica a partir de Eudoxo, com a inserção da distinção entre o âmbito de discussão sobre a estrutura do cosmo aceita como sendo de competência da filosofia ou da física. Enquanto isso, o saber astronômico justificaria, por intermédio do cálculo matemático, tal estrutura. Ptolomeu não discute a estrutura cósmica, seja a platônica ou a aristotélica, mas as referenda por meio do cálculo matemático (BRAGA et al. , 2008).

Segundo Gilson (1995, p. 01), nos primórdios da história do cristianismo, o contato entre os cristãos e a filosofia grega não se deu de modo linear, ou seja, o contato com esse saber pagão teve tanto uma posição de condenação, mas também de absorção, ao utilizá-lo em função da apologética cristã, seja pelos padres gregos como pelos latinos. Uma das características da cristandade foi à defesa do seu livro sagrado, as escrituras, e as suas interpretações ali contidas foram utilizadas como referencial a partir do qual todo o conhecimento deveria ser construído ou associado. Com isso, uma teoria só seria aceita se estivesse de acordo com os ensinamentos ali expostos, caso contrário deveria ser refutada e até mesmo

desprezada. O conhecimento filosófico perdeu, com isso, sua autonomia e liberdade de expressão e será, ao longo de séculos submetido aos postulados defendidos pelo cristianismo. Segundo Gilson (1995), com relação ao tema cosmológico, os cristãos não aceitavam a tese de que o mundo ou a Terra fossem esféricos, nem que o universo fosse geocêntrico, pois consideravam a Terra como um corpo. Brahe, entretanto, não chegou a formular uma teoria que refutasse o geocentrismo, mas apresentou uma nova configuração para o mundo, na qual o Sol se movia ao redor da Terra e os outros astros ao redor dele, permanecendo assim no modelo geocêntrico (no qual a Terra se encontra no centro do Universo).

Ainda segundo Gilson (1995), durante todo o período medieval os teólogos continuaram a defender as escrituras como base para a rejeição da esfericidade da Terra, considerada por eles uma blasfêmia. Somente a partir do século IX, em especial com a influência de Carlos Magno (768-814), inicia-se um retorno à discussão cosmológica tendo como referencial o pensamento grego.

Gilson (1995) comenta que no século XII, começam a surgir em particular na França, as primeiras traduções de algumas obras de Aristóteles, provavelmente traduzidas do siríaco e do árabe para o latim, precedidas de comentários de Alexandre di Afrodisia e Simplício. Mas, no início do século seguinte, precisamente no ano de 1209, no concílio ocorrido em Paris, ocorreu a proibição da leitura, tanto pública como privada, dos livros de Aristóteles e dos seus comentadores sobre o tema da filosofia natural. Este ambiente marcado pelo conflito entre as sagradas escrituras e os textos laicos gerou uma tensão entre os padres que procuravam defender o texto bíblico e aqueles que consideravam impossível conciliar o Antigo Testamento com os textos filosóficos.

Entretanto, os estudos realizados por Tomás de Aquino (1224-1274), em especial o seu comentário à obra Sobre o Céu, e a tradução direta do grego das obras de Aristóteles, contribuíram para que, inicialmente, tal proibição fosse parcialmente revogada no ano de 1254, quando se determinou um número de horas durante a semana que poderiam ser destinadas ao estudo dos textos aristotélicos. A proibição, e posteriormente o seu relaxamento, contribuiu, de uma certa forma, para o retorno do interesse pela filosofia aristotélica, que se consolidou tanto em Paris como em outros centros culturais pelos próximos quatro séculos seguintes (BRAGA et al. , 2008). No entanto, a ideia de uma cosmologia aristotélico-ptolomaica remonta ao período do Renascimento, pois quando no período Escolástico se retoma o

estudo dos textos de Aristóteles, principalmente com Tomás de Aquino, a astronomia de Ptolomeu não a acompanha de imediato. É somente no século XIV que a ciência astronômica ressurgiu no ocidente.

Com a obra “Sobre as Revoluções das Órbitas Celestes” de Nicolau Copérnico (1473-1543), iniciou-se uma grande reviravolta em relação ao modelo geocêntrico aceito até então. Nicolau Copérnico foi um matemático que defendeu a astronomia como o resultado da contribuição de dois grupos: o dos filósofos da natureza e o dos matemáticos, os quais, como já salientamos, eram concebidos como distintos. Neste sentido, ele não defendeu a sua teoria apenas como hipótese matemática, baseada exclusivamente no cálculo matemático, mas sim como realidade física (LOPES, 2001). É a partir, portanto, desses dois referenciais que ele apresenta uma nova estrutura do cosmo. O objetivo principal da sua obra Sobre as Revoluções consistiu em apresentar um novo sistema astronômico, tendo como ponto de partida a ideia de que a Terra não era o centro do Universo e que ela desenvolvia, assim como os outros planetas, uma trajetória em torno ao Sol, o qual passa a ocupar o centro do sistema.

Segundo Copérnico, essa mudança de posição resolvia muitos problemas astronômicos até então considerados insolúveis, já que as tentativas de resolvê-los com base no sistema anterior, aristotélico-ptolomaico, só criavam mais dificuldades. A astronomia copernicana atinge diretamente a ordem como o cosmo era descrito pela tradição. Nesse sentido, escreve Copérnico: não hesitamos em aceitar que tudo que se encontra no mundo sublunar e também o centro da Terra, gira em torno do sol. Mas, segundo Lopes (2001), a obra de Copérnico não é o resultado de extensas observações empíricas, pois não há no texto uma referência a um plano de trabalho que indique uma ampla observação do céu. O célebre astrônomo faz referência a vinte e sete observações feitas por ele, mas a pesquisa teve uma duração de mais de trinta anos.

Esta é uma de suas posições mais polêmicas, pois não só contradizia a astronomia da época como colocava em dúvida a interpretação que os teólogos davam acerca da estrutura e da ordem cósmica, ao afirmarem, a partir das sagradas escrituras, que a Terra era imóvel. Neste sentido, a discussão sobre o movimento da Terra era inusitada do ponto de vista astronômico e, sobretudo, inconveniente do ponto de vista religioso. Copérnico era consciente das possíveis consequências que a sua obra poderia suscitar, tanto que escreveu um prefácio dedicado ao Papa

Paulo III, no qual expõe as suas preocupações, mas, ao mesmo tempo, afirmava a importância da sua teoria.

O filósofo italiano Giordano Bruno (1548-1600), foi um dos defensores da teoria copernicana, além de acreditar que no universo havia outros sistemas (como o solar) e que existiam também outros planetas com outras vidas (extraterrestres). Por explicar essas opiniões e bater de frente com a Igreja, ele foi morto na fogueira, servindo de exemplo para muitos que queriam defender a teoria de Copérnico. Esse tipo de morte fez com que muitos cientistas temessem mostrar sua opinião a favor do Heliocentrismo. Giordano acabou se tornando conhecido pela sua conduta de defender suas ideias até a morte. Para a Igreja, a ideia de que a Terra estava no centro do sistema era muito bem aceita. Pelo fato de acreditar ser o homem, o filho e a imagem e semelhança de Deus, ela argumentava que o divino não colocaria o ser humano em um local “secundário”, e sim no centro. No início do século XVII, o astrônomo, matemático e físico italiano Galileu Galilei (1564-1642) ficou sabendo que estavam vendendo um instrumento óptico com duas lentes e um tubo que conseguia enxergar tudo mais de perto. Assim, Galileu interessou-se e partiu para construir seu próprio instrumento, a luneta, que ele descreveu na citação:

Em primeiro lugar, preparei um tubo de chumbo em cujos extremos adaptei duas lentes de vidros, ambas planas em uma face enquanto a outra face era convexa em uma lente e côncava na restante. Assim, com o olho na côncava, vi os objetos tão grandes e próximos que pareciam três vezes mais próximos e nove vezes maiores que quando observados apenas com a visão natural. Mais tarde, fiz outro melhor, que representava os objetos mais de 60 vezes maiores. Por fim, não medindo nem gastos nem fadiga, consegui fabricar um instrumento tão excelente que as coisas vistas com ele pareciam quase mil vezes maiores e mais de 30 vezes mais próximos que quando observados com a faculdade natural (LOPES, 2001, p.33).

Com esse instrumento, Galileu Galilei, em 1609, conseguiu enxergar crateras e montanhas na Lua, e no ano de 1610, quatro satélites em Júpiter, que foram publicadas no seu livro Mensageiro das Estrelas:

Aqui estão, pois, quatro estrelas as quais, com movimentos díspares entre si, realizam seus cursos e órbitas em torno da estrela Júpiter, a mais nobre de todas, como unânime acordo, grandes revoluções em torno do centro do mundo, isto é, em torno do Sol (LOPES, 2001, p.50).

Após cuidadosas e repetidas inspeções, Galileu deduz que superfície da Lua e dos demais corpos celestes não é, de fato, lisa, uniforme e de esfericidade exatíssima como tem ensinado uma numerosa corte de filósofos, mas que, ao

contrário, é desigual, rugosa e cheia de cavidades e proeminências, não diferente da própria face da Terra, que apresenta, aqui e ali, as cristas das montanhas e os abismos dos vales.

Com essas descobertas, ele bateu de frente com as ideias Aristotélicas-Ptolomaicas que diziam que os astros eram perfeitos e que as órbitas deles eram em superfícies concêntricas. As crateras e montanhas na Lua “quebravam” a defesa da perfeição, os satélites de Júpiter “furavam” as superfícies das órbitas e também dava força ao Heliocentrismo (modelo em que o sol se encontra no centro do Universo), que dizia que junto com a Terra ia a Lua em torno dela. Galileu é considerado por muitos o pai da física Moderna. Outra ideia de Galileu foi à contra-argumentação a defesa dos Aristotélicos, que diziam que se a Terra não fosse fixa, quando um objeto fosse jogado para cima, estando a pessoa, principalmente, em movimento, esse corpo lançado deveria cair atrás dela. Já que este astro em movimento iria deslocar a pessoa junto a ele, tirando-o do local aonde a pedra iria cair. Esse cientista passou a inserir a ideia do movimento por inércia e mostrou, por meio de alguns experimentos, que o corpo voltava para mão da pessoa na experiência citada, sendo esta ideal em um local sem ar. Mas, mesmo com ar, foi possível “provar”.

Galileu chegou a ser proibido de escrever qualquer obra que falasse sobre o sistema Heliocêntrico. Mas o Papa Urbano VIII, que tinha sido nomeado há pouco tempo, no ano de 1624, deixou-o escrever um livro que pudesse falar sobre a teoria de Copérnico, porém de forma hipotética. Galileu então escreveu o livro Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano. Nele havia três personagens. Um defendia a ideia do autor (Salviati), o segundo (Simplício) era Aristotélico e o último (Sagredo) era um “leigo”, que no final aceitava os argumentos do primeiro personagem. O Papa se sentiu ofendido em algumas passagens do livro, que ridicularizava alguns argumentos de Simplício. O Papa chegou a elogiar o cientista algumas vezes, antes de intimá-lo à inquisição (BERNAL, 1976).

Galileu participou de algumas inquisições, e, em várias delas, conseguiu sempre se defender da acusação de ser herege, sendo um dos grandes motivos o de defender a teoria do Heliocentrismo. Mas, em uma delas, depois de ser ameaçado, na inquisição, foi mostrado a ele alguns instrumentos de tortura, o que levou Galileu a negar suas ideias e a ter que escrever sua abjuração, ficando preso até o dia da sua morte. Para Bernal (1976), nem todos os católicos foram a favor do

que aconteceu no julgamento de Galileu. Dos países que seguiam o catolicismo, quase todos foram contra essa decisão.

Esse episódio fez alguns cientistas se prevenirem mais ainda com suas publicações e suas defesas. Um exemplo foi o francês René Descartes, que, provavelmente, fez algumas alterações no seu livro Sistema do Mundo depois que ficou sabendo do que aconteceu na Itália com Galileu. No ano de 1992, quase 350 anos depois de ter sido condenado e preso pela inquisição, a Igreja católica, por meio do papa João Paulo II, fez um pedido de desculpa em nome da instituição pelo Caso Galileu.

Segundo Braga et al (2008), até a década de 1920, o espaço era normalmente visto como um lugar vazio, sereno e estático. As estrelas se distribuía pelo universo, com planetas girando ao redor do Sol. A grande maioria dos modelos cosmológicos atuais tem como premissa básica a hipótese de que a interação entre corpos do universo é de origem gravitacional. Hoje, a teoria mais aceita para explicar essa interação, utilizada em quase todas as teorias cosmológicas, é a relatividade geral. Contudo, mesmo antes de seu desenvolvimento, houve algumas explicações do comportamento do universo como um todo, utilizando a gravitação newtoniana.

Segundo a teoria formulada por Isaac Newton (1643-1727), a gravidade é uma força de atração entre corpos que têm massa. No entanto, se a força da gravidade é sempre atrativa, é um problema explicar a estabilidade do universo. Newton já havia percebido este problema, que a partir de agora chamaremos de “o problema da estabilidade do universo”. Numa tentativa de solução, ele propôs que o universo seria infinito, com infinitas estrelas cercando certo corpo. Assim, a força gravitacional total se anularia. No modelo newtoniano a distribuição de estrelas seria homogênea, as distâncias entre elas seriam iguais, assim como a massa de cada estrela (MARTINS, 2004).

Agora imagine que, por um motivo qualquer, uma estrela saia do lugar e se choque com outra, formando uma estrela com o dobro da massa. Essa estrela tenderá a atrair mais as estrelas ao redor. Essa pequena instabilidade já seria suficiente para fazer com que as estrelas fossem se agrupando cada vez mais e o universo acabaria entrando em colapso.

Portanto, Newton, não encontrou uma solução para o “problema da estabilidade do universo”. Alguns autores propuseram posteriormente alterações, na fórmula matemática da força gravitacional, como os teóricos alemães Carl Von Neuman (1832-1925) e Hugo Von Seeliger (1849-1924), que no fim do século XIX, estes autores propuseram uma queda exponencial da força gravitacional com a distância. E sugeriram de forma independente que o universo seria infinito (seguindo a tradição newtoniana), mas que a quantidade de matéria seria finita. Segundo Lopes (2001) Seeliger, que era matemático, estudou contagens estatísticas de estrelas, chegando à conclusão de que a densidade de estrelas tenderia a zero para distâncias maiores do que aproximadamente 8000 anos luz do nosso Sistema Solar, ou seja, que praticamente só existiria matéria nas nossas vizinhanças do universo. As regiões mais distantes seriam vazias.

Este tipo de universo ganhou suporte observacional com os trabalhos do astrônomo alemão Jacobus Kapeteyn (1851-1922), que a partir de uma série de observações em chegou à conclusão de que universo visível (ou seja, contendo estrelas) seria idêntico à Via Láctea. Não se acreditava que existissem estrelas além da nossa vizinhança. Dessa forma, vemos que havia uma cosmologia científica antes do século XX, baseada na gravitação newtoniana, mas ela era bem diferente da cosmologia atual. Uma diferença fundamental é a relatividade geral desenvolvida pelo físico alemão Albert Einstein (1859-1955). Não se pode dizer que Einstein inventou a cosmologia, mas ele contribui para o estabelecimento das bases matemáticas necessárias para os desenvolvimentos seguintes: uma nova teoria física para o tratamento de fenômenos gravitacionais que ficou conhecida como relatividade geral (VIDEIRA e RIBEIRO 2004, p. 520). Em 1917, Einstein desenvolveu uma teoria cosmológica, tentando explorar os resultados das equações da relatividade geral para o universo como um todo. No entanto, persistia o problema sobre a estabilidade do universo, que já havia sido percebido por Newton. De acordo com o modelo de Einstein, o universo não poderia ser estático, já que permanecia sem solução a questão da “estabilidade do universo”. Todas as galáxias causam curvaturas no espaço-tempo, por que todas não se juntam em um ponto só, criando um colapso no universo? Para resolver este problema ele introduziu em suas equações um fator chamado constante cosmológica, que representa um tipo de repulsão, equilibrando a atração gravitacional e permitindo a existência de um universo estático, em equilíbrio (MARTINS, 1994).

Einstein publicou seu famoso modelo de universo com a constante cosmológica, acreditando que sua solução seria a única possível. Contudo, no mesmo ano Willem De Sitter (1872-1934), um matemático, físico e astrônomo holandês, publicou outra solução para as equações de Einstein, que hoje é conhecida como modelo de universo de De Sitter. Trata-se de um universo semelhante ao de Einstein: estático e finito, porém sem matéria (VIDEIRA e RIBEIRO, 2004). A solução de De Sitter também envolvia a constante cosmológica, cujo efeito seria equivalente a uma força repulsiva, numa analogia newtoniana.

Como em 1917 estava acontecendo a Primeira Guerra Mundial, a relatividade geral não ficou muito conhecida fora da Alemanha. No entanto, uma vez que a Holanda manteve-se neutra durante a guerra, De Sitter pôde manter contato com Einstein e agiu como um diplomata, divulgando a relatividade geral para os países de língua inglesa.

4.1.2.1 Teorias atuais sobre a origem do universo

Segundo Martins (1994) Vários autores propuseram teorias para explicar a formação inicial dos elementos químicos, antes da criação das estrelas. Uma das teorias mais famosas foi a do “Big Bang” (grande explosão), proposta em 1947 por George Gamow. Ele admitiu um modelo relativístico do universo em expansão, utilizando os cálculos que havia sido feitos vinte anos antes por Lemaître, Friedmann, Walker, Tolman e Robertson. Supôs o início do universo com uma densidade enorme, a uma altíssima temperatura. Esse material inicial conteria partículas como nêutrons ou prótons, e radiação gama de alta energia. Pode-se supor que o estágio inicial do universo correspondia a uma densidade praticamente infinita de matéria e de radiação. À medida que o universo se expande, a densidade da matéria “ D_m ” diminui (porque ela vai se espalhando) e a densidade de radiação “ D_r ” diminui ainda mais rapidamente, porque, além dela se espalhar, a temperatura T do universo vai diminuindo. Gamow utilizou as seguintes equações, desenvolvidas na década de 1930 por Richard Tolman:

$$T = (1,52 \times 10^{10} \text{ K}) / \sqrt{t}$$

$$D_m = (4,83 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^3) / t^2$$

$$D_r = (4,5 \times 10^5 \text{ g/cm}^3) / (\sqrt{t})^3$$

“t” é o tempo que passou desde o “início” do universo, contado em anos. Segundo essa teoria, portanto, a temperatura média do universo vai diminuindo, à medida que ele se expande. De acordo com as equações, no instante $t = 0$ a temperatura e a densidade seriam infinitas (MARTINS, 1994).

Depois de um centésimo de segundo do início da expansão, a temperatura do universo devia ser de 10 bilhões de Kelvin. A essa temperatura, os prótons e nêutrons colidem a alta velocidade, e podem começar a se prender e formar núcleos de hidrogênio pesado e de hélio. Mas não se pode dizer que exista matéria, propriamente dita.

Segundo Martins (1994) enquanto a temperatura ainda é muito alta, os elétrons não ficam presos aos átomos: a radiação tem energia suficiente para arrancar qualquer elétron que se ligue a um núcleo. Mas, quando a temperatura baixa, a radiação vai ficando cada vez mais fraca, e quanto à temperatura é de aproximadamente 3.000 Kelvin, formam-se átomos estáveis.

A matéria e a radiação praticamente se separam uma da outra. De acordo com a teoria do “Big Bang”, isso deve ter acontecido quando o universo era uma 1.000 vezes menor do que hoje, e quando havia se passado 700.000 anos desde o início da expansão. É a partir desse instante que a matéria poderia começar a se aglomerar e formar grandes nuvens de gases, aonde poderiam surgir galáxias (MARTINS, 1994, p. 161)

A teoria do “Big Bang” tinha alguns problemas, no entanto. O primeiro estava relacionado ao processo de criação dos elementos. De um modo geral, a teoria explicava a abundância dos elementos, mas Enrico Fermi notou dificuldades quando fez um estudo mais detalhado do processo inicial.

Imediatamente após a proposta do modelo do “Big Bang”, surgiu uma outra teoria cosmológica completamente diferente. Ela foi elaborada em 1948 por Hermann Bondi, Thomas Gold e Fred Hoyle. Ela supõe que o universo nunca foi e nunca será diferente do que é agora: nunca houve um estado passado de

concentração e explosão, nem haverá um estado futuro de dispersão e morte do universo.

Essa proposta radical, chamada “teoria do estado estacionário”, admite que as galáxias estão se afastando umas das outras; mas interpreta de um modo diferente esse distanciamento. Se o número de galáxias for constante, é claro que esse aumento de distância indica que no futuro a densidade média do universo será menor e que, no passado, a densidade era maior. Mas a teoria do estado estacionário supõe justamente que o número de galáxias do universo não é constante. À medida que elas se afastam umas das outras, ocorre a criação de matéria no espaço entre as galáxias. Essa criação de matéria é muito lenta, mas contínua, e vai aos poucos acumulando uma massa de gás no espaço. Depois que esse gás aumenta, ocorre a formação de novas galáxias e estrelas; e assim por diante. De acordo com a teoria do estado estacionário, a densidade do universo “D” e a constante de Hubble “H” possuem valores constantes, que estão relacionados entre si pela equação:

$$H = (8\pi/3)GD,$$

“G” é a constante de gravitação. Supondo-se que o inverso da constante de Hubble (1/H) tem um valor de 2 bilhões de anos, a densidade média do universo seria igual a 4×10^{-30} g/cm³. A teoria do estado estacionário prevê que a rapidez de criação de matéria no espaço (dm/dt) seria proporcional ao volume V considerado, à constante de Hubble H e à densidade média D do universo:

$$dm/dt = 3DVH$$

O valor dessa criação de matéria seria de alguns poucos átomos de hidrogênio em cada milhão de anos, em um volume de 100 metros cúbicos. Essa teoria do estado estacionário viola as leis de conservação da energia e da massa (MARTINS, 1994). Nesse sentido, ela se afasta dos conhecimentos físicos existentes, e só poderia ser aceita se houve algum motivo muito forte para isso. Um dos motivos pelos quais ela foi proposta foi a discrepância entre a idade da Terra e a idade do universo nos modelos do tipo “Big Bang”.

Na teoria do estado estacionário, o universo tem uma idade infinita; a matéria que nos cerca é uma mistura de matérias de muitas idades diferentes: tanto átomos que acabaram de surgir do nada, no espaço, como átomos muito antigos, que já podem ter sofrido muitas transformações. Podem existir, assim, tanto estrelas de

enorme idade, como outras muito recentes. Essa teoria nos dá todo o tempo que quisermos para a idade da Terra e das estrelas.

Segundo Martins (1994), os defensores da teoria do estado estacionário tiveram um importante papel no estudo da formação dos elementos químicos no interior das estrelas, e mostraram que todos eles podem ter sido formados sem a ocorrência de um “Big Bang”.

Quanto a origem do Universo, Martins (1994), comenta que até a década de 1960, as teorias do “Big Bang” e do estado estacionário disputaram a preferência dos cientistas. Pode-se dizer que havia mais astrônomos favoráveis ao “Big Bang” do que à teoria do estado estacionário. Mas a decisão era, na época, uma questão de escolha pessoal, pois não havia nada que pudesse mostrar que uma delas estava errada e a outra estava correta. É provável que as escolhas de uma ou outra teoria dependessem de fatores não-científicos. Na teoria do “Big Bang”, o universo tem um início, no tempo. Pode-se tentar identificar esse início com a criação do universo por Deus. Pelo contrário, na teoria do estado estacionário, não houve um início para o universo, ele é eterno e sempre foi como é agora. “A possibilidade de uma criação por Deus ficaria em conflito com a teoria” (MARTINS, 1994, p.162).

4.1.2.2 Os aspectos da natureza da ciência que podem ser explorados no episódio

Com esse segundo episódio buscamos atender o que é proposto pelo currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro para o primeiro ano do ensino médio:

Compreender o conhecimento científico como resultado de uma construção humana, inserido em um processo histórico e social.- Reconhecer a importância da física Aristotélica e a influência exercida sobre o pensamento ocidental, desde o seu surgimento até a publicação dos trabalhos de Isaac Newton.- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos. - Saber comparar as ideias do Universo geoestático de Aristóteles-Ptolomeu e heliostático de Copérnico-Galileu-Kepler. (SEEDUC, 2012)

A escolha deste segundo episódio permitiria abordar diversos acontecimentos que ocorreram ao longo do desenvolvimento científico. Como por exemplo: as controvérsias que ocorreram ao longo das décadas (Heliocentrismo x Geocentrismo), a influência da igreja na Idade Média e na vida de Galileu, os diversos personagens que influenciaram nos trabalhos de Newton (mostrando o caráter coletivo da ciência). Alguns dos aspectos que poderia ser abordado com a exploração deste tema:

- os critérios de cientificidade mudam ao longo da HC;
- existe a influência de fatores não-científicos na construção do pensamento científico;
- a ciência é desenvolvida por pessoas comuns;
- teorias científicas podem levar anos para serem aceitas;
- O caráter coletivo da ciência;
- A relação entre ciência e Religião.

Entendemos que ao estudar esse episódio os licenciandos poderiam explorar diversos momentos que ocorreram ao longo da história da cosmologia, trabalhando aspectos da natureza da ciência em sala de aula no ensino médio.

4.2 A seleção dos materiais de leitura para o estudo dos episódios

Conforme discutimos no capítulo 1, adotamos a perspectiva historiográfica da HC, que defende o severo recorte de seus episódios, seus temas e suas questões para a elaboração de narrativas (FORATO, 2009, p 74). Na seleção dos materiais buscou-se mediar as duas exigências: as da historiografia da HC, perseguindo uma abordagem crítica dos fatos, e as necessidades educacionais do nível de profundidade adequado aos licenciandos. A partir destas considerações selecionamos os seguintes textos para serem discutidos com os alunos.

- ALVES, V.L.O. Recortes da história regional de campos dos goytacazes: uma abordagem da HC aliada a cultura em aulas de física. Dissertação de Mestrado, UENF, 2012.
- AURANI, K. M. ensino de conceitos: estudo das origens da segunda lei da termodinâmica e do conceito de entropia a partir do século XVIII. 1985.195f. Dissertação (Mestrado em ensino: modalidade física) – Instituto de física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1985.
- BARROS, P, H, A. Esferas de Aristóteles, círculos de Ptolomeu e instrumentalismo de Duhem. Rev. Bras. ensino Fís., , vol.33, no.2, p.1-14,2011.
- BRAGA, Marco. Breve HC moderna, volume 1: Convergência de Saberes: Idade Média / Marco Braga, Andreia Guerra, José Cláudio Reis. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2005

- BRAGA, Marco. Breve HC moderna, volume 2: Das Máquinas do mundo ao Universo Máquina / Marco Braga, Andreia Guerra, José Cláudio Reis. – Rio de Janeiro: Jorge ZaharEd., 2005
- CASSIUS, Reflexões sobre a contribuição da Carnot à primeira lei da termodinâmica, disponível em:<http://www.scielo.br>.
- GALILEO GALILEI, Dialogos sobre los dos maximos sistemas del mundo: ptolemaico y copernicano, 1632.
- HENRRIQUE, A,B. Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia, dissertação de mestrado, USP,2011.
- LOPES, J.L. A imagem física do mundo: de Parmênides a Einstein. Estud. av. vol.5 no.12 São Paulo May/Aug. 1991
- MARCHIORI, M.E.P. Quissamã.Secretária de Cultura de Quissamã.Rio de Janeiro.1991
- MARTINS, R, A. O universo: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Editora Moderna, 1994.
- NÓBREGA, M, L. SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA: OS CAMINHOS PERCORRIDOS POR WILLIAM THOMSON. Universidade Federal da Bahia, Dissertação de mestrado. 2009.
- PORTO, C.M. and Porto, M.B.D.S.M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. Rev. Bras. ensino Fís., 2008, vol.30, no.4, p.460, 2008.
- TAVARES, Luiz Alberto. James Watt: a trajetória que levou ao desenvolvimento da máquina a vapor vista por seus biógrafos e homens de ciências. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em HC) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

Assumimos como pressuposto que os licenciandos não conheciam os episódios propostos. Então a primeiro momento a definição dos materiais a serem lidos pelos licenciandos seria de extrema importância para o desenvolvimento do trabalho. A partir disso, seria necessário preparar os licenciandos para compreender os aspectos a serem problematizados em sala de aula. Buscando atender essa demanda, selecionamos trabalhos que utilizaram a HC como recurso pedagógico em sala de aula para discutir com os licenciandos.

4.2.1 Seleção de artigos que apresentem estratégias de como abordar a HC em sala de aula.

Definido o tema, pretendemos promover a leitura e discussão de trabalhos que utilizem estratégias de como abordar a HC no ensino, selecionamos os seguintes trabalhos:

- CARVALHO,S,H. Uma viagem pela física e astronomia através do teatro e dança.física na escola, v7,n 1, 2006.
- MEDINA,M.BRAGA,M. O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 27, n. 2: p. 313-333, ago. 2010.
- SILVA, C. C. MARTINS, R. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da HC em sala de aula. ciência e Educação 9(1), 53-65, 2003.
- SILVA,B,V,C e MARTINS,A,F,P. Juri Simulado: um uso da HC no ensino da óptica. física na Escola, v. 10, n. 1, 2009.

São trabalhos de autores de renome da literatura especializada, que trazem diferentes estratégias relacionadas ao uso da HC como recurso didático, como por exemplo: o uso do teatro, experimentos históricos, Juri-Simulado etc. A ideia é mostrar para os licenciandos as diversas possibilidades da inserção da HC como recurso pedagógico.

4.2.2 Leituras dos documentos que orientam a educação brasileira.

Além das possibilidades de utilização da HC em sala de aula. Planejamos estudar as orientações dos documentos que norteiam a educação brasileira e artigos relacionados a esse assunto. A ideia é promover a realização de leituras sobre o que é proposto nos documentos que orientam a educação brasileira, e buscar nestes documentos as orientações quanto a abordagem da HC no ensino tanto no nível médio, quanto no nível superior. Planejamos utilizar os Parâmetros Curriculares Nacionais, o currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores. Entendemos que estas leituras são indispensáveis para a formação do licenciando, e dentro do contexto da presente proposta se torna essencial já que estes futuros professores irão atuar na rede pública de ensino do estado do Rio de Janeiro.

4.2.3 Leituras e discussão de artigos que discutem a importância da HC no ensino.

Buscamos selecionar alguns trabalhos da literatura especializada de natureza teórica sobre o uso da HC como recurso pedagógico. Entendemos que essa leitura é importante para a valorização da HC no ensino. Selecionamos dois trabalhos:

- MARTINS, A história e filosofia da ciência no ensino: são muitas pedras nesse caminho. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 1: p. 112-131, abr. 2007.
- MATHEWS, M. história, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Cad. Cat. Ens. Fís, v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995.

São dois trabalhos que apresentam as implicações da natureza da ciência no ensino. Entendemos que estas leituras podem propiciar aos licenciandos uma reflexão sobre as diversas concepções e opiniões sobre a ciência e o processo de construção do conhecimento científico.

4.2.4 O uso do método do estudo de caso

O trabalho com os futuros professores de física ocorrerá em três fases, como já comentamos no início desta seção. Na fase inicial os licenciandos deverão se familiarizar com as pesquisas relacionadas à HC e com os episódios históricos previamente selecionados, no segundo momento realizar a transposição didática de episódios da HC para o ensino médio e por fim implementar as aulas no ensino médio. Ou seja, é na fase inicial que os licenciandos deverão realizar leituras e discussões de materiais relacionados a abordagem da HC. E é neste momento também que os futuros docentes deverão participar e elaborar estudos de casos. Eles deverão aprender a desenvolver estudos de caso, para poderem utilizar esta estratégia durante as aulas que serão ministradas no ensino médio no contexto do PIBID.

O estudo de caso é uma estratégia de ensino Baseada em Problemas (EBP), também conhecido como “Problem Based Learning (PBL)” (SÁ *et al.* , 2007). Trata-se de um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas (SÁ *et al.* , 2007). A seguir iremos descrever as origens do

método do estudo de caso e como esta estratégia vem sendo usada pelo grupo de pesquisa de ensino de ciências da UENF.

4.2.4.1 Origens da estratégia de ensino do estudo de caso

Segundo Sá *et al* (2007) a aprendizagem baseada em casos teve origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, há aproximadamente 30 anos e por muito tempo ficou restrito à formação de profissionais da área médica. Trata-se de uma metodologia de ensino desenvolvida com o intuito de possibilitar aos alunos o contato com problemas reais, antes de alcançarem os semestres finais do curso. O método logo se difundiu pelas faculdades de medicina de diversos países e depois por outros cursos de graduação e pós-graduação. O estudo de caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas (SÁ *et al.* , 2007). Tão antigo quanto contar histórias, o uso de estudos de casos é a instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas (SÁ *et al.* , 2007).

Na aplicação deste método o aluno é incentivado a se familiarizar com personagens e circunstâncias mencionadas em um caso, de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo. Neste contexto, o papel principal do professor consiste em ajudar o estudante a trabalhar com os fatos e análise de um problema e a considerar, então, as possíveis soluções e conseqüências de suas ações. As estratégias utilizadas para a aplicação do método de estudo de caso são diversificadas. Herreid (1998) comenta sobre estas estratégias e sugere alguns casos que podem ser adotados no ensino de ciência:

- De tarefa individual: o caso tem o caráter de uma tarefa que o aluno deve solucionar, que implica na elaboração posterior de uma explicação histórica dos eventos que conduziram à sua resolução;
- De aula expositiva: o caso tem a característica de uma história (caso) contada pelo professor aos seus alunos, de maneira muito elaborada e com objetivos específicos.
- De discussão: o caso é apresentado pelo professor como um dilema. Os alunos são questionados a respeito das suas perspectivas e sugestões com relação à resolução do mesmo;

- De atividades em pequenos grupos: os casos são histórias que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social e/ou profissional em que os alunos estão imersos. Uma característica essencial é que os casos são analisados por grupos pequenos de estudantes, que trabalham em colaboração. Os estudantes lêem parte do caso em voz alta, a seguir discutem os elementos apresentados até aquele ponto no caso, listam o que já sabem e elaboram uma agenda de aprendizagem, ou seja, um conjunto de assuntos que eles concordam em pesquisar individualmente antes do encontro seguinte.

Este processo se repete até a resolução do caso. O professor, neste contexto, desempenha um papel de facilitador durante as discussões, em vez de um papel didático e diretivo.

Segundo Sá et al. (2007) é cada vez maior o número de professores que se deparam com a necessidade de produzir os casos que serão utilizados nas disciplinas por eles ministrados, principalmente no ensino de ciências. Segundo Herreid (1998, p.163) diversos aspectos devem ser considerados na hora de elaborar um bom estudo de caso, descrevemos a seguir alguns deles:

- 1) Um bom caso narra uma história;
- 2) Um bom caso desperta o interesse pela questão;
- 3) Um bom caso deve ter uma questão a ser resolvida;
- 4) Deve ser atual;
- 5) Um bom caso produz empatia com os personagens centrais;
- 6) Um bom caso é relevante ao leitor;
- 7) Um bom caso deve ter utilidade pedagógica;
- 8) Deve provocar um conflito entre outros aspectos.

Este método alcançou resultados importantes em suas aplicações, como é o caso de Pinheiro et al (2010). Nesta pesquisa os autores utilizam esta estratégia na formação de professores de química e eles comentam que o uso do estudo de caso possibilita aos graduandos desenvolver habilidades de pensamento crítico em assuntos de conteúdos científicos, tecnologia e sociedade na resolução de casos, além de assimilarem o conteúdo das disciplinas em questão. Nesta pesquisa os autores elaboraram um estudo de caso sobre "O biodiesel" buscando discutir com os futuros professores como pode ser abordado este conteúdo no ensino médio. Todos os graduandos participantes da pesquisa já lecionavam aulas de química. Durante o desenvolvimento do estudo de caso, os licenciandos consultaram artigos, teses e

dissertações, realizaram discussões em grupo sobre o assunto, e ao final apresentaram individualmente uma aula expositiva sobre o tema biodiesel para alunos do ensino médio, em algumas destas aulas os licenciandos usaram experimentos.

No ensino médio, o estudo de caso vem sendo pouco utilizado como recurso didático (BROIETTI et al. , 2012). Segundo os autores esta é uma estratégia que vem se configurando como eficiente no que se refere a aprendizagem e para a formação mais ampla do aluno. Nesta pesquisa os autores elaboraram e implementaram um estudo de caso sobre "rótulos de produtos alimentícios" para alunos do segundo a ano do ensino médio. O caso tratava de uma conversa entre a avó e sua neta sobre as dúvidas para se alimentar melhor, com a interpretação das informações contidas nos rótulos alimentícios. O trabalho consistiu em um questionário no início e no fim do estudo de caso. Durante o desenvolvimento do estudo de caso os alunos do ensino médio realizaram a leitura do caso, análise de alguns rótulos, leituras de artigos, discussão da problemática e apresentação oral da resolução do caso.

Outras contribuições vem sendo publicadas por pesquisadores do grupo de pesquisa em ensino de química de São Carlos (SÁ e QUEIROZ, 2009; SÁ et al. , 2007). Este grupo de pesquisadores em seus trabalhos apresentam diversos exemplos de casos e sugestões de atividades. Dentre estes trabalhos, destacamos o de Sá e Queiroz (2009) que tem como público alvo a formação de professores. Nesta pesquisa os autores adotaram a estratégia de desenvolvimento do estudo de caso em pequenos grupos como proposto por Herreid (1998). Uma característica essencial deste formato é que os casos são analisados por pequenos grupos de estudantes que trabalham em colaboração. Para melhor desenvolvimento do estudo de caso os autores adotaram elementos que favoreçam o cumprimento de etapas presentes no modelo normativo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996). Esta proposta foi aplicada na disciplina de Comunicação e expressão em Linguagem Científica II do bacharelado em Química, foram elaborados cinco estudos de caso para grupos de quatro alunos. Durante o desenvolvimento dos estudos de caso, ocorreram leituras e discussões de artigos em grupo e apresentação oral sobre a resolução do caso.

A potencialidade dos estudos de caso também já foram reconhecidas pelo grupo de pesquisa de ensino de ciências da UENF (HYGINO, 2011; SOUZA, 2012;

PAMPLONA, 2011; LINHARES e REIS, 2008; ALVES, 2012), no qual o presente trabalho está inserido.

Os trabalhos desenvolvidos por estes pesquisadores buscam utilizar o método do estudo de caso partindo dos conhecimentos prévios dos alunos. Os estudantes podem buscar soluções e elaborar suas ideias durante o desenvolvimento do trabalho, no qual podem articular diferentes conhecimentos teóricos e práticos para propor novas soluções. Os estudantes devem propor soluções partindo de suas ideias prévias e aprofundá-las ao longo de três passos característicos do processo didático do método de estudos de caso (LINHARES e REIS, 2008).

Durante o desenvolvimento dos passos os alunos articulam conhecimentos teóricos e práticos, com a finalidade de propor novas soluções baseadas nos novos conhecimentos adquiridos (LINHARES e REIS, 2008).

- 1) No primeiro passo os estudantes expõem suas ideias sobre um ou mais problemas apresentados no estudo de caso;
- 2) No segundo são encaminhados textos para leitura e confecção de resenhas, são realizadas discussões e atividades práticas em sala de aula;
- 3) No terceiro e último passo os estudantes devem propor novamente soluções para os problemas levantados no estudo de caso, no entanto levando em consideração os conhecimentos adquiridos durante o processo.

Segundo Sá (2006) os estudos de caso são classificados de acordo com a sua abordagem, como, por exemplo, estudos de caso científicos, quando tratam de conceitos científicos, estudos de caso sócio-cultural, que se caracterizam por trazer informações científicas, como o caso de divulgação científica e também os estudos de caso históricos que são baseados em episódios históricos.

4.2.4.2 Estudo de caso histórico.

Alguns trabalhos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa da UENF (ALVES,2012; HYGINO, 2011, HYGINO ET AL 2012) utilizaram a estratégia dos estudos de caso históricos. A aproximação dos estudos de caso à HC (ALLCHIN, 2010 E STINNER ET AL, 2003) se deve, em grande parte, à capacidade dos estudos de caso proporcionarem a compreensão de fatos, valores e contextos presentes em sua narrativa, que pode ser uma narrativa histórica, impregnada de

conflitos e questionamentos de uma época. A seguir descrevemos como pode ser elaborado um estudo de caso histórico seguindo as orientações de Stinner (2003)

Segundo Stinner (2003) os estudos de casos são contextos históricos com uma idéia unificadora, desenhados de acordo com certos princípios gerais para explicitar o contexto de um grande problema (STINNER, 2003).

As diretrizes, baseado numa proposta de Stinner (2003), são as seguintes:

1) Escolher um evento marcante no desenvolvimento da ciência e identificar a idéia central. Se possível este problema deve estar relacionado com o tema que está sendo abordado em sala de aula;

2) Mapear o contexto em torno da idéia unificadora central. Esse mapeamento deve explicitar as principais idéias e questões científicas em torno da explicação do fenômeno, as controvérsias mais marcantes, as personagens envolvidas, explicitar o contexto social e econômico, e se for o caso, se estes fatos que tiveram influências;

3) Criar uma história, que pode ser linear ou não que dramatize e clareie o significado da idéia. É importante identificar um importante fato associado com uma pessoa, ou pessoas, encontrar opositores ou eventos conflitantes e marcantes.

4) Fornecer ao estudante elementos que possam ser relacionadas com seu dia-a-dia, buscando dentro do caso estudado, vínculos com o cotidiano do aluno;

5) Assegurar que a idéia principal, concepções e problemas de um tópico sejam gerados do contexto de forma natural;

6) Assegurar uma linha que garanta a precisão e a generalização;

7) Resolver os conflitos que foram gerados pelo contexto e encontrar conexões entre idéias e concepções discutidas e idéias atuais.

Além de desenvolverem essa atividade, no planejamento inicial os licenciandos devem realizar leituras e discussões de trabalhos que apresentem a estratégia dos estudos de caso históricos (HYGINO, 2012 e ALVES, 2012). A ideia é promover a familiaridade com a estratégia do estudo de caso histórico entendemos que para isso é imprescindível a leitura de trabalhos que tratam desta estratégia (BROIETTI, 2012 e STINNER, 2003).

4.3 A organização inicial para a primeira fase da proposta

Ficou definido com a supervisora que inicialmente teríamos três meses de preparação até a primeira atuação dos licenciandos em sala de aula (fevereiro,

março e abril de 2014). Definimos também que realizaríamos duas reuniões por semana com os alunos do projeto história e Divulgação da ciência. Para a primeira fase da proposta elaboramos um planejamento em torno de sete semanas. A seguir apresentamos no quadro 4 o cronograma inicial:

Quadro 4 – Atividades planejadas para o primeiro semestre

Semanas	Atividades a serem desenvolvidas na primeira fase da proposta. (Primeiro semestre de 2014)
1ª semana	1º dia- Apresentação da proposta de trabalho 2º dia- Estudos dos documentos que norteiam a educação brasileira
2ª semana	3º dia- Estudos dos documentos que norteiam a educação brasileira (como já foi comentado na secção XX) 4º dia- Leitura e discussão de artigos que apresentem estratégias de como abordar a HC em sala de aula
3ª semana	5º dia- Leitura e discussão de artigos que apresentem estratégias de como abordar a HC em sala de aula 6º dia- Leituras e discussão de artigos que discutem a importância da HC no ensino.
4ª semana	7º dia- Leituras e discussão de artigos que discutem a importância da HC no ensino. 8º dia- O estudo do Episódio- A história da máquina a vapor
5ª semana	9º dia- O estudo do Episódio- A história da máquina a vapor 10º dia- O estudo do Episódio- A história da máquina a vapor
6ª semana	11º dia- Aprendendo a desenvolver estudos de caso 12º dia- Aprendendo a desenvolver estudos de caso
7ª semana	13º dia- Aprendendo a desenvolver estudos de caso 14º dia- Aprendendo a desenvolver estudos de caso

Fonte: Próprio autor

4.4 A organização inicial para a segunda fase da proposta

No planejamento inicial a realização da transposição didática deveria ocorrer a partir na segunda fase da proposta. Os licenciandos deveriam planejar as aulas para implementá-las em turmas do ensino médio. O planejamento deveria ocorrer a partir de tudo que foi estudado na primeira fase. Inicialmente os licenciandos deveriam desenvolver as seguintes atividades:

- Elaborar um plano de aula: Os alunos deveriam elaborar um plano de aula, contendo todos as etapas das aulas que serão realizadas no ensino médio. Para a

realização do plano de aula, os alunos deveriam realizar a leitura de Castro et al (2008) que trata sobre como elaborar um bom plano de aula.

- Apresentação da estratégia didática: Cada aluno deveria apresentar a estratégia didática que será adotada em sala, como por exemplo: júri simulado, estória em quadrinhos, teatro, experimentos históricos etc.

- O estudo de caso histórico: Cada aluno deveria elaborar um estudo de caso histórico como método de ensino para ser adotada durante a aula, a elaboração do estudo de caso histórico deveria ocorrer seguindo as orientações de Stinner (2013).

- Apresentação da aula: Cada aluno deveria realizar a aula planejada para os demais colegas, antes de implementá-la no ensino médio.

A seguir apresentamos no quadro 5 o cronograma da segunda fase, essa segunda fase deveria ocorrer em dois momentos no primeiro e segundo semestre.

Quadro 5 – Atividades planejadas para o primeiro semestre

Semanas	Atividades a serem desenvolvidas na segunda fase da proposta (primeiro semestre de 2014 com o tema da história da máquina a vapor)
8ª semana	15º dia – Plano de aula 16º dia – Plano de aula
9ª semana	17º dia -Apresentação da estratégia didática escolhida (uso de teatro, júri-simulado, estória em quadrinhos etc) 18º dia -Apresentação do estudo de caso histórico que será implementado no ensino médio
10ª semana	19º dia- Preparação das atividades que serão desenvolvidas no ensino médio (como apostilas por exemplo) 20º dia- Preparação das atividades que serão desenvolvidas no ensino médio (como apostilas por exemplo)
11ª semana	21º dia- Apresentação da aula para os demais colegas 22º dia- Apresentação da aula para os demais colegas
12ª semana	23º dia- Apresentação da aula para os demais colegas 24º dia- Apresentação da aula para os demais colegas

Fonte: Próprio autor

Para o segundo semestre os alunos deveriam estudar o segundo episódio histórico referente a história da Cosmologia e planejar aulas para o primeiro ano do ensino médio (em julho, agosto e setembro de 2014), as aulas deveriam ocorrer em setembro de 2014. Como tínhamos mais tempo, pois nesta fase só realizaríamos as atividades referente à segunda fase da proposta, ficou definido que realizaríamos uma reunião por semana com os licenciandos. A seguir apresentamos no quadro 6 um cronograma sobre as atividades planejadas para o segundo semestre.

Quadro 6 – Atividades planejadas para segundo semestre

Semanas	Atividades a serem desenvolvidas na segunda fase da proposta (segundo semestre de 2014 com o tema da história da Cosmologia)
15ª semana	26º dia -Estudo do segundo episódio histórico- A história da cosmologia
16ª semana	27º dia -Estudo do segundo episódio histórico- A história da cosmologia
17ª semana	28º dia -Estudo do segundo episódio histórico- A história da cosmologia
18ª semana	29º dia- Plano de aula
19ª semana	30º dia- Plano de aula
20ª semana	31º- Apresentação da estratégia didática escolhida (uso de teatro, júri-simulado, estória em quadrinhos etc)
21ª semana	32º dia -Apresentação da estratégia didática escolhida (uso de teatro, júri-simulado, estória em quadrinhos etc)
22ª semana	33º dia- Apresentação do estudo de caso histórico que será implementado no ensino médio
23ª semana	34º dia- Preparação das atividades que serão desenvolvidas no ensino médio (como apostilas por exemplo)
24ª semana	35º dia- Apresentação das aulas para os colegas

Fonte: Próprio autor

A terceira fase da proposta consiste na realização das aulas pelos licenciandos nas turmas de ensino médio nas escolas parceiras do programa PIBID, esta fase deveria ocorrer tanto no primeiro quanto no segundo semestre.

5 O DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

Neste capítulo apresentamos o desenvolvimento da proposta discorremos sobre como ocorreu às reuniões com a pesquisadora, algumas atividades realizadas e apresentamos os planos de aula elaborados pelos alunos. Por fim descrevemos as aulas realizadas no ensino médio.

5.1 AS REUNIÕES COM A PESQUISADORA

A implementação da proposta ocorreu no período entre fevereiro a setembro de 2014. Buscamos seguir o cronograma inicial. Durante esse período ficou definido pela coordenadora do PIBID que o projeto receberia três licenciandos. Inicialmente, os licenciandos deveriam frequentar a escola parceira do programa semanalmente, além de participar da organização da proposta didática. Os bolsistas PIBID física ficavam a disposição da supervisora, ajudavam na implementação das provas e realizavam pequenas intervenções em sala de aula quando necessário.

As reuniões do grupo para organização da proposta ocorreram duas vezes na semana de fevereiro a junho de 2014 e uma vez por semana de Julho a Setembro de 2014 em um período de até duas horas. Na primeira reunião apresentamos a proposta. Foi o momento também de conhecer os licenciandos e levantar o perfil de cada um. Nessa primeira reunião ficou definido também que sempre teria material de leitura para casa. E já para a semana seguinte os licenciandos deveriam pesquisar sobre as orientações quanto à abordagem da HC nos Parâmetros Curriculares Nacionais, Orientações Curriculares para o ensino médio e no Currículo Mínimo. Nesta reunião também tratamos sobre as aulas no ensino médio, buscamos deixar claro que os alunos iriam se preparar para intervir com a abordagem da HC em sala de aula.

Na segunda reunião cada aluno trouxe seus computadores e ocorreu uma pequena apresentação no qual cada licenciando comentou sobre o que é proposto nestes documentos que norteiam a educação brasileira. Ocorreu uma discussão sobre essas orientações, para a reunião seguinte os licenciandos deveriam ler o artigo Kawamura e Housome (2003) e elaborar uma resenha sobre a leitura.

No terceiro encontro cada aluno leu sua resenha e ocorreu uma discussão sobre o artigo. Para a quarta reunião ficou definido os artigos que cada um deveria

ler sobre estratégias com a abordagem da HC no ensino (CARVALHO, 2006; SILVA E MARTINS, 2003; SILVA E MARTINS, 2009), cada aluno ficou com um artigo e deveria elaborar uma resenha.

Da quarta a sexta reunião os alunos realizaram apresentação dos artigos estudados. E para o sétimo encontro os alunos leram outro trabalho selecionado que também trata da abordagem da HC em sala de aula no ensino médio dos autores Braga e Medina (2010). Cada aluno apresentou sua opinião quanto ao artigo.

Da oitava a décima reunião os alunos estudaram o episódio histórico da máquina a vapor, os licenciandos ficaram interessados e trouxeram trabalhos de pesquisas pessoais sobre o tema.

No décimo primeiro dia de reunião, entraram três licenciandos no projeto, totalizando seis alunos. Como a implementação da proposta já estava em andamento a pesquisadora entregou todo o material de leitura que já havia ocorrido para os novatos e realizou duas reuniões individuais com os novos alunos, a fim de atualizá-los quanto às atividades que estavam sendo desenvolvidas. Nesta mesma reunião os alunos começaram a estudar sobre o método de ensino de estudo de casos. Ocorreu a leitura durante a reunião de dois artigos Sá e Queiroz (2007) e Stinner et al. (2003).

Na décima segunda reunião foi apresentado um exemplo de estudo de caso histórico que foi utilizado na formação de professores de física no trabalho de Alves (2012). Trata-se do texto do estudo de caso intitulado “A máquina a vapor e suas conseqüências na sociedade”, neste quadro identificamos os elementos sugeridos por Stinner et al. (2003) para um bom estudo de caso histórico.

Quadro 7 - Exemplo de estudo de caso histórico de Alves (2012) com elementos sugeridos por Stinner et al. (2003)

<p>Criar uma história, que pode ser linear ou não que dramatize e clareie o significado da idéia.</p> <p>Assegurar que a idéia principal, concepções e problemas de um tópico sejam gerados do contexto de forma natural</p> <p>Fornecer ao estudante elementos que possam ser relacionadas com seu dia-a-dia, buscando dentro do caso estudado</p>	<p>A máquina à vapor e sua consequência na sociedade</p> <p>Um dos pontos importantes para o desenvolvimento científico foi à relação entre a física e a economia da Inglaterra a partir do século XVII. Durante a revolução industrial dos séculos XVIII e XIX, a necessidade de exploração das reservas de carvão, fez surgir às primeiras máquinas à vapor, como a de Thomas Savery (1768), que tinha a finalidade de bombear água das minas de carvão que ficavam inundadas. Depois desta máquina muitas outras foram aprimoradas, como por exemplo, a máquina de James Watt (1765) que possibilitou o desenvolvimento de atividades fabris, condução de locomotivas e barcos à vapor. Depois da criação da máquina de Watt houve um enorme crescimento industrial na Europa e na América, inclusive no Brasil provocando mudanças profundas na estrutura econômica, política, social e cultural da civilização ocidental. No Brasil, em várias regiões as máquinas à vapor foram utilizadas para diferentes finalidades. Em Campos, tal máquina foi usada para aprimorar barcos e engenhos.</p>	<p>Escolher um evento marcante no desenvolvimento da ciência</p> <p>Mapear o contexto em torno da idéia unificadora central.</p> <p>Explicitar o contexto social e econômico, e se for o caso, os fatos que tiveram influências e os personagens envolvidos</p> <p>É importante identificar um importante fato associado com uma pessoa, ou pessoas, eventos marcantes.</p> <p>Encontrar conexões entre idéias e concepções discutidas e idéias atuais.</p>
---	--	---

Fonte: Alves (2012)

Essa atividade foi desenvolvida para que os licenciandos observassem como deve ser elaborado o texto do método de estudos de caso, para a décima terceira reunião os alunos deveriam realizar a leitura de Linhares e Reis (2008) que trata da dinâmica do método de estudos de caso.

Na décima terceira reunião ocorreu a discussão do artigo de Linhares e Reis (2008). E no décimo quarto encontro com o intuito de preparar os licenciandos para utilizar a estratégia do estudo de caso em suas aulas, desenvolvemos a atividade proposta por Sá e Queiroz (2006, p.5). No quadro 8 apresentamos o estudo de caso:

Quadro 8 – Caso Doença de Granja

<p>Doença de Granja</p> <p>Há muitos anos o senhor Arnaldo Medeiros é criador de frangos. Sua granja fica em Monte Alegre do Sul, estado de São Paulo. Lá Arnaldo passa a maior parte do seu tempo e pessoalmente acompanha o desenvolvimento de suas aves.</p> <p>Ultimamente Arnaldo anda muito preocupado com a saúde de suas aves. Alguns de seus</p>



frangos estão sendo vítimas de uma doença aviária, que não mata o frango, mas, ao provocar infecção intestinal, faz com que o animal perca a capacidade de transformar a ração consumida em peso, e conseqüentemente, acarretando em uma diminuição na eficiência de crescimento normal do frango de corte.

Preocupado com a atual situação de seus frangos, Arnaldo resolve pedir ajuda a seus sobrinhos, estudante da UENF. Vai até seu escritório, que fica na própria granja, e liga para Raul:

- Alô, Raul, aqui é Arnaldo, como vai?

- Olá tio, tudo bem. Que milagre é esse, receber uma ligação sua? Responde Raul.

- Estou com um problema aqui na granja, e pensei que talvez você e seus irmãos possam me ajudar.

- Do que se trata? Pergunta Raul.

- O problema é o seguinte: (Alguns dos meus frangos estão debilitados, perdendo peso...), Arnaldo explica a situação.

- Mas como poderemos ajudá-lo?

- Ouvi na TV, um dia desses, que isso anda ocorrendo em outras granjas e que pesquisadores de algumas universidades, aqui do estado do Rio de Janeiro, estavam pesquisando sobre essa doença. Então tive a idéia de pedir a vocês, que estudam na UENF, a investigarem sobre esse assunto.

- Lembrei agora, que tenho um amigo que faz o curso de medicina veterinária, aqui na UENF, já o ouvi comentar sobre pesquisas em aves. Falarei com ele, e entrarei em contato com o senhor, explica Raul.- Peço que faça isso o mais rápido possível, pois temo que a situação piore.

- Não se preocupe, pois vamos ajudá-lo a resolver esse problema, pode confiar, fala Raul.

- Obrigado, ficarei aguardando sua resposta. Mande lembranças para sua mãe.

Vocês são os sobrinhos de Arnaldo, e terão a missão de esclarecê-lo sobre o que está acontecendo com suas aves e encontrar uma melhor solução para sua situação.

Fonte: Sá e Queiroz (2006, p. 5)

Trata-se de uma atividade proposta pelos autores Sá e Queiroz (2006) como um bom exemplo de estudo de caso e que pode ser utilizado por alunos que ainda não tenham tido contato com essa estratégia de ensino.

Na décima quinta reunião os licenciandos apresentaram o planejamento das aulas. Na sequência apresentamos os planos de aula elaborados pelos futuros docentes, é importante destacar que os licenciandos realizaram essa atividade em grupo por isso a similaridade dos planos de aula:

Quadro 9 - O plano de aula do licenciando R

Docente : Aluno R

Tema da aula: A história da máquina a vapor e suas conseqüências na sociedade

Duração: 50 minutos

Métodos adotados: Aula expositiva, adoção do método do estudo de casos, discussão de textos e realização de um experimento histórico

Objetivo: Tratar de aspectos da natureza da ciência: A influência da ciência na sociedade; A influência da HC na sociedade local e tratar de conceitos físicos: A transformação de energia

Roteiro da aula:

-Primeiramente iremos entregar o estudo de caso histórico com uma questão para ser respondida pelos alunos.

- Em seguida iremos ler e discutir o episódio da história da máquina a vapor por meio de um material elaborado pelo professor.

-Após a leitura iremos realizar o experimento da máquina de Heron (cientista da antiguidade), a partir do experimento discutiremos com o auxílio do quadro conceitos relacionados a transformação de energia conforme o trabalho de Alves (2012).

- Por fim, os alunos respondem novamente ao estudo de caso.

Avaliação: As questões do estudo de caso

Referências:

Alves, V.O. Recortes da história regional de campos dos goytacazes: uma abordagem da HC aliada a cultura em aulas de física, Dissertação de Mestrado, Uenf, 2012)

SEEDUC, O currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro, 2012

Fonte: Próprio autor

Quadro 10 - O plano de aula do licenciando C

Docente : Aluno C

Tema da aula: A história da máquina a vapor e suas consequências na sociedade

Duração: 50 minutos

Métodos adotados: Aula expositiva, adoção do método do estudo de casos, discussão de textos e realização de um esquete intitulado: “A história da máquina a vapor e a sociedade local”.

Objetivo: Tratar de aspectos da natureza da ciência: A influência da ciência na sociedade; A influência da HC na sociedade local ,mostrar que a ciência se desenvolve pelo trabalho de diversos cientistas

Roteiro da aula:

-Primeiramente iremos entregar o estudo de caso histórico com uma questão para ser respondida pelos alunos.

- Em seguida iremos ler e discutir o episódio da história da máquina a vapor através de um material elaborado pelo professor.

-Após a leitura iremos realizar o esquete intitulado: “A história da máquina a vapor e a sociedade local”, trata-se de uma pequena peça teatral de 10 min, onde iremos retratar o uso da máquina a vapor em barcos e engenhos na localidade de Campos dos Goytacazes

- Por último, os alunos respondem novamente ao estudo de caso.

Avaliação: As questões do estudo de caso

Referências: Alves, V.O. Recortes da história regional de campos dos goytacazes: uma abordagem da HC aliada a cultura em aulas de física, Dissertação de Mestrado, Uenf, 2012)

SEEDUC, O currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro, 2012

Fonte: Próprio autor

Quadro 11 - O plano de aula do licenciando F

Docente : Aluno F

Tema da aula: A história da máquina a vapor e suas consequências na sociedade

Duração: 50 minutos

Métodos adotados: Aula expositiva, adoção do método do estudo de casos, discussão de textos e uso de uma estória em quadrinhos elaborada pela professora

Objetivo: Tratar de aspectos da natureza da ciência: A influência da ciência na sociedade; A influência da HC na sociedade local, mostrar que a ciência se desenvolve pelo trabalho de diversos cientistas

Roteiro da aula:

-Primeiramente iremos entregar o estudo de caso histórico com uma questão para ser respondida pelos alunos.

- Em seguida iremos ler e discutir o episódio da história da máquina a vapor através de um material elaborado pelo professor.

-Após a leitura iremos realizar entregar a estória em quadrinhos intitulada *Conhecendo a máquina a vapor* elaborada pela professora, iremos discutir com os alunos os fatos mais importantes da estória em quadrinhos.

- Por último, os alunos respondem novamente ao estudo de caso.

Avaliação: As questões do estudo de caso

Referências: Alves, V.O. Recortes da história regional de campos dos goytacazes: uma abordagem da HC aliada a cultura em aulas de física, Dissertação de Mestrado, Uenf, 2012)

SEEDUC, O currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro, 2012

Fonte: Próprio autor

Salientamos que ficou definido que os licenciandos novos não iriam atuar no ensino médio no primeiro semestre, eles auxiliaram os colegas em todo o processo. Os novos alunos só iriam atuar como professores no segundo semestre fazendo uso do segundo episódio histórico que seria adotado mais adiante. Cada licenciando atuou em uma turma diferente do ensino médio. Do décimo oitavo ao vigésimo encontro, os licenciando elaboraram em grupo o texto do estudo de caso histórico e a apostila que seria utilizado nas aulas, esse processo ocorreu com a ajuda da pesquisadora. É importante salientar que ficou definido neste momento por pedido dos próprios licenciandos a adoção de um único estudo de caso (APÊNDICE A) e uma única apostila (APÊNDICE B) em todas as aulas, já que o tema das aulas seria o mesmo.

Ao longo de três semanas (seis encontros) os licenciandos elaboraram, o esquete, a estória em quadrinhos e experimento histórico (A estória em quadrinhos elaborada pelo licenciando F encontra-se no APÊNDICE C desta tese).

E após a vigésima sexta reunião, no final do mês de abril e início do mês de maio de 2014, os licenciandos realizaram suas aulas em duas turmas segundo ano

do ensino médio e em uma turma do curso normal de nível médio. Após cada aula os licenciandos entregaram textos de reflexão (APÊNDICE F).

Em seguida ocorreu um período de interrupção das atividades devido às férias previstas no calendário, retomamos as reuniões no mês de agosto. Os licenciandos já estavam mais acostumados com a dinâmica das atividades e alguns já trouxeram ideias para as próximas intervenções no ensino médio. As reuniões ocorreram ao longo de dois meses no qual os licenciandos estudaram o segundo episódio histórico e se prepararam para a última intervenção. Durante as reuniões referentes ao segundo episódio os licenciandos apresentaram os seguintes planos de aula:

Quadro 12 - Plano de aula do licenciando R

<p>Docente : Aluno R Tema da aula: Cosmologia Métodos adotados: Método do estudo de caso e peça teatral Objetivo: Tratar de aspectos da natureza da ciência: A influência da ciência na sociedade; A relação da ciência com a religião , mostrar que a ciência se desenvolve pelo trabalho de diversos cientistas e que os cientistas são pessoas comuns Roteiro da aula: -Primeiramente iremos entregar o estudo de caso histórico com uma questão para ser respondida pelos alunos. - Em seguida iremos apresentar a peça teatral que terá duração de 30 min, intitulada Visões de Mundo: De Aristóteles a Einstein, essa peça será adaptada do artigo (Carvalho, 2006). Avaliação: As questões do estudo de caso Referências: CARVALHO,S,H. Uma viagem pela física e astronomia através do teatro e da dança. física na Escola, v. 7, n. 1, 2006. SEEDUC, O currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro, 2012</p>
--

Fonte: Texto elaborados pelos licenciandos

Quadro 13-Plano de aula do aluno C

<p>Docente : Aluno C Tema da aula: A teoria da gravitação Universal Proposta por Newton Métodos adotados: Método do estudo de caso e estória em quadrinhos Objetivo: Tratar de aspectos da natureza da ciência: O cientista é um homem comum, não um gênio; Muitos cientistas influenciaram na obra de Newton. Conceitos físicos relacionados a gravitação Universal Roteiro da aula: -Primeiramente iremos entregar o estudo de caso histórico com uma questão para ser respondida pelos alunos. - Em seguida apresentar os cientistas que influenciaram os trabalhos de Newton em relação a teoria gravitação universal, iremos tratar da vida de Newton e por último trataremos da teoria, essa etapa ocorrerá por meio de leitura do material elaborado pela professora.</p>

- Iremos entregar a história em quadrinho da turma da Mônica intitulada: “Magali em foi assim”, queremos tratar da questão da maçã de Newton, comentar com os alunos que alguns historiadores defendem que provavelmente essa história de *maçã* na cabeça de Isaac foi *invenção* para dar um ar heróico para a descoberta.



- Após a discussão iremos os alunos devem responder novamente o estudo de caso histórico.

Avaliação: As questões do estudo de caso

Referências: - BRAGA, Marco. Breve HC moderna, volume 1: Convergência de Saberes: Idade Média / Marco Braga, Andreia Guerra, José Cláudio Reis. – Rio de Janeiro: Jorge ZaharEd., 2005
SEEDUC, O currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro, 2012

Fonte: Texto elaborados pelos licenciandos

Quadro 14 - O Plano de aula dos alunos E e T

Docente : Aluno E e T

Tema da aula: Universo estacionário X teoria do Big Bang

Métodos adotados: Método do estudo de caso e uso do programa de rádio

Objetivo: Tratar de aspectos da natureza da ciência: Duas teorias desenvolvidas por cientistas podem ser concorrentes, A relação da ciência com a religião, mostrar que a ciência se desenvolve pelo trabalho de diversos cientistas e que os cientistas são pessoas comuns, e retratar a física brasileira

Roteiro da aula:

-Primeiramente iremos entregar o estudo de caso histórico com uma questão para ser respondida pelos alunos.

- Em seguida iremos apresentar em Power Point a história da cosmologia, tratando os principais pontos. Logo após, iremos ler com os alunos o material impresso onde tratamos das duas teorias: a do Big Bang e a do Universo Estacionário

- Apresentamos o programa de rádio em áudio, elaborado pelos professores, um programa de rádio que nomeamos de Rádio Atômica, na qual o apresentador entrevista grandes cientistas do campo da Cosmologia, cujas teorias se contrapõem. De um lado, o cientista George Gamow, criador da teoria

do Big Bang. De outro, Fred Hoyle, um dos defensores da teoria do Universo Estacionário. Por apenas emitir som, o programa de rádio, entendemos que o programa de rádio estimula os ouvintes a criarem imagens mentalmente, aguçando a imaginação dos mesmos. Desta forma, o uso de áudios é um excelente meio para abordar de forma lúdica e inovadora conteúdos teóricos que geralmente não despertam tanto interesse dos alunos, pois exige muita leitura, principalmente referente à cosmologia.

-Por fim, os alunos voltam a responder o estudo de caso

Avaliação: As questões do estudo de caso

Referências: -HENRRIQUE, A,B. Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia, dissertação de mestrado, USP,2011.

MARTINS, Roberto de Andrade. O universo: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Editora Moderna, 1994.

SEEDUC, O currículo Mínimo do estado do Rio de Janeiro, 2012

Fonte: Texto elaborados pelos licenciandos

A segunda intervenção ocorreu em outra escola do município em turmas do primeiro ano do ensino médio. Dois alunos saíram do projeto antes da última intervenção (licenciando F e W), devido a isso somente foram implementadas três aulas no primeiro ano do ensino médio.

Os estudos de caso elaborados e implementados sobre a história da cosmologia e as apostilas estão no apêndice D e E desta tese. É importante deixar claro que todos os materiais e textos de apoio elaborados pelos licenciandos para as aulas são adaptações das referências estudadas para a elaboração das aulas e constam nos apêndices desta tese. Antes de adentrarmos na análise dos dados iremos descrever na próxima seção como ocorreram as aulas realizadas pelos licenciandos.

5.2 AS AULAS REALIZADAS PELOS LICENCIANDOS

As aulas realizadas no ensino médio ocorreram em torno de 50 min em turmas do primeiro e segundo ano do ensino médio. Os licenciandos buscaram seguir o plano de aula apresentado na seção anterior. É importante salientar que na elaboração das aulas os licenciandos tiveram liberdade de buscar outras fontes de pesquisa para o estudo do episódio histórico e puderam escolher as atividades que seriam implementadas em sala. Todo o processo ocorreu com a orientação da pesquisadora. A seguir apresentamos a descrição das aulas dos licenciandos.

5.2.1 A primeira aula do licenciando F

O licenciando F começou a sua aula apresentando o tema da aula “A história da máquina a vapor e suas consequências na sociedade”. E em seguida leu um pequeno texto que tratava da importância da HC. Esse texto foi elaborado pelo próprio licenciando.

Após a leitura do texto, o licenciando entregou o estudo de caso para os alunos. E explicou:

Trata-se de um pequeno texto onde vocês vão refletir sobre o tema e responder a questão colocada no fim do texto (LICENCIANDO F)

Após a explicação do que se tratava, os alunos responderam a questão do estudo de caso. Em seguida, o licenciando entregou para os alunos a estória em quadrinhos intitulada *Conhecendo a máquina a vapor*. Tratava-se de uma história que envolvia três personagens fictícios que buscavam entender a história da máquina a vapor (APÊNDICE C). Para a leitura o licenciando pediu que três alunos lessem a história. Após a leitura da história em quadrinhos o licenciando procurou fazer perguntas sobre a Revolução Industrial para os alunos:

O que vocês entendem sobre a Revolução Industrial? O que é revolução Industrial? Qual a ligação existente entre a máquina a vapor e a Revolução Industrial? (LICENCIANDO F)

Neste momento os alunos ficaram quietos e o licenciando continuou:

Vou entregar para vocês uma apostila onde vamos estudar sobre a Revolução Industrial e suas consequências na sociedade, tanto local quanto mundial.(LICENCIANDO F)

Ao longo da leitura, o licenciando destacava os pontos principais da apostila, salientamos alguns destes momentos:

A necessidade de bombear as águas das minas de carvão, que era um combustível muito importante para a época, promoveu o desenvolvimento da máquina a vapor, e com isso ocorreu o desenvolvimento do estudo da termodinâmica (LICENCIANDO F).

Ao longo da primeira metade do século XVIII, a paisagem da Inglaterra se transformou completamente. Os grandes desenvolvimentos na construção

de máquinas a vapor – surgidas da necessidade básica de extração de água das minas de carvão e depois aplicadas e inúmeras outras atividades manufatureiras – fizeram nascer o embrião do que seria a sociedade industrial. Por outro lado, a Revolução Industrial constitui um estímulo à atividade científica, estando voltada para problemas suscitados pela indústria; é neste sentido que a termodinâmica evolui (LICENCIANDO F).

A revolução Industrial foi tão importante que refletiu na arte desenvolvida naquela época, os quadros de pintores famosos refletiam a mudança significativa em que a sociedade passava! (LICENCIANDO F).

Até cerca de 200 anos, a maior parte do trabalho era feito por pessoas ou animais. O trabalho era também obtido a partir do vento da água, mas ambos não eram fontes confiáveis de energia, porque não podiam ser utilizados facilmente em qualquer local e quando necessários (LICENCIANDO F).

Ao longo da aula, o licenciando tratou dos personagens envolvidos no desenvolvimento da máquina a vapor e as consequências na sociedade no período da revolução industrial, além da apostila, trouxe outros artigos de sua pesquisa pessoal para tratar sobre o tema, em slide colocou uma linha do tempo com os principais fatos e personagens que ocorreram no episódio. Ressaltamos alguns momentos:

Mas a primeira máquina que utilizava o vapor de forma “útil” foi inventada pelo francês Denis Papin em 1679, utilizando o esquema de êmbolo e cilindro. Papin inclusive inventou um dispositivo bem parecido com o que encontramos hoje nas panelas de pressão, para evitar que o vapor explodisse o cilindro.

A máquina de Newcomen foi um desenvolvimento paralelo ao da máquina de Savery. Portanto, apesar de incorporar diversos conhecimentos que se desenvolviam traziam certas inovação no trabalho de síntese (LICENCIANDO F).

Salientamos que diversas vezes o licenciando trouxe divergências historiográficas existentes na literatura, e fazia referência a alguns historiadores, destacamos alguns destes momentos:

Na dissertação da USP de Tavares com o título James Watt: a trajetória que levou ao desenvolvimento da máquina a vapor vista por seus biógrafos e homens de ciências, o autor traz as ideias de diversos historiadores sobre a vida de watt, segundo ele alguns autores o consideram inventos da máquina a vapor, outros já consideram que ele só aprimorou a máquina. Alguns historiadores o colocam como um gênio, e outros comentam que não teve grande feito. (LICENCIANDO F)

Ao tratar da história das consequências da máquina a vapor em Campos dos Goytacazes, o licenciando destacou os principais pontos da história e comentários surgiram na turma, salientamos alguns deles:

Eu morei em Quissamã, morava perto da Indústria, muito legal essa história!(ALUNO)

Após a discussão sobre a história da máquina a vapor em Campos o licenciando pediu para que os alunos respondessem novamente o estudo de caso.

5.2.2 A primeira aula do licenciando R

Ao começar a aula o licenciando R apresentou o tema da aula, e entregou o estudo de caso. Buscou investigar se os alunos sabiam algo sobre a Revolução Industrial. Alguns alunos responderam que sim. E surgiram comentários como:

Eu sei que a revolução Industrial começou na Inglaterra, representou um período de profunda mudança por causa de transformações econômicas, foi um momento em que o homem substituiu a energia humana pelas máquinas, acho que neste período a poluição começou a se concentrar mais nas cidades para trabalhar nas indústrias (ALUNO)

Após a colocação dos alunos o licenciando entregou a apostila para os alunos e buscou discutir pontos importantes do texto. Salientamos que o licenciando não tratou de outros textos, somente destacou os aspectos tratados na apostila. Ao final da leitura observamos alguns comentários quanto à história de Campos:

la gostar de navegar no Rio Paraíba!(ALUNO)

O tema despertou bastante interesse e provocou uma reflexão dos alunos sobre a importância da cidade.

Nem sabia que Campos era tão antigo assim, e nem que Quissamã pertencia a Campos naquela época, muito legal essa história! (ALUNO).

Após a discussão da apostila, o licenciando realizou um experimento em sala de aula com material descartável, que representava a Máquina de Heron, uma das primeiras máquinas a vapor registrada na literatura especializada. O licenciando salientou que esta máquina tinha como objetivo a diversão das pessoas da época.

A máquina de Heron não tinha uma utilidade pratica ela servia para distrair e divertir as pessoas da época (LICENCIANDO R)

Após tratar da parte histórica o licenciando explicou para os alunos os conceitos físicos envolvidos na máquina representada em sala. Neste momento todos os alunos estavam ao redor da mesa, onde o experimento se encontrava. Após a explicação do licenciando, a convite do futuro professor um aluno foi até o quadro e explicou o que viu no experimento:

O calor faz aumentar a pressão dentro da lata e com isso sai um jato de vapor e assim promove o movimento dela, assim ocorre à transformação de energia do calor em movimento (ALUNO)

Como este, outros alunos também explicaram o que viram. Por fim o licenciando pediu para que os alunos respondessem novamente o estudo de caso.

5.2.3 A primeira aula do licenciando C

O licenciando C aplicou sua aula em uma turma do segundo ano do Normal Médio, Ao iniciar a aula o licenciando C apresentou o tema da aula “A história da máquina a vapor e suas consequências na sociedade”, e em seguida entregou o estudo de caso para que os alunos respondessem a questão inicial.

Após alguns minutos o licenciando C perguntou para a turma se eles já tinham ouvido falara da Revolução Industrial. E os alunos responderam que não. Com isso a licenciando fugiu do planejamento inicial e pediu para que os alunos pegassem o celular e fizessem uma pesquisa sobre o assunto. Salientamos alguns resultados apresentados pelos alunos:

A Revolução Industrial ocorreu na Inglaterra, em meados do século XVIII, dando início à era do capitalismo. A transição do artesanato, da manufatura para as máquinas e indústrias, originou a produção acelerada, em série, resultando em grandes lucros, e muita mão-de-obra disponível e barata (ALUNO).

Após esta e outras colocações feitas pelos alunos, o licenciando entregou a apostila e começou a tratar dos pontos principais referente à apostila. Era uma turma inquieta e em diversos momentos o licenciando pedia silêncio. Após a leitura e uma breve discussão sobre os personagens e os diversos aspectos da história da máquina a vapor. O licenciando anunciou o esquete, pequena peça teatral intitulada

“A história da máquina a vapor e a sociedade local”. A peça ocorreu em 10 minutos, todos os licenciandos participaram.

Figura 4 – Imagens do esquete intitulada A história da máquina a vapor e a Sociedade Local



Fonte: Próprio autor

Após a peça o licenciando pediu para que os alunos respondessem novamente a questão do estudo de caso.

5.2.4 A segunda aula do licenciando R

A segunda aula do licenciando R aconteceu em uma turma do primeiro ano do ensino médio. O licenciando iniciou sua aula apresentando o tema da aula para os alunos “Visões de ciência: de Aristóteles as teorias atuais”. Em seguida o licenciando entregou o texto do estudo de caso com uma questão que deveria ser respondida pelos alunos. Após esta etapa, o licenciando R anunciou que haveria uma peça teatral intitulada “A história da cosmologia: de Aristóteles as teorias atuais”. Foram 40 minutos de peça com a participação dos seis licenciandos, a peça tratava de uma conversa entre dois personagens fictícios: o avô e a neta, esses personagens conversavam ao longo da peça sobre a história da cosmologia. Após a peça o licenciando tratou dos pontos principais da história da cosmologia com os alunos. E por fim os alunos responderam novamente a questão proposta no estudo de caso.

Figura 5 – Imagem da Peça teatral intitulada A história da Cosmologia: de Aristóteles as Teorias Atuais



Fonte: Próprio autor

5.2.5 A segunda aula do licenciando C

O licenciando C realizou sua aula no primeiro ano do ensino médio e começou a aula tratando do tema “A história da Cosmologia e a gravitação Universal”. Após tratar do tema, os alunos responderam ao estudo de caso. Em seguida o licenciando realizou uma apresentação em slides e tratou de algumas questões como: o que é cosmologia; o que estuda a cosmologia; a cosmologia grega; as ideias principais anteriores a Newton quanto ao estudo do Universo e por fim trata dos conceitos envolvidos na Lei da gravitação Universal. Comenta que:

Segundo Cohen (1983) existem duas ideias que, embora equivocadas, são muito difundidas na literatura sobre o percurso geral que conduziu Newton a gravitação Universal: uma delas afirma que Newton teria desenvolvido a lei da gravitação Universal quase que por completo durante os o período correspondente aos dois anos em que Newton se recolheu à sua residência rural, como é bem conhecido, em função da assolação da peste e consequente fechamento provisório de Cambridge; a outra sustenta que a lei da gravitação Universal foi deduzida por Newton diretamente das leis de Kepler (LICENCIANDO C).

No ultimo rascunho que antecedeu ao Principios, Newton formula a Terceira Lei. As ações de corpos que atraem e são atraídos são mutuas e iguais. Se existirem dois corpos, nem o atraído nem o que atrai podem estar em repouso. Newton compreendeu que, se o Sol atrai a Terra, a Terra deveria também atrair o Sol, com uma força de mesma intensidade. Ora, se cada planeta e, por sua vez, atraído pelo Sol, então ele atrai o Sol, pela Terceira Lei. Então, cada planeta e um centro de força atrativa, também. Mas, se assim, cada planeta não só atrai como é atraído pelo Sol, mas também atrai e é atraído por cada um dos outros planetas. A lei do inverso do quadrado seria, apenas, uma parte da Gravitação Universal. A descoberta importante feita por Newton é a interação mutua (LICENCIANDO C).

Após essa apresentação na qual tratou da lei da gravitação Universal, o licenciando entregou para os alunos uma estória em quadrinhos do Maurício de

Souza intitulada “Magali em foi assim”. Em seguida tratou da vida e obra de Newton. Salientou que alguns autores defendem que a estória da maçã não é verdadeira, e se fosse seria bem diferente do que é contado nos livros didáticos, e que essa estória romantizada é muito usada nos livros didáticos para dar um ar heróico à obra de Newton. Salientamos alguns trechos da fala do licenciando:

Segundo Roberto Martins se dissermos que Newton descobriu a gravidade quando viu uma maçã caindo (ou quando uma maçã caiu na sua cabeça), estaremos transmitindo várias concepções falsas sobre essa história (LICENCIANDO C).

O licenciando leu parte do artigo em sala de aula de Roberto Martins, salientamos alguns trechos:

A história da maçã foi publicada pela primeira vez por Voltaire, no ano da morte de Newton (1727). Voltaire passou alguns anos na Inglaterra, nessa época. Ele se interessava muito pelo pensamento de Newton e o visitou, antes de seu falecimento. Conversou também com Catherine Barton, a sobrinha de Newton que cuidava do tio. Catherine lhe contou a história da maçã, que Voltaire publicou em diversas de suas obras. Outra fonte da história da maçã é John Conduitt, uma pessoa que trabalhava com Newton na casa da moeda inglesa e que, depois, se casou com Catherine. O relato de Conduitt permaneceu manuscrito, como o de Stukeley. Nenhum desses relatos mais antigos diz que a maçã teria caído na cabeça de Newton, nem que ele estava deitado ou adormecido. Todos concordam que Newton estaria pensativo, no jardim da fazenda de sua mãe em Woolthorpe, e que a queda da maçã teria desencadeado uma série de idéias. No entanto, a descrição dessas idéias varia, de uma versão para outra. É pouco provável que Newton pudesse ter descrito a mesma história de formas diferentes e contraditórias, em um intervalo de poucos anos, nesse período. As pessoas idosas costumam contar repetidamente a mesma história, exatamente com as mesmas palavras. É plausível que Newton tenha contado a mesma versão para todos os seus conhecidos, mas cada um deles entendeu a história de um modo diferente, de acordo com sua própria capacidade de compreensão. Posteriormente, a história da maçã foi sofrendo acréscimos e distorções (LICENCIANDO C).

Em outro momento salientamos da fala do licenciando C:

Segundo Roberto Martins Newton deixou vários textos escritos e em nenhum deles trata do episódio da maçã (LICENCIANDO C).

Após trazer essa questão da estória da maçã de Newton, o licenciando entregou a apostila e tratou dos principais pontos do material (APÊNDICE E). Por fim o licenciando pediu para que os alunos respondessem novamente o estudo de caso.

5.2.6 A aula dos licenciandos E e T

A aula dos licenciandos E e T foram realizada em dupla, isso ocorreu por questões relacionadas a disponibilidade da escola. Os licenciandos começaram a aula apresentando o tema: “A história da Cosmologia e as teorias que tratam da origem do Universo”. Após explicarem o conteúdo da aula, os alunos do ensino médio leram e responderam as questões do estudo de caso. Em seguida os licenciandos apresentaram o programa de rádio gravado em áudio para os alunos intitulado “Rádio Atômica”, na qual o apresentador do programa entrevista grandes cientistas do campo da Cosmologia, cujas teorias se contrapõem. De um lado, o cientista George Gamow, criador da teoria do Big Bang. De outro, Fred Hoyle, um dos defensores da teoria do Universo Estacionário. E por fim o cientista brasileiro Cesar Lattes, aparece para discutir sobre as duas teorias.

Destacamos um momento da aula que um aluno se mostrou agressivo dizendo que quem criou o Universo foi Deus. Salientamos algumas das respostas dos licenciandos dada ao aluno:

Estamos tratando da opinião da ciência, também acreditamos em Deus, aqui nesta aula vamos tratar da visão dos cientistas quanto à origem do Universo. (ALUNO T)

A discussão quanto a essa questão não se estendeu muito. O aluno optou por sair da sala. E os licenciandos prosseguiram com a aula. Após os alunos escutarem o áudio, os licenciando trataram dos principais aspectos relacionados as duas teorias, salientamos alguns momentos:

A Teoria do Big Bang, formulada em 1948 pelo físico russo George Gamow, já tinha sido discutida em um modelo mais simples pelo padre belga Georges Lemaitre em 1927, o modelo de Lemaitre continha varias imperfeições, que acarretaram uma má compreensão e trouxeram problemas na compreensão posterior da teoria do big bang, podemos narrar a teoria do big bang com um início extremamente denso e quente, aonde o universo surge de uma expansão resultada da compressão de energia que ocorria, podemos imaginar com mais facilidade: Pense em uma panela de pressão que não está a expelir gás, em algum momento a pressão interna alcançara o nível crítico, e a panela irá se expandir em uma explosão violenta, algo similar a isto foi o que ocorreu no início do universo segundo a teoria do Big Bang, sendo esta expansão violenta a criadora do nosso universo e a panela tudo que existia até o momento (LICENCIANDO E).

Em outro momento o licenciando T comenta:

A Teoria do Universo Estacionário foi uma teoria que surge para dar resposta a certos problemas iniciais que a Teoria do Big Bang teve por falta de instrumentos adequados para realizar as medições. Esta teoria pode ser resumida em um modelo de universo que apesar de se expandir, não muda em larga escala, esta ideia pode parecer confusa, mas podemos compreendê-la melhor ao observamos um rio, cuja água esta a fluir constantemente, mas o formato do rio em larga escala permanece inalterado, hoje sabemos que o Universo não é uniforme, que estrelas esgotam seu combustível e que deixam de existir, e que a expansão molda o formato do Universo (LICENCIANDO T).

Após tratar das teorias os licenciandos abordaram a vida e obra do físico César Lattes, mostrando um pouco da física brasileira. Essa abordagem chamou a atenção dos alunos e gerou comentários. Salientamos alguns dele:

O Brasil não é só o país do futebol! RS (ALUNO)

Depois de abordar as teorias com o auxílio do quadro. O licenciando entregou uma apostila que trazia o resumo da história da cosmologia. E discutiu com os alunos os principais pontos. Por fim os licenciando pediram para que os alunos respondessem novamente o estudo de caso.

6 ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo iremos tratar das análises dos dados desta pesquisa. Primeiramente iremos discorrer sobre a técnica da Análise textual discursiva, que foi a metodologia de análise adotada. Em seguida tratamos dos três metatextos que emergiram das análises dos dados: Dificuldades e motivações na transposição didática externa, Dificuldades e motivações na transposição didática interna e por fim Dificuldades e motivações vivenciadas no desenvolvimento da proposta segundo a visão dos licenciandos.

6.1 A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA

Utilizamos a técnica da Análise Textual Discursiva para os dados coletados. A Análise textual discursiva (ATD) propõe-se a "descrever e interpretar alguns dos sentidos que a leitura de um conjunto de textos pode suscitar" (MORAES E GALIAZZI, 2011, P 14). As categorias de análise da ATD podem ser definidas a priori ou pode surgir das leituras (categoria emergente), ou ainda, podem ser mistas. Nesse trabalho, optamos pela categoria a priori "quando a opção é trabalhar com categorias "a priori", o pesquisador deriva suas categorias de seus pressupostos teóricos" (MORAES e GALIAZZI 2011, p.117).

Segundo Moraes e Galiuzzi (2006) a análise textual discursiva é uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas aprovadas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso. Existem inúmeras abordagens entre estes dois pólos, que se apóiam de um lado na interpretação do significado atribuído pelo autor e de outro nas condições de produção de um determinado texto. Segundo Moraes e Galiuzzi (2006) a análise textual discursiva é descrita como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador.

Segundo os autores neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto. Depois da realização desta unitarização, que precisa

ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização. Neste processo reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise. Moraes e Galiazzi (2006) comenta que a análise textual discursiva tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados e por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos. Este processo todo gera metatextos que irão compor os textos interpretativos.

Ou seja, a ATD é constituída por três etapas que ocorrem em um processo cíclico:

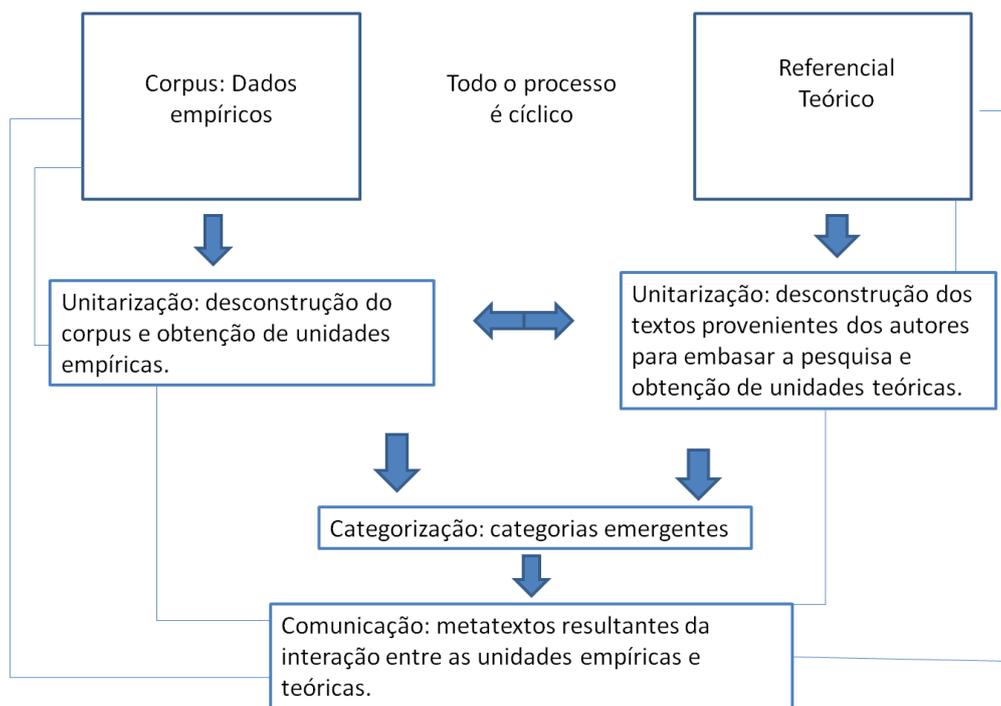
a) Desmontagem dos textos ou unitarização: “implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de atingir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados” (MORAES E GALIAZZI, 2011, p 11). Dessa desconstrução dos textos surgem as unidades de análise, também chamadas de unidades de significado ou sentido. (MORAES e GALIAZZI, 2011, p. 18). Essas unidades podem ser empíricas, coletadas para a pesquisa, e teóricas, provenientes dos autores utilizados para embasar o tema pesquisado (HYGINO et al 2013, p.53). No nosso caso as unidades empíricas correspondem à transcrição literal das frases e trechos extraídos dos áudios, cadernos de campo da pesquisadora, vídeos e textos de reflexão dos alunos. As unidades teóricas correspondem a outros autores selecionados para embasar nossas análises. Cada unidade de análise deve receber um título, que represente a ideia principal da unidade e código, a fim de identificar seu texto de origem, bem como sua localização dentro desse texto.

b) Estabelecimento de relações ou categorização: consiste na construção de relações entre as unidades de análise, tanto as empíricas, quanto as teóricas. Fazemos isso num processo recursivo de leitura e comparação entre as mesmas, resultando em conjuntos que apresentam elementos semelhantes, daí surgem às categorias. (MORAES E GALIAZZI, 2011, p 11). Podemos afirmar que a categorização é um processo de criação, ordenamento, organização e síntese. Constitui, ao mesmo tempo, processo de construção de compreensão de fenômenos investigados, aliada à comunicação dessa compreensão por meio de uma estrutura de categorias (MORAES E GALIAZZI, 2011, p. 78). As categorias de análise da ATD

podem ser definidas a priori ou pode surgir das leituras (categoria emergente), ou ainda, podem ser mistas.

c) Comunicação ou produção de metatextos: nessa etapa, percebe-se uma nova compreensão do todo, possibilitada pelo intenso envolvimento nas etapas anteriores. Segundo Moraes e Galliazzi (2011) saber empregar as categorias construídas na análise para organizar a produção escrita é uma forma de atingir descrições e interpretações válidas dos fenômenos investigados. Afirmam ainda que "a qualidade dos textos resultantes das análises não depende apenas de sua validade e confiabilidade, mas é, também, consequência do fato de o pesquisador assumir-se autor de seus argumentos" (MORAES E GALIAZZI, 2011, p.32).

Figura 6 – Esquema da Análise textual discursiva



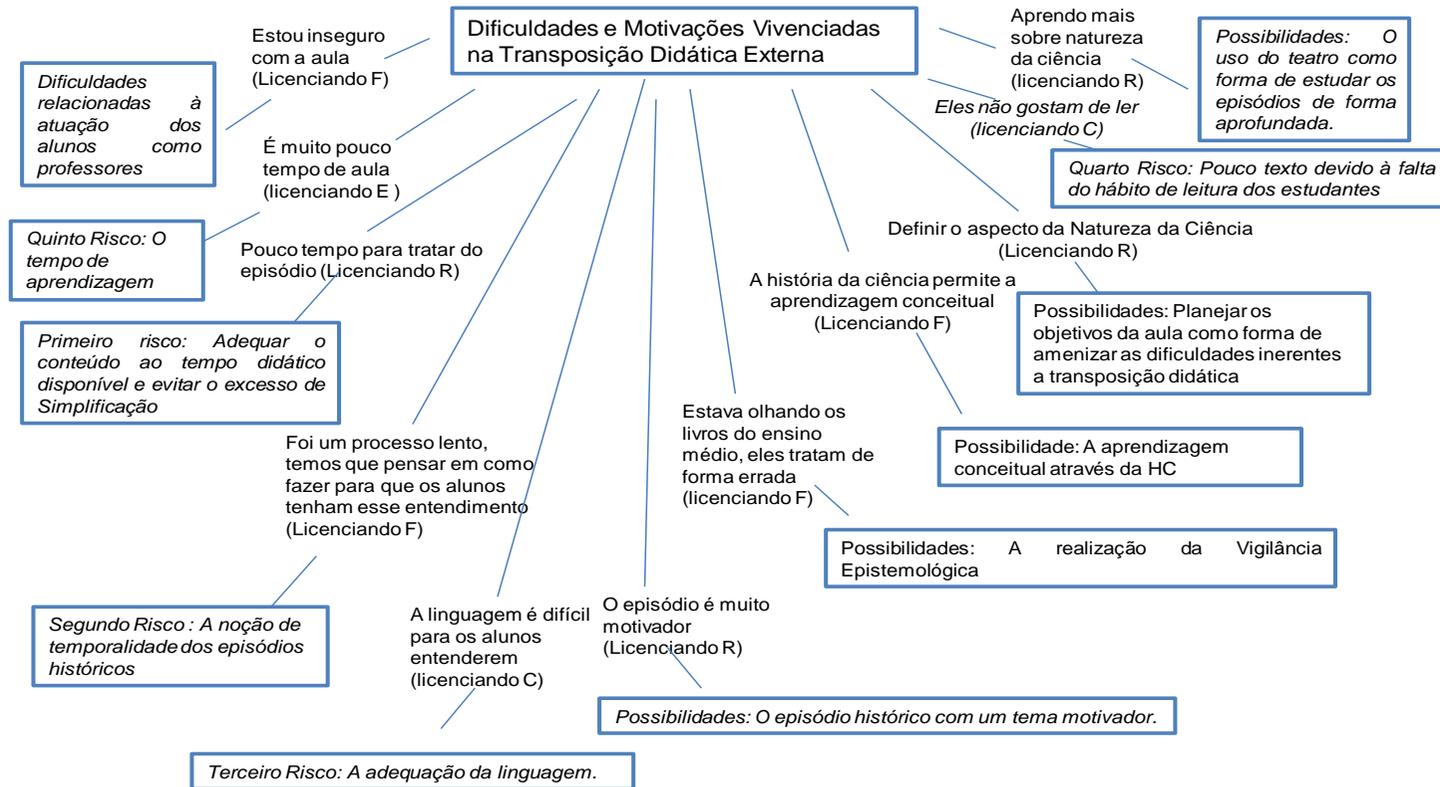
Fonte: Próprio autor

A ATD permite um envolvimento intenso do pesquisador com os dados empíricos e teóricos. A utilização dessa técnica facilita a construção de textos cuja retórica é persuasiva, descritiva, detalhada e que se apropria de transcrições, documentos, exemplos e comentários interpretativos; que são características da pesquisa qualitativa. Textos que reúnem essas condições são denominados metatextos, correspondem a análise do pesquisador e serão apresentados a seguir.

6.2 OS TRÊS METATEXTOS QUE EMERGIRAM DAS ANÁLISES

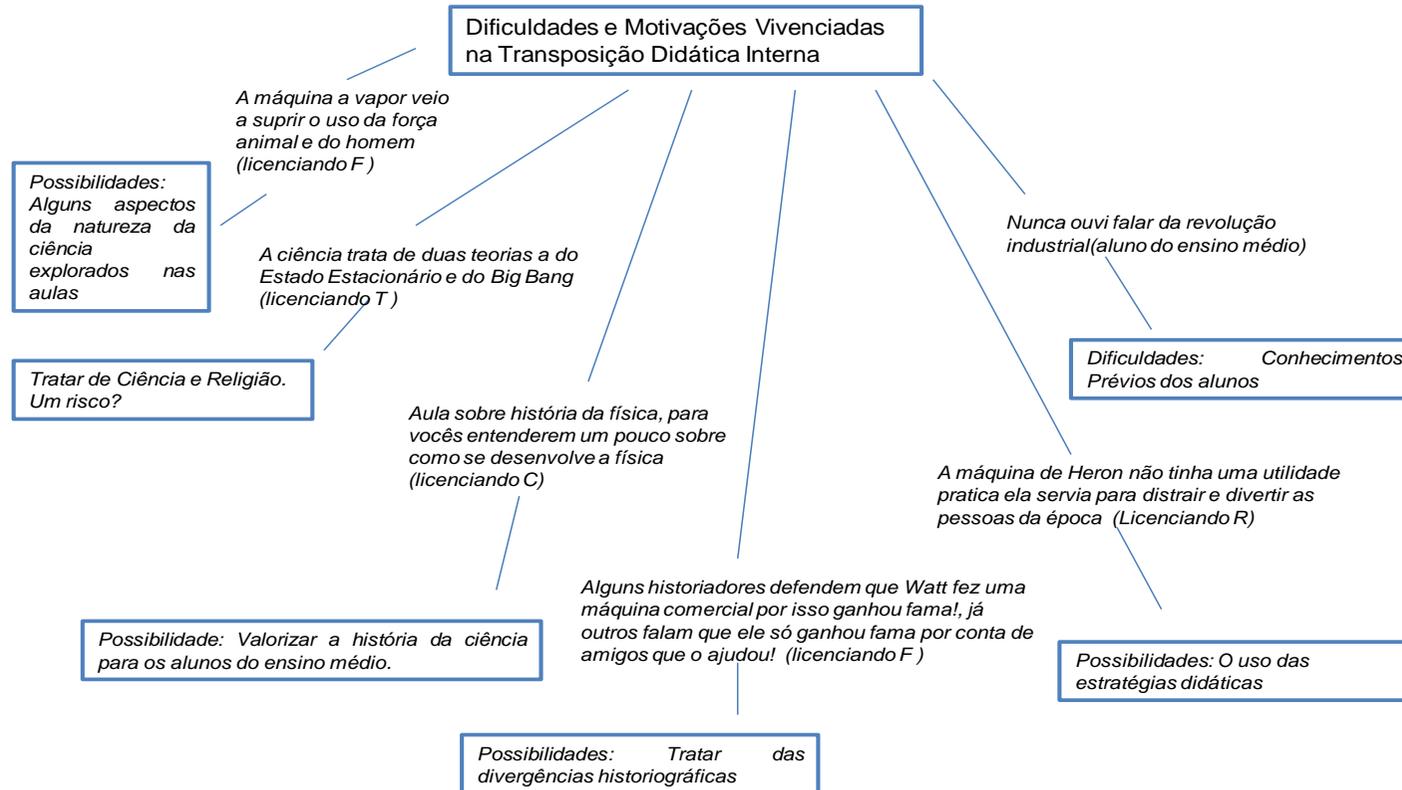
Emergiram de nossas análises três categorias, chamadas emergentes, e por meio da interpretação, escrita e reescrita, foram produzidos três metatextos, partindo do entrelaçamento das unidades empíricas e teóricas. Através deles comentamos o que ficou mais evidente em nossos dados coletados para essa pesquisa. As categorias são: Dificuldades e Motivações Vivenciadas na Transposição Didática Externa de Episódios da HC, Dificuldades e Motivações Vivenciadas na Transposição Didática Interna de Episódios da HC e por fim A Visão dos Alunos Sobre a Proposta e as Aulas Realizadas. A primeira categoria trata das motivações e dificuldades vivenciadas no estudo teórico e preparação das aulas com a abordagem da HC. A segunda categoria trata dos riscos e motivações vivenciados em sala de aula pelos licenciandos. E por fim a última categoria aborda sobre a visão dos licenciandos quanto a proposta e as aulas elaboradas. O resumo das categorias e subcategorias que ilustram essa revisão é apresentado a seguir nas três figuras abaixo:

Figura 7 – A primeira categoria, algumas unidades empíricas e as subcategorias



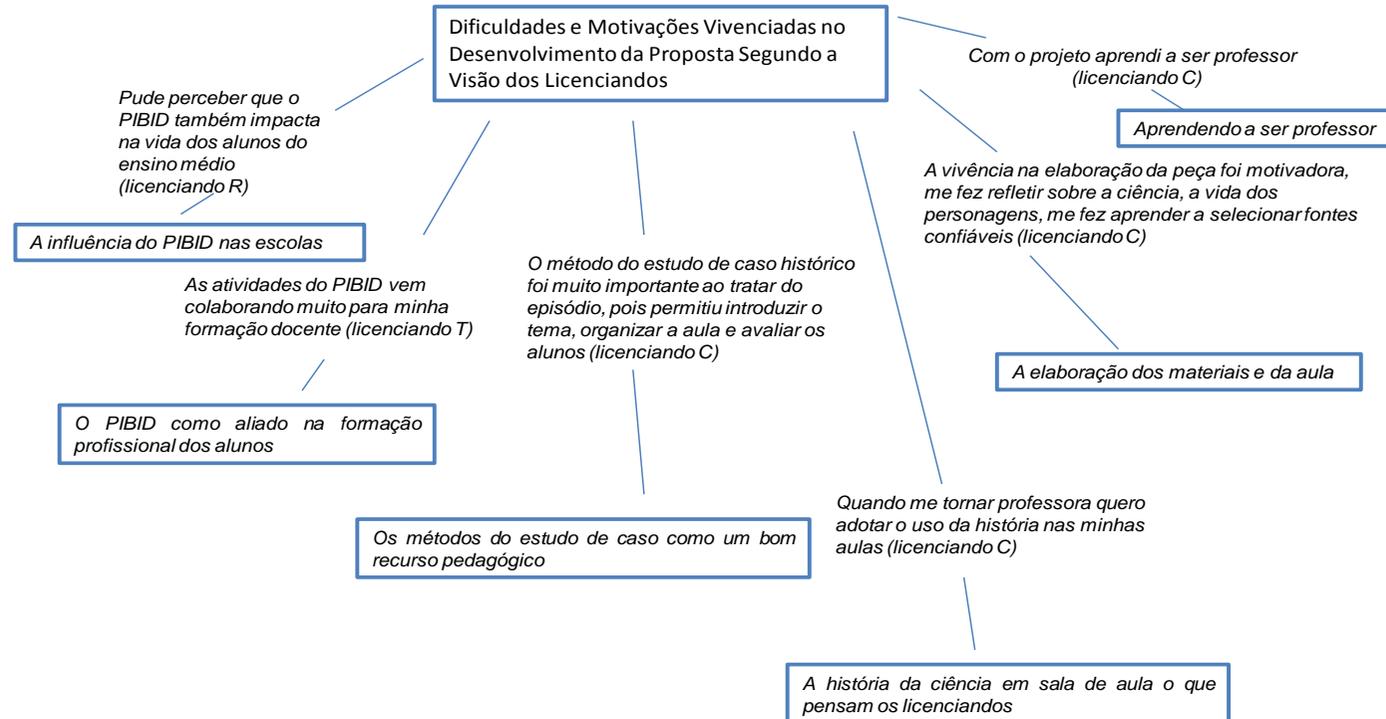
Fonte:Próprio autor

Figura 8 – A segunda categoria, algumas unidades empíricas e as subcategorias



Fonte: Próprio autor

Figura 9 – A terceira categoria, algumas unidades empíricas e as subcategorias



Fonte: Próprio autor

6.2.1 Dificuldades e motivações vivenciadas na transposição didática externa

A construção de um saber é fruto de processos de didatização: a dessincronização do saber, a despersonalização do saber, a programabilidade da aquisição do saber, a publicidade do saber e o controle social das aprendizagens (CHEVALLARD, 1991). Esses processos são coerentes com os interesses sociais, políticos e econômicos do projeto formativo em que se insere um sistema de ensino, manifestados no seu projeto educacional (ALVES FILHO, 2000, p. 225; RICARDO, 2005, p. 161).

Segundo Chevallard (1991) “todo projeto social de ensino e aprendizagem se constitui dialeticamente com a identificação e a designação de conteúdos do saber (sábio) como conteúdo a ensinar” (CHEVALLARD, 1991, p. 39).

A transposição de episódios históricos para a sala de aula, buscando tratar aspectos da natureza da ciência requer muitas modificações dos saberes originais e segundo Forato (2009) sua organização requer o enfrentamento de questões como seleção de conteúdos, processos de aprendizagem, materiais de ensino, avaliação etc.

Neste metatexto tratamos das motivações e dificuldades vivenciadas pelos licenciandos, na transposição didática externa de episódios da HC para o ensino, no qual os licenciandos procuram adequar tais conteúdos ao programa escolar.

6.2.1.1 Primeiro risco: Adequar o conteúdo ao tempo didático disponível e evitar o excesso de Simplificação

Uma das primeiras questões levantadas pelos licenciandos foi em relação ao tempo disponível para a implementação das aulas. Isso é relatado pela aluna F no áudio referente à oitava reunião quando discutíamos sobre o episódio histórico:

O tempo é muito curto, quero tratar de tantas coisas na minha aula, acho que a história vai ficar muito resumida em uma aula só (LICENCIANDO F).

Em outro momento, na nona reunião, relatado no caderno de campo da pesquisadora essa questão volta a aparecer na fala do aluno R:

A gente vai ter que definir muito bem o que tratar na aula, pra mim o episódio para despertar o interesse tem que ser bem relatado. Isso é possível em apenas uma aula? (LICENCIANDO R).

Também acho o tempo de aula muito curto para tratar de muito conteúdo! (LICENCIANDO C).

Essa questão do tempo didático disponível foi uma das grandes dificuldades levantadas pelos licenciandos ao longo das reuniões na realização da transposição didática. Segundo Alves Filho (2001) o gerenciamento do tempo didático é de total responsabilidade do professor, cabendo a ele cumprir o planejamento, o que implica em transformar o “tempo lógico” em “tempo didático”, recontextualizando o “tempo real”. A exiguidade do tempo didático restringe o processo da transposição didática, principalmente no que se refere ao resgate histórico de um determinado saber.

Esse é um problema recorrente nos trabalhos que abordam a HC no ensino. Ao fazer um levantamento com futuros professores de ciências sobre a abordagem da HC, Schemiedecke (2015) concluiu que o maior obstáculo dessa abordagem no ensino é a questão do pouco tempo disponível para trabalhar essa abordagem em sala de aula. Martins (2007) também trata desta questão quando realiza entrevista com professores. Segundo Martins (2007) para os professores o tempo é insuficiente porque os conteúdos históricos seriam algo a mais, que deveria, portanto, ser adicionado ao currículo atual. Este autor comenta que o uso da HC não é pensado como uma estratégia didática que substitui ou complementa outras abordagens na aprendizagem dos conteúdos já existentes, mas como um novo conteúdo.

Não só a questão do tempo apareceu na fala do licenciando F, mas também a questão do excesso de simplificação que pode acontecer decorrente do pouco tempo disponível.

Segundo Chevallard na transposição didática o saber ao ser pensado para o ambiente escolar deve tornar-se “programável”, isto é, deve ser passível de recortes que possibilitem sequências aceitáveis, tanto por critérios pedagógicos como institucionais; passa também por um processo de “dessincretização”, na medida que as especializações da prática da criação teórica são substituídas por especializações pertinentes às práticas da aprendizagem; desliga-se dos vínculos autorais, apresentando-se como um saber “despersonalizado”; organiza-se de modo a permitir o “controle social das aprendizagens”, expresso nas práticas de avaliação

para certificações; precisa ser um conhecimento com um grau de “publicidade” que viabilize sua apropriação pelos que deverão transmiti-lo e recebê-lo (CHEVALLARD, 1991, p.146). Essas imposições, portanto, também interferem na própria seleção dos conteúdos a serem ministrados, pois definem quais são os conhecimentos escolarizáveis.

Segundo Ricardo (2005) no ensino de ciências de forma recorrente para cumprir as exigências pedagógicas o saber a ensinar é apresentado em uma ordem lógica sustentada, por exemplo, em pré-requisitos que omitem o processo de construção destes saberes e a dinâmica de seus atores, caracterizando-se uma despersonalização e simplificação dos saberes. A subjetividade dos pesquisadores, os investimentos pessoais e as contribuições anteriores a justificação do modelo teórico são deixado de lado. Segundo este autor algumas vezes isso é consequência da necessidade de retirar esses saberes do nicho interno da pesquisa para dar a ele uma publicidade. Assumindo a forma de um texto apropriado para professores e alunos (RICARDO, 2005, p.168). Entendemos que a simplificação, despersonalização, e descontextualização, é inerente ao processo de transposição didática, pois para se tornar ensinável é necessário que o saber sábio sofra transformações em relação a sua origem. Mas salientamos que não pode haver excessos, o excesso de simplificação dos saberes a ensinar é uma preocupação recorrente quando se pensa na transformação dos saberes¹⁶. Entendemos que é preciso cautela no processo de transposição. E a questão do tempo é um limitador no que se refere aos saberes a ensinar, inclusive os saberes referente à HC

Bermudez e Longhi (2015) comentam que o excesso de simplificação dos saberes é apontada como um problema recorrente dos saberes a ensinar. E que conteúdos com extrema simplificação pode contribuir para uma aprendizagem equivocada. Segundo Schemiedecke (2015) é importante atentar para a modificação excessiva dos saberes para que não sejam interpretados de forma errônea. Segundo esse autor corre-se sempre esse risco. Entendemos que ao estudar de forma detalhada os episódios históricos os riscos inerentes como a excessiva descontextualização, despersonalização e simplificação dos saberes no processo de transposição didática são amenizados.

¹⁶ Ver em BATISTETI, ARAUJO E CALUZI, 2010; TOLEDO E FERREIRA, 2012; BERMUDEZ E LONGHI, 2015; MANEGHETTI, 2011; KRAPAS E SILVA, 2010; ZANARDI, KNEUBIL E PEREIRA, 2013; KRAPAS, 2011; VIRGINIA E RICARDO, 2011.

6.2.1.2 Possibilidades: Planejar os objetivos da aula como forma de amenizar as dificuldades inerentes a transposição didática

A insegurança da adequação do episódio ao tempo didático disponível foi sendo solucionado aos poucos no processo de transposição didática, ao definir os objetivos das aulas essa questão foi amenizada, como relatado no áudio do décimo quinto dia pela aluna F:

Na minha aula quero tratar das influências da tecnologia e do desenvolvimento científico na sociedade. A necessidade de bombear as minas de carvão na época exigiu um desenvolvimento tecnológico e científico das máquinas para atender uma demanda da sociedade. Trazendo isso como principal objetivo, facilita na hora de recortar o que vai ser tratado em sala de aula (LICENCIANDO F)

Isso também é relatado no mesmo áudio na fala do aluno R:

Ao se definir o aspecto da natureza da ciência que queremos tratar em sala, fica mais fácil definir o que é importante e o que deve ser tratado em relação ao episódio (LICENCIANDO R).

Entendemos que ao aprofundarmos a leitura em relação aos aspectos da natureza da ciência que podem ser abordados em sala de aula os alunos foram planejando as suas aulas e escolhendo o que era importante em relação ao episódio. Essa questão do planejar os aspectos da natureza da ciência que poderiam ser explorados em sala permitiu uma melhor seleção dos conteúdos dos episódios que seriam abordados.

6.2.1.3 Possibilidade: A aprendizagem conceitual por intermédio da HC

Além da aprendizagem de aspectos da natureza da ciência, foi recorrente na fala dos alunos aprendizagem de conceitos científicos:

O texto do Aurani eu refletir sobre vários conceitos científicos, o calor, transformação de energia, as leis da termodinâmica... até lembrei de alguns conceitos...(LICENCIANDO F)

Watt reconheceu a relação ente a área compreendida numa curva P-V e o trabalho produzido pela máquina térmica. Fez importantes aperfeiçoamentos nas máquinas a vapor, a ponto de estimular a Revolução Industrial (LICENCIANDO F)

Em outro momento o licenciando C comenta ao tratar do artigo de Dias et al (2004):

*Depois que eu li os episódios tenho outra visão da lei da gravitação universal, agente aprende lendo sobre o episódio. Neste trabalho de Dias há vários registros de Newton da lei da gravitação Universal, acho que vou tratar desta descrição de Newton em sala:
As ações de corpos que atraem e são atraídos são mutuas e iguais. Se existirem dois corpos, nem o atraído nem o que atrai podem estar em repouso (LICENCIANDO C).*

Ao estudar os episódios os licenciandos comentaram sobre conceitos físicos compreendidos ao longo do estudo. Destacamos um registro na fala do licenciando ao estudar Martins (1994):

*As mudanças que a teoria da relatividade introduziu nos conceitos de espaço e de tempo são as mais importantes. O movimento influencia tanto o tamanho dos objetos como a duração dos fenômenos. No entanto, nem tudo é relativo: a teoria indica que há uma outra grandeza, que depende tanto do espaço como do tempo, que não se altera pelo movimento. Essa grandeza é o “intervalo relativístico” Δs , que é uma combinação de distância ΔL e de intervalo de tempo Δt :
$$\Delta s^2 = \Delta L^2 + c^2 \Delta t^2$$
,
onde c é a velocidade da luz no vácuo.*

Criou-se assim, na teoria da relatividade, o conceito de um “espaço-tempo”: uma conexão íntima entre o espaço e o tempo, do qual eles são aspectos parciais. O espaço-tempo é algo de absoluto, que não depende do observador. Mas diferentes observadores podem estudar esse espaço-tempo de diferentes perspectivas, que o decompõem de modos diferentes em espaço e tempo.

Pode-se dar uma comparação para facilitar o entendimento dessa idéia. Um círculo, dependendo do ângulo de que é observado, pode parecer uma elipse, ou um círculo, ou uma reta. Essas aparências (ou projeções) dependem do observador, mas o círculo em si mesmo é uma realidade que é sempre a mesma, independentemente do ângulo do qual ele é observado (LICENCIANDO E).

São diversos trabalhos que tratam da aprendizagem conceitual por intermédio do estudo da HC (PEDUZZI, 2001, FORATO, 2009; LEDERMAN, 2007, MATHEWS, 1994; MARTINS, 2006 entre outros).

Matthews (1994) destaca que a HC tem sido incorporada nas disciplinas científicas de duas maneiras. Na primeira, a disciplina é realizada de forma convencional e a HC é apresentada no final da mesma por meio de alguma unidade extra. Na segunda, busca-se integrar a abordagem histórica ao estudo de conceitos

científicos. Além de poder ajudar a transmitir uma visão mais adequada sobre a natureza da ciência, a HC pode auxiliar na aprendizagem de conceitos.

Peduzzi (2001) comenta que a abordagem histórico-filosófica da ciência para o ensino de física, se bem estruturada e coerente, pode propiciar o aprendizado significativo de equações e conceitos; ser útil para lidar com a problemática das concepções alternativas; incrementar a cultura geral dos alunos; desmistificar o método científico; chamar a atenção para a ideia da metafísica e tornar as aulas de física mais desafiadoras e interessantes (PEDUZZI, 2001).

De acordo com Martins (2006) a reestruturação conceitual dos alunos, ou seja, o abandono dos conceitos antigos ou prévios e a adoção dos novos conceitos deve se dar de modo suave e racional. De acordo com ele um conceito novo exige a superação de obstáculos de natureza “emocional”, seria uma luta entre a concepção do professor e a concepção do aluno, no qual para o estudante colocar em dúvida ou rejeitar uma idéia antes aceita pode acarretar uma sensação de perda de uma parte de si próprio. Ainda de acordo com Martins (op. cit.) a HC pode ser muito útil para essa transformação conceitual, pois muitas vezes os conceitos prévios dos alunos são parecidos com os conceitos de alguns cientistas antigos. Em suas próprias palavras:

Examinando exemplos históricos, com o distanciamento emocional que isso permite, o estudante pode se preparar para aceitar que um processo semelhante com suas próprias idéias, pode perceber que na história que algumas pessoas já tiveram idéias semelhante à dele (Martins, 2006: página 4).

É importante que o aluno perceba que para um cientista abandonar um conhecimento já estruturado requer tempo, a produção científica é um trabalho coletivo, e muitas vezes conservador, assim a produção do conhecimento ocorre por meio de erros e acertos, caracterizando mais uma vez a ciência como produção humana.

6.2.1.4 Segundo Risco: A noção de temporalidade dos episódios históricos

Outra questão que foi levantada pelos licenciandos ao planejar a aula foi à questão do tempo em que ocorreu o episódio e como tratá-lo em sala de aula, isso está relatado no áudio referente ao oitavo dia pelo futuro professor F:

Como vamos fazer pra mostrar que o aperfeiçoamento da máquina a vapor não aconteceu de uma hora pra outra? Acho que isso tem que ficar bem claro, foi um processo lento, temos que pensar em como fazer para que os alunos tenham esse entendimento, acho que poderíamos fazer uma linha do tempo, o que acham? Acho que só falar isso na aula é pouco, tínhamos que fazer alguma atividade sobre isso... A linha do tempo seria legal (LICENCIANDO F).

Como podemos ver, fazer com que os alunos entendam a extensão do tempo em relação ao episódio histórico mostrou-se um desafio para o licenciando. O licenciando buscou como solução a elaboração de uma atividade didática que abordasse essa questão. Segundo Chevallard (1991), um saber a ensinar deve favorecer a criatividade didática, na elaboração de atividades voltadas ao contexto escolar, ou seja, objetos de ensino que não possuem similares no Saber Sábio. Nesse momento percebemos que o licenciando realizou uma criação didática para tratar da ideia de temporalidade que é difícil de ser concebida pelos alunos. A linha do tempo foi elaborada e utilizada somente na aula do aluno F, em uma apresentação em power point, os outros alunos não acharam pertinente utilizar esse recurso.

Segundo Forato (2009) A transposição do saber sábio histórico em saber a ensinar é um aspecto delicado, segundo a autora os saberes são apartados do seu contexto de criação, dos historiadores e dos processos envolvidos em sua elaboração, e do tempo requerido nesse preparo. Esse objeto de saber a ensinar, que nasce atemporal e desvinculado do seu contexto de criação não será, necessariamente, desvinculado dos fatos históricos que pretende narrar.

Desse modo, ao se pensar no tempo didático da transposição de conteúdos históricos ao ensino de ciências, é necessário entender a dimensão temporal na perspectiva diacrônica da localização temporal dos fatos históricos transpostos (FORATO, 2009, p.50).

Segundo a autora esse saber a ensinar histórico que ganha vida no ensino de ciências pode preservar os condicionantes contextuais, tanto quanto for possível enquanto Saber Sábio.

6.2.1.5 Terceiro Risco: A adequação da linguagem.

Segundo o áudio no nono dia de reunião ocorreu uma discussão sobre a linguagem dos textos que tratavam do episódio da máquina a vapor. Destacamos a fala do licenciando C:

Nessa dissertação os autores fazem referência a vários historiadores, eles usam muitas palavras difíceis! Tive que ir no dicionário pra ver o que é... quando elaborar a aula temos que ver isso! O texto escrito tem que ficar bem simples e didático, se não os alunos não vão entender!
(LICENCIANDO C)

Isso também aparece na fala do futuro professor F, segundo o caderno de campo da pesquisadora na décima reunião:

Vamos elaborar uma apostila com linguagem simples e muitas figuras para que os alunos entendam (LICENCIANDO F).

Essa questão da linguagem se faz necessária no processo de didatização dos saberes, tomando como referência o trabalho de Chevallard (1991) e Astolfi et al. (1997) que apresentam algumas características da transposição didática. Esses autores tratam das “várias etapas que podem conduzir à introdução do saber sábio até o saber a ensinar” (ASTOLFI et al., 1997, p. 18), achamos pertinente destacar o seguinte trecho:

Regra V - Tornar um conceito mais compreensível. Conforme apontado, existe uma perda inexorável na linguagem original no momento da transformação do saber sábio em saber a ensinar, pois o saber passa a ser escrito em uma linguagem mais próxima das pessoas que não fazem parte da comunidade que compõe o saber sábio. Isso, entretanto, faz com que ele se torne mais próximo dos estudantes e, dessa forma, sua compreensão possa ser facilitada, tendo como objetivo melhoria do aprendizado desse saber por parte dos estudantes (ASTOLFI et al., 1997, p. 18).

Como podemos ver essa questão da reestruturação da linguagem é inerente ao processo de transposição didática, Segundo Alves Filho (2000), no ensino de física sem dúvida, se faz urgente o resgate dos conteúdos dos “antigos” textos, com a devida “modernização” de linguagem e de material instrucional. O autor comenta que a transposição didática como processo transformador do saber, tem a função de diminuir as dificuldades na aprendizagem de conceitos. Muitos dos objetos do saber sábio se apresentam em uma linguagem ou jargão próprios dos cientistas e intelectuais, pois estão relacionados ou são construídos a partir de outros objetos mais sofisticados. O saber a ensinar, desenvolve uma linguagem própria, compatível com o nível de entendimento do estudante (ALVES FILHO, 2000, p.239).

6.2.1.6 Possibilidades: A realização da Vigilância Epistemológica

O exercício da vigilância epistemológica apareceu em vários momentos do processo de transposição didática na fala dos alunos, como identificado no áudio referente ao décimo quinto dia da aluna F:

Estava olhando alguns livros do ensino médio, realmente eles colocam Watt como inventor da máquina a vapor e agente sabe que não é bem assim, quero abordar isso na minha aula (LICENCIANDO F)

Segundo o caderno de campo no vigésimo terceiro dia, o aluno R comentou sobre essa questão na reunião:

Quero mostrar na minha aula que a máquina a vapor foi desenvolvida por tentativa e erro, fruto de trabalho de um monte de gente que nem é conhecido. Isso nem aparece nos livros didáticos, é tudo muito resumido nos livros, acho importante tratar isso na sala (aluno R)

Salientamos destas declarações realizadas pelos licenciandos duas questões importantes: o exercício da vigilância epistemológica e o excesso de simplificação dos saberes presentes nos livros didáticos.

Em sua tese Schemiedecke (2015) relata a questão da realização da vigilância epistemológica por parte do professor como sendo essencial para uma boa intervenção em sala de aula, ele comenta que é importante garantir que durante o processo de transposição os saberes que foram didatizados não se tornem descontextualizados e irreconhecíveis frente ao saber de origem, ou seja garantir a eficácia do processo de didatização frente ao saber sábio. Chevallard (1991) comenta que no princípio da vigilância epistemológica garante que o didata deve observar e planejar os conteúdos da aula constantemente”(CHEVALLARD, 1991, p. 49).

Entendemos que Cabe ao professor caso se interesse pela melhoria do ensino, questionar os conceitos mal elaborados em textos que irá utilizar em sala. Não questionar a textualização produzida pela transposição didática significa aceitar as imposições na noosfera, sendo elas corretas ou não.

Concordamos com Schemiedecke (2015) que comenta que a vigilância epistemológica promove a verificação e acompanhamento do processo de transposição. Segundo o autor esse aspecto deve ser contabilizado nas discussões

sobre o fenômeno de didatização, pois pode permitir ao professor um acompanhamento mais próximo da forma como foi realizada a transposição do saber ensinado em relação ao saber considerado de referência.

A vigilância epistemológica é uma forma do professor realizar uma reflexão acerca do processo de didatização em que está atuando, ou, ainda, um autocontrole sobre as etapas desse processo. Salientamos a fala de Ricardo (2005):

Acreditamos que esse o processo de Vigilância Epistemológica possa ser exercido pelo professor em sua prática docente de diferentes maneiras, por exemplo, por meio do emprego de artigos ou extratos de textos históricos originais, que podem servir como referência empírica na análise das transformações ocorridas nos saberes a ensinar presentes em livros didáticos (RICARDO, 2005, p. 50).

O professor que realiza a vigilância epistemológica terá autonomia de questionar o livro didático, por exemplo, e buscar novas fontes de saberes quando achar necessário. Dessa forma, põem-se o professor diante do emprego da sua autonomia e da reflexão sobre os conteúdos propostos.

Quanto à questão dos livros estarem com saberes resumidos e demasiadamente distante dos saberes de referência, destacamos diversos trabalhos que trazem essa questão (KRAPPAS, 2011; VIRGINIA E RICARDO, 2011; MACHADO MARMITT, 2016; NEVES E BARROS, 2011). No trabalho de Krappas (2011) a autora avalia os manuais didáticos voltados para o ensino médio e superior e utiliza a teoria da transposição didática para analisar os saberes presentes nestes manuais sobre a luz. A autora comenta que ocorreu um distanciamento do saber sábio e que nestes manuais houve um excesso de reverência a alguns cientistas. Nos saberes escolares analisados ocorreu um excesso de despersonalização, isto é, *“se desvincularam do saber de seu produtor”* (CHEVALLARD, 1989, p. 24).

Segundo ela o contexto histórico não foi abordado e, além disso, ocorreu um excesso de reverência a Maxwell (ou Hertz), na maioria dos manuais e isso pode ser entendido como produto de fatores internos que organizam a disciplina física naquilo que está expresso nos seus manuais. A autora citou Martins (1990, 2006) e comentou que muitas vezes, essa reverência é uma forma de recurso de autoridade, que soa como *“intimidação”* e *“imposição de crenças”*, isto é, a atribuição de aspectos grandiosos aos cientistas, ou seja, não apresentam falha de caráter, não erram, são virtuosos, são heróis (KRAPPAS, 2011). A autora justifica que de forma

explícita ou implícita os manuais didáticos creditam a uma única pessoa o trabalho realizado por várias pessoas.

Machado e Marmitt (2016) avaliam como o conceito de força é apresentado nos manuais didáticos do ensino Superior. E concluem que

A inobservabilidade do conceito de força não implica em considerá-la fantasiosa ou um mero artifício, mas permitiria resgatar justamente o aspecto processual da construção do conhecimento científico desse saber, tradicionalmente excluído da educação escolar (MACHADO E MARMITT, 2016, p.294)

Essa crítica também é apresentada no trabalho de Neves e Barros (2011) que ao falar do ensino de física comentam que a transposição didática que afasta os conceitos científicos de suas tramas históricas leva o texto didático a “engessar” o saber científico, apresentando-o dentro de uma visão ingênua levando o aprendiz a pensar que a ciência se faz exclusivamente por observação e modelagem matemática.

Segundo Allchin (2004) é importante o pesquisador/educador poder reconhecer a pseudo-história e estar alerta para os seus principais indícios, por exemplo: relatos romantizados; personagens perfeitas; descobertas monumentais e individuais; insight tipo eureka; apenas experimentos cruciais; senso do inevitável, trajetória óbvia; retórica da verdade versus ignorância; ausência de qualquer erro; interpretação a problemática de evidências; simplificação generalizada das evidências; conclusões sem influências ideológicas. Em geral, tais descrições não fazem uma abordagem contextualizada e deixam de mencionar aspectos relevantes, como: ambiente cultural ou social; contingências humanas; idéias antecedentes; idéias alternativas; aceitação acrítica de novos conceitos. Esses sinais não são indicativos absolutos, mas alertas para o leitor confrontar interpretações históricas com fontes confiáveis (ALCHIN, 2004).

6.2.1.7 Possibilidades: O episódio histórico com um tema motivador.

Segundo Martins (2005) ao planejar uma aula com a abordagem da HC o assunto de pesquisa precisa ser delimitado. Não se pode fazer uma pesquisa sobre a história da Matemática como um todo, por exemplo. Segundo o autor quanto mais restrito for o assunto, mais fácil será dominá-lo. Entretanto, se o restringirmos

demasiadamente, poderá correr o risco de desenvolver uma pesquisa pouco relevante e que não provoque o interesse dos leitores.

Entendemos que a seleção do tema da HC é de suma importância para o sucesso da aula, e que o tema explorado além de atender as orientações dos documentos que norteiam a educação brasileiras, devem ser motivador para os alunos. Essa questão de um tema motivador apareceu na fala de alguns licenciandos ao longo das reuniões. Salientamos na aula do licenciando F ao abordar a história da máquina a vapor no décimo quinto dia:

Acho que o episódio histórico faz toda diferença na recepção dos alunos, esse da máquina a vapor em Campos, vai chamar muito a atenção deles, vai despertar muito mais interesse, pois se desenvolveu na cidade deles.

No décimo sexto dia no caderno de campo foi registrada a fala do aluno C:

Esse episódio da máquina a vapor é mais próximo dos alunos porque dá para explorar as consequências da vinda desta tecnologia em Campos, isso vai despertar muito o interesse.

Essa questão de despertar o interesse dos alunos foi muito comentada ao longo do desenvolvimento do trabalho. A escolha do episódio histórico e sua relação com a cidade de Campos dos Goytacazes, foi apontada pelos licenciandos como um tema motivador. Segundo Zanetic (1989) mostrar como os conhecimentos físicos influenciaram na sociedade por intermédio dos avanços tecnológicos ao longo da história, inclusive a local é uma estratégia para uma melhor formação científica do estudante. De acordo com Roxinol Neto (2007):

Deve haver a possibilidade de se tratar do desenvolvimento da física no Brasil e suas relações com a nossa sociedade no ensino da física. Eles se constituem em assuntos de vanguarda, tanto no que diz respeito aos conteúdos da disciplina quanto na relação da física com os aspectos sociais locais. A ausência de um recorte nas questões que relacionam a cultura científica do país no ensino da física, poderá contribuir para que a ciência no país seja percebida pelos cidadãos como desligada das necessidades e questões sociais do país (ROUXINOL NETO, 2007, p. 6).

Zanetic (1989) comenta a importância da interação da física com a organização social e com a cultura. Diz que a física sofreu influências profundas da organização reinante nos diferentes períodos históricos, bem como influenciou os mais diversos aspectos da vida social: seu papel na indústria, comércio e

organização militar, que enfatiza a dimensão sócio-econômica é o que costuma ser salientado, porém, sua influência nos demais setores culturais também não pode de forma alguma desprezível.

De acordo com este autor a HC é um caminho dinâmico e fértil que pode contribuir para tratarmos de assuntos referentes à física no Brasil, levando em consideração alguns dos aspectos sociais do desenvolvimento científico. “Ela nos fornece a opção de tratar da evolução conceitual e metodológica dos conteúdos vinculados, de certa forma, à sociedade brasileira” (ZANETIC, 1989, p. 24).

Segundo Alves Filho (2001) uma das características para haver a sobrevivência de um saber segundo a teoria da transposição didática é a prática social de referência, ou seja abordar conteúdos relacionados a cultura e o cotidiano dos estudantes. Ele cita Astolfi (1995) que comenta que deve-se, de maneira inversa, partir de atividades sociais diversas (que podem ser atividades de pesquisa, de engenharia, de produção, mas também de atividades domésticas, culturais) que possam servir de referência a atividades científicas escolares, e a partir das quais se examina os problemas a resolver, os métodos e atitudes, os saberes correspondentes (ASTOLFI, 1995, p.53). Em outras palavras, as práticas sociais de referência são importantes porque elas podem evitar a utilização de exemplos que não fazem parte da cultura do estudante e por isso não lhes são significativos. Alves Filho (2001) comenta que é notória a inconveniência de utilizar as marés como exemplo de influências gravitacionais em cidades longe do mar. Este exemplo deve se apresentar, para o aluno, como um exercício de criatividade maior do que o exigido para aprender o conteúdo implícito.

Entendemos que a seleção do episódio da história da máquina a vapor se mostrou motivador por parte dos licenciandos devido a relação deste episódio com a cultura local, e que este episódio permite promover a prática social de referência. Concordamos com Alves Filho (2001) que as práticas sociais de referência seriam uma possibilidade de atenuação do dogmatismo e formalismo imposto pelo processo de transposição didática do saber sábio ao saber a ensinar. Tais práticas estão bastante próximas do professor, o que lhe autoriza e possibilita realizar uma transposição didática do saber a ensinar para o saber ensinado mais adequado, como também possibilita resgatar a contextualização histórica da produção do saber sábio, diminuindo o excesso do artificialismo e neutralidade do saber a ensinar.

6.2.1.8 Possibilidade: O tema da aula como um saber que tem operacionalidade

Com a história da máquina a vapor podemos explorar e produzir diversas atividades podemos avaliar de várias formas os alunos, no estudo de caso podemos tratar de várias questões, por exemplo: uma sobre a relação da ciência e a sociedade, outra sobre a coletividade no desenvolvimento da máquina, se eles entendem que a ciência é desenvolvida por pessoas comuns etc (LICENCIANDO F).

O licenciando F ao tratar do planejamento da aula, comentou sobre a *Operacionalidade dos saberes*. Segundo Chevallard (1991) um saber que é capaz de gerar exercícios, produzir atividades e tarefas que possibilitem uma avaliação objetiva tem grandes chances de ser transposto. Conteúdos que não conseguem gerar atividades possíveis de serem avaliadas estão fadados a não serem transpostos. Uma sequência didática considerada adequada (com conteúdos e atividades tidas como interessantes), porém não “operacionalizável” não será adequada à gestão do cotidiano escolar, “pois não se consegue fazer os estudantes trabalharem com ela” (BROCKINGTON E PIETROCOLA, 2005, P.7).

6.2.1.9 Quarto Risco: Pouco texto devido à falta do hábito de leitura dos estudantes

Na fala no licenciando E identificamos o seguinte comentário no áudio do décimo nono dia:

Os alunos não lêem em sala, as professoras quase não promovem a leitura, é muito exercício e pouca leitura. Acho colocar textos demais não vai dar certo (LICENCIANDO E).

Na fala do aluno R também identificamos uma colocação parecida:

Eles não gostam de ler, tem que ser uma linguagem simples e que chame muito a atenção deles, pensei em no máximo quatro páginas de apostila (LICENCIANDO R)

A preocupação em relação ao excesso de texto apareceu na fala dos licenciandos devido a vivência penal na escola; essas falas ocorreram no planejamento das aulas e na elaboração do material impresso que seria usado pelos licenciandos. Entendemos que a leitura é essencial ao tratarmos de episódios da HC.

Segundo Forato (2009) a quantidade de textos utilizado em sala é sempre um risco, a autora comenta que deve haver um julgamento do nível de escolaridade focado e o público Alvo. Entendemos que nada pode garantir que tal quantidade de textos não poderia ser considerada demasiada em outros contextos educacionais. O planejamento detalhado da aula ajudou a amenizar essa questão. Entendemos que desenvolver atividades variadas (o teatro, júri-simulado, esquete etc) pode promover o envolvimento dos alunos e contribuir para que a quantidade de textos estudados não seja excessiva.

6.2.1.10 Quinto Risco: O tempo de aprendizagem.

Outro fator que influencia o processo da transposição interna é o tempo de aprendizagem do aluno, uma das quatro concepções temporais da transposição didática (tempo real, tempo lógico, tempo didático e tempo de aprendizagem) (CHEVALLARD, 199). Na fala do futuro professor E, identificamos o seguinte comentário no vigésimo primeiro dia de reunião:

Será que eles vão entender o objetivo da aula? Vão aprender os conceitos da transformação de energia do experimento durante uma aula só (LICENCIANDO E).

Nessa fala o licenciando E faz referência aos alunos do ensino médio, e se mostra inseguro quanto o tempo de aprendizagem deste público. Segundo Pietrocola (2008), o gerenciamento do tempo disponível para o ensino é um dos fatores que justifica a seleção e adaptação do saber. No caso da física, por exemplo, deve-se fazer caber quatro séculos de conhecimentos em três anos, com duas a três aulas semanais, Segundo Alves Filho (2000) tempo real está relacionado ao tempo histórico, no qual determinado saber se desenvolveu. o tempo lógico relaciona-se à maneira de encadear a apresentação desse conhecimento para fins de ensino. Ao se organizar uma sequência didática de atividades de ensino-aprendizagem, define-se um tempo específico para tratar esse conceito. Já o tempo didático vincula-se àquilo que poderá ser feito na sala de aula. Finalmente o tempo de aprendizagem variará muito de aluno para aluno. Alguns aprendem durante a própria aula, nesse caso tempo didático e tempo de aprendizagem serão iguais (BROCKINGTON E PIETROCOLA, 2008).

O professor ao preparar sua aula deve considerar o tempo de interação necessário entre o aluno e o Saber a Ensinar, que varia de aluno para aluno, sendo em geral diferente do tempo didático. A complexidade temporal estabelecida no sistema didático requer a constante atuação do professor na transposição didática interna. O objetivo de uma boa aula, segundo Alves Filho (2000), é tentar fazer com que o tempo didático se iguale ao tempo de aprendizagem. Entendemos que a adoção de diferentes estratégias e um bom planejamento da aula é um caminho para amenizar essas questões.

6.2.1.11 Possibilidades: O uso do teatro como forma de estudar os episódios de forma aprofundada.

Observamos no caderno de campo da pesquisadora, em diversos momentos, os alunos manifestaram o interesse em investigar mais sobre os episódios históricos estudados, isso ocorreu devido a necessidade de interpretação dos personagens do esquete e da peça teatral, nos quais todos os licenciandos iriam participar. Salientamos que para o planejamento da proposta havíamos selecionados alguns trabalhos, como está registrado no capítulo anterior, mas com a elaboração do esquete intitulado “A história da máquina a vapor e a sociedade local” e a peça teatral intitulada Visões de Mundo: De Aristóteles a Einstein”, os futuros professores sentiram a necessidade de estudar mais os episódios históricos.

Eu achei esse artigo do Roberto Martins, olhei o lattes dele, é um autor importante, neste trabalho ele trata de como deve ser feito uma pesquisa da HC, quais são as fontes confiáveis etc (LICENCIANDO F).

A preocupação de selecionar trabalho adequados para se estudar os episódios históricos fez com que o licenciando procurasse trabalhos que tratassem de como buscar fontes confiáveis. Neste trabalho citado pelo licenciando F o autor traz as orientações para quem quer estudar algum tema da HC. Segundo Martins (2005) ao se escolher um determinado assunto sobre a HC, deve-se levar em conta alguns aspectos: 1) O interesse pessoal pelo assunto. Segundo o autor não é conveniente estudar um assunto que não seja atraente ao pesquisador ou que ele deteste. É preferível escolher algo que esteja dentro de uma área conhecida pelo investigador; 2) O domínio que o pesquisador tem ou pode vir a adquirir a curto prazo sobre aquele assunto; Deve-se evitar dedicar-se a alguma coisa totalmente

desconhecida ou muito distante de seu treino prévio; 3) Deve-se evitar tanto assuntos muito vastos como assuntos muito restritos. Um assunto muito amplo é difícil de ser dominado por uma pessoa no decorrer de sua vida de pesquisador; 4) É desejável que o pesquisador iniciante escolha um assunto que também desperte o interesse de outros historiadores ou do público em geral.

Após ficarem definido os personagens que cada licenciando iria tratar, identificamos em áudio na trigésima reunião a seguinte colocação do licenciando T:

Quero investigar como Galileu se portava, se ele tinha alguma mania, alguma característica pessoal dele para poder tratar na peça (LICENCIANDO T).

Essa foi uma preocupação recorrente de todos os licenciandos, e apareceram diversas vezes nos áudios referentes a reuniões. Salientamos uma fala do licenciando E no mesmo áudio.

Preciso estudar mais sobre Newton, deve ter trabalhos que falem sobre ele suas manias, vou procurar (LICENCIANDO E).

Segundo Medina e Braga (2010) as ciências apresentam um vasto leque de personalidades suscetíveis de serem transformados em personagens no teatro. Segundo esse autor, a maioria das peças que abordam a ciência não é escrita por cientistas, mas por dramaturgos com manifestos conhecimentos em teatro. Também comenta que o teatro científico, na maioria das vezes, não tem a preocupação de abordar os temas numa vertente pedagógica, procurando muito mais questões humanísticas. Medina e Braga (2010), salienta que alguns desses textos também transmitem ideias sobre a natureza da ciência, que permite uma reflexão do público sobre o papel social da ciência. Entendemos que o teatro é uma forma lúdica e agradável de se estudar aspectos da natureza da ciência, inclusive para quem participa como ator.

Entendemos que ao elaborar e implementar a peça os alunos tiveram um envolvimento muito grande, e que o planejamento da peça fez com que os futuros professores estudassem e lessem mais sobre o tema. Medina e Braga (2010), comenta que por meio do teatro, é possível atrair o público para assuntos científicos, com as constantes dúvidas, provocações e reflexões, cada vez mais presentes nas preocupações de todos enquanto indivíduos. Assim, o teatro científico deve ser

encarado como uma possibilidade de ampliar e cativar o grande público, além de constituir uma agradável ferramenta de ensino. A linguagem teatral pode desempenhar um papel poderoso no processo de ensino e de aprendizagem.

Salientamos as Diretrizes Curriculares Nacionais do ensino médio (DCNEM), que destaca 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, etc, também são competências. MCComas (2008), comenta que o teatro permite que os jovens encontrem o seu lugar num projeto, que se sintam compreendidos e reconhecidos, independentemente do seu percurso escolar. Concordamos com Medina e Braga (2010), ao dizer que há também outra faceta não menos relevante: ensina-os a viver e a trabalhar em conjunto com o seu semelhante, a respeitar os outros, a respeitar os seus compromissos, a cumprir regras e a ter disciplina, horário e fidelidade ao texto.

Entendemos que o teatro é um “fazer coletivo”, possibilita o desenvolvimento pessoal não apenas no campo da educação não formal, mas permite ampliar, entre outras coisas, o senso crítico e o exercício da cidadania (MEDINA e BRAGA, 2010; MCCOMAS, 2008).

Palma (2006) comenta que a ciência possui uma teatralidade própria, já que o exercício da atividade científica pode envolver grandes controvérsias, disputas, ambições, argumentação, contra-argumentação. Logo, os elementos necessários para uma boa peça estão aí presentes. Não se pretende, obviamente, defender que todas as ciências devam ser abordadas exclusivamente dessa forma, substituindo os métodos mais tradicionais. A sala de aula e o palco se complementam e os alunos estarão mais receptivos às aulas convencionais. As peças teatrais utilizadas deverão contemplar desde a evolução conceitual e metodológica da ciência quanto à relação da física e da Química, com outras áreas do conhecimento e com a sociedade. Logo, uma ciência inserida no processo histórico (ZANETIC, 1989).

Segundo João Zanetic (2005), é imprescindível ao ensino de física, além de um número mínimo de aulas, da conceituação teórica, da experimentação, da história da física, da Filosofia da ciência e de sua ligação com a sociedade e com outras áreas da cultura. O que favorece a construção de uma educação problematizadora, crítica, ativa, engajada na luta pela transformação social. Apresentando aos alunos a HC integrada ao conteúdo da física diferente daquele

que é tradicionalmente oferecido permite ensinar aos estudantes que o conhecimento não nasceu pronto e acabado, mas foi motivado por inúmeras discussões e questões que não foram instantâneas, mas ocuparam muito tempo nas ações dos cientistas. Como no período histórico que se seguiu aos efeitos sociais e econômicos decorrentes das grandes navegações, ao contrário do que ocorreu no período feudal, em que as discussões sobre a física evoluíram lentamente, seu desenvolvimento foi fundamental para a burguesia mercantil que estava se formando. Esse cenário influenciou também na forma de trabalho e comunicação entre os cientistas dessa geração, provocando uma mudança significativa na prática científica (BRAGA, 2010, p. 133).

6.2.1.12 Dificuldades relacionadas à atuação dos alunos como professores

Algumas dificuldades referente à inserção dos licenciandos como professores apareceram ao longo do desenvolvimento do trabalho, são dificuldades relacionadas a insegurança quanto a primeira atuação no ensino médio, a falta de prática profissional e a preocupação em como lidar com a indisciplina dos alunos. Segundo Marcelino (2012), ao realizar entrevistas com professores de ciência, constata-se que as maiores preocupações destes profissionais estão relacionados a problemas gerais, os quais afetam a todos os professores, como a relação professor e aluno e a desvalorização profissional.

Um dos objetivos do programa PIBID é promover a inserção dos alunos na escola básica, buscando a experiência e valorização profissional. Segundo Rabelo (2016), na literatura especializada são muitos os trabalhos que discutem sobre a insegurança dos alunos quanto às intervenções promovidas pelo programa PIBID. Segundo esse autor a inserção no espaço escolar traz o confronto com a realidade, mas também o conhecimento e a busca de compreensão desse novo ambiente, em um movimento no qual as expectativas vão sendo revistas e novas relações são construídas.

Identificamos ao longo das reuniões vários momentos de insegurança dos alunos conforme identificado no áudio do décimo quinto dia de reunião do licenciando F.

Estou insegura com a aula, nunca dei aula na vida, estou com medo de não dar conta! (LICENCIANDO F).

Em outro momento do vigésimo dia de reunião identificamos na fala do aluno C:

Estou tão nervosa a aula já é semana que vem, e se os alunos não gostarem? E se a aula não der certo? Eu nervosa não conseguir falar tudo (LICENCIANDO C).

Estas colocações foram constantes ao longo das reuniões, entendemos que no aprendizado da docência, os alunos passam pelo processo de insegurança nas primeiras aulas. E que um bom planejamento pode ser uma solução para diminuir a ansiedade quanto as primeiras intervenções em sala. Nesse sentido, podemos entender que a participação no PIBID favorece, a construção da profissionalidade, entendida como “[...] a afirmação do que é específico na ação docente, isto é, o conjunto de comportamentos, conhecimentos, destrezas, atitudes e valores que constituem a especificidade de ser professor” (NÓVOA, 2007, P. 65).

Como nos ensina Nóvoa (2007), os saberes profissionais dos professores são situados, ou seja, são construídos e ganham sentido em função dos contextos de trabalho nos quais são exercidos.

Nóvoa (2007, p. 14) afirma que um dos desafios para um ensino de melhor qualidade é:

Uma formação mais centrada nas práticas e na análise das práticas. A formação do professor é, por vezes, excessivamente teórica, outras vezes excessivamente metodológica, mas há um déficit de práticas, de refletir sobre as práticas, de trabalhar sobre as práticas, de saber como fazer. É desesperante ver certos professores que têm genuinamente uma enorme vontade de fazer de outro modo e não sabem como. Têm o corpo e a cabeça cheios de teoria, de livros, de teses, de autores, mas não sabem como aquilo tudo se transforma em prática, como aquilo tudo se organiza numa prática coerente. Por isso, tenho defendido, há muitos anos, a necessidade de uma formação centrada nas práticas e na análise dessas práticas.

Se o período inicial de inserção no ambiente escolar é de tensão e insegurança, à medida que os primeiros contatos ocorrem e o papel dos alunos vai se tornando mais claro para as escolas e para os próprios bolsistas, as expectativas iniciais se modificam. Isso fica claro ao longo das análises, os alunos após as primeiras intervenções se mostraram mais seguros como está relatado no áudio trigésimo dia do futuro docente C:

Nesta aula quero fazer diferente da primeira. Quero apresentar o episódio através de slides também, antes eu fiquei preocupada com o nervosismo, mas depois da aula, eu vi que não tem nada demais...nessa próxima, vou querer usar texto escrito e slides também, além da estória em quadrinhos (LICENCIANDO C).

Entendemos que o programa PIBID permite a evolução profissional dos alunos. Gatti (2012), em uma revisão bibliográfica sobre o PIBID comenta sobre o aspecto que se apresentou com maior força na categoria relativa à profissão docente foi a afirmação dos Licenciandos de que a participação no PIBID os fez “tomar consciência de todos os problemas que surgem na realidade do atual sistema educacional brasileiro, trazendo segurança para a atuação profissional”. Também disseram que a participação no Programa ajudou a confirmar a escolha profissional, motivou-os a seguir carreira como professores e a construir uma visão da profissão e uma identidade profissional. Mencionaram que por meio do PIBID tiveram oportunidade de desenvolver a responsabilidade profissional e adquirir um diferencial para o curriculum vitae profissional. Lima (2016) em seu trabalho comenta sobre a opinião dos alunos quanto ao programa PIBID e constata que os relatos dos licenciandos bolsistas do PIBID demonstram, em sua maioria, a motivação em ser professor, por intermédio das experiências que ocorrem ao longo do programa. Segundo o autor as experiências promovidas no programa são decisivas para a escolha, em seguir ou não, a carreira docente.

Um aluno demonstrou dúvida quanto a sua formação, como é relatado no áudio no vigésimo segundo dia na fala do aluno W:

Não sei se quero ser professor não, tava vendo os alunos na escola muita indisciplina, a professora grita muito e eles não ficam quietos (LICENCIANDO W).

Em outro momento nesse mesmo áudio o aluno W comenta:

Não sei se quero seguir carreira, professor ganha mal, não é valorizado, não sei se vou aguentar ficar na sala de aula (LICENCIANDO W).

Uma das características do programa PIBID é que os alunos participantes ficam mais seguros quanto à continuação ou não nas licenciaturas (GATTI, 2012 E LIMA, 2016). Com o programa os licenciandos têm a oportunidade de refletir sobre sua vocação profissional. Esse questionamento feito pelo aluno W é consequência da vivência dele ao longo do programa. Segundo Arroyo (2012), a formação do professor constitui uma capacidade de resolver problemáticas socioculturais do meio em que está inserido, quando sua formação não proporciona uma vivência dentro das salas de aula, para conhecimento do ambiente profissional em que exercerá sua

profissão, leva-o a se deparar com uma realidade contraposta as suas expectativas, assim surge uma ação como de uma obrigação na regência, pois a realidade da imagem atual do aluno dentro da educação pública é desconhecida como afirmado por Arroyo (2012).

Segundo Lima (2016) é necessário para a formação do graduando e consequentemente dos seus futuros alunos no ensino médio, uma vivência de qualidade junto às escolas de ensino básico. Esta condição é propiciada pelo PIBID. Tomando como base o que é necessário para a formação de professor, o programa PIBID favorece a construção da pesquisa e do futuro professor na sala de aula quebrando a forma engessada de dar aula e sendo uma fonte básica de conhecimento e experiências na formação do docente, construindo assim estratégias para o desenvolvimento social como proposto pela Lei n^o 10.973/04 (2004), no qual a inovação da pesquisa é buscada para se adquirir a autonomia e desenvolvimento do sistema educacional produtivo nacional, promovendo assim a formação de professores conscientes da realidade educacional do Brasil.

Na segunda fala do licenciando observamos questões colocadas pelo aluno relacionadas ao mal estar docente. Esteve (1999), autor de referência nos estudos sobre o mal estar docente comenta sobre esses aspectos em seu livro “O mal-estar docente: a sala de aula e a saúde dos professores”. Neste livro o autor aponta indicadores para este fenômeno, suas consequências e estratégias para evitá-los. Para ele a relação professor-aluno e escola é complexa e cheia de obstáculos, e o mal estar, causado por essa relação pode acarretar um fator de redução para eficácia do profissional docente.

Segundo Marcelino (2012), o professor de ciências ou de qualquer outra disciplina vive um momento de crise de identidade, desencadeado pela desvalorização em todos os níveis, a qual provocou uma mudança na significação social dessa profissão, a docência, que em outros tempos era valorizada. Desencadeado, também, por diversos fenômenos sociais, os quais influenciam a imagem que o professor tem de si próprio e do seu trabalho profissional, provocando o agravamento dessa crise de identidade que pode levar à autodepreciação pessoal e profissional (MARCELINO, 2012, p.121). Segundo Marcelino (2012) o professor vive uma crise por conta da insatisfação, da falta de reflexão crítica de sua prática profissional, da falta de qualidade em sua formação, do sentimento de desvalorização e desmotivação pessoal, causados principalmente pelos baixos

salários, pelas más condições de trabalho e pela falta de reconhecimento por parte da sociedade em geral.

Entendemos que estas questões discutidas acima influenciam na visão dos licenciandos quanto à profissão da docência, e concordamos com Marcelino (2012) que comenta que é preciso direcionar a atenção para a qualificação, nesse caso a formação inicial dos professores tornando-os reflexivos e não meros reprodutores de conteúdos, aptos a utilizarem metodologias e abordagens diferenciadas.

Outra questão muito comentada, pelos alunos do projeto era a questão da indisciplina dos alunos do ensino médio, como já foi comentado, os alunos do programa assistiam a aulas semanalmente e com isso vivenciavam a vida na escola. Foi registrado no caderno de campo da pesquisadora a fala do futuro professor referente ao vigésimo dia de reunião:

Eles são muito levados, não param de falar! Os alunos são muito indisciplinados! (LICENCIANDO E)

Em outro momento o licenciando T faz um comentário semelhante:

Tem que ter atividades que prenda a atenção deles! Se não nem da pra dar aula! Eles não param de falar! As professoras ficam roucas porque gritam muito! (LICENCIANDO T).

Esta questão também resvala nas dificuldades relacionada ao mal estar docente, o baixo aproveitamento e a indisciplina escolar é um impasse vivido no cotidiano escolar brasileiro (ESTEVE, 1999, MARCELINO, 2012, AQUINO, 1998), tomando como recorte a emergência dos "alunos-problema" como uma das principais justificativas empregadas pelos educadores na atribuição das causas de tal impasse.

Segundo Aquino (1998), o aluno-problema é tomado, em geral, como aquele que padece de certos supostos "distúrbios", distúrbios estes que podem ser de natureza cognitiva ou de natureza comportamental, e nessa última categoria enquadra-se um grande conjunto de ações que chamamos usualmente de "indisciplinadas". Dessa forma, a indisciplina e o baixo aproveitamento dos alunos seriam como duas faces de uma mesma moeda, representando os dois grandes males da escola contemporânea, geradores do fracasso escolar, e os dois principais obstáculos para o trabalho docente.

Na próxima seção apresentamos o segundo metatexto que trata das dificuldades e motivações vivenciadas na transposição didática interna por parte dos futuros docentes.

6.2.2 Dificuldades e possibilidades vivenciadas na transposição didática interna de episódios da HC

A transposição didática interna ocorre no espaço escolar, onde o professor acaba assumindo um papel de grande destaque nessa etapa do processo de transposição. Na transposição didática interna ocorre o saber ensinado que é aquele que chega ao aluno e que já sofreu uma primeira transformação, a da transposição didática externa, e, agora, passa por uma nova transformação, a da transposição didática interna. Assim, é necessária uma adaptação consciente do saber ao tempo didático, cabendo ao professor, por meio do seu planejamento escolar e projeto de ensino, saber administrar e adequar esse tempo ao tempo de aprendizagem, questão nem sempre respeitada no interior desse processo (SOUZA, 2015).

Neste metatexto iremos tratar das dificuldades e motivações vivenciadas na transição didática internana, ou seja nas aulas realizadas pelos licenciandos, entendemos que a ligação entre o tempo de aprendizagem e o tempo didático se manifesta na sala de aula no momento que o professor orienta o processo de ensino-aprendizagem. Salientamos as considerações de Souza (2015) que os séculos necessários à produção e ao acúmulo do saber sábio devem ser agora ensinados em um limitado período de tempo. E que com isso, é dada ao professor a oportunidade de administrar o tempo de aprendizagem, adaptando-o aos personagens alvos do processo de ensino aprendizagem, ou seja, os estudantes, com estruturas cognitivas distintas e pertencentes ao contexto escolar, uma vez que o tempo didático pertence à estrutura escolar e é um dos elementos importantes nesse contexto.

É nesse ponto que a transposição didática interna mostra a importância de seu papel, pois justifica o processo transformador dos saberes, ou seja, o saber a ensinar em saber ensinado, permitindo uma melhor adequação ao espaço escolar e ao tempo didático (Chevallard, 1991; Alves Filho, 2001; Alves Filho, 2000; Ricardo, 2005) .

6.2.2.1 Possibilidades: Alguns aspectos da natureza da ciência explorados nas aulas

Um dos aspectos da natureza da ciência mais explorados ao longo dos episódios estudados com os alunos foi à relação existente entre a sociedade e o desenvolvimento científico. Em todas as aulas os licenciandos buscaram tratar desta questão com os alunos do ensino médio, como está registrado em vídeo na primeira aula do licenciando F:

A necessidade de bombear as águas das minas de carvão, que era um combustível muito importante para a época, promoveu o desenvolvimento da máquina a vapor, e com isso ocorreu o desenvolvimento do estudo da termodinâmica (LICENCIANDO F)

Em outro momento o licenciando F comenta em sua aula:

A máquina a vapor veio a suprir o uso da força animal e do homem (LICENCIANDO F).

A questão da influência da sociedade no desenvolvimento científico, é um aspecto da natureza da ciência muito citado na literatura (MCCOMAS ET AL, 1998; EL-HANI, 2006; FORATO, 2009; OLIVEIRA E SILVA, 2012, GIL-PEREZ, 2001; MARTINS, 2001). Ao propor temas sobre a abordagem da natureza da ciência, Martins (2015) comenta sobre o tema “Influências históricas e sociais: De que forma o contexto social influencia na ciência?” (MARTINS, 2016, p. 720).

Segundo Oliveira e Silva (2012), a análise sociológica da ciência propicia o entendimento de que a ciência não se desenvolve fora de um contexto social. Segundo os autores, uma análise histórica completa implica recorrer tanto às considerações científicas, como também a fatores extra-científicos, já que uma abordagem que exclui totalmente um desses fatores no estudo da ciência empobrece a compreensão sobre a natureza do conhecimento científico, porém, em tal análise é necessário evitar-se o anacronismo, seja ele de cunho sociológico ou acadêmico.

Entender a ciência se desenvolvendo em um contexto cultural, de relações humanas, dilemas profissionais e necessidades econômicas é, um dos propósitos pedagógicos da utilização de conhecimentos histórico epistemológicos no ensino.

Outra questão, que podemos salientar da fala do licenciando F é a relação ciência e tecnologia. Martins (2015) também trata sobre esse tema “ciência e

tecnologia: De que forma a ciência interfere na tecnologia e vice-versa?”, o autor propõe este tema para ser explorado ao tratar de aspectos da natureza da ciência.

Salientamos também as orientações do currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro (SEEDUC, 2012)

Compreender que o surgimento das máquinas térmicas provocou profundas mudanças na sociedade da época, seja nas relações entre patrões e empregados, seja revolucionando os transportes. Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos (SEEDUC, 2012).

Como podemos ver a proposta das aulas buscou atender o currículo mínimo do estado. Salientamos também o uso da HC e sua relação com a sociedade local chamou a atenção dos alunos do ensino médio. Trazemos a fala do licenciando R em sua primeira aula no primeiro ano do ensino médio:

“Inclusive o desenvolvimento das máquinas influenciaram na cidade de Campos, teve barcos a vapor no Rio Paraíba e nos engenhos!”(licenciando R).

Essa questão do desenvolvimento da máquina a vapor e suas consequências na sociedade local, foi explorada nas três aulas elaboradas pelos licenciandos no primeiro bimestre. Como já comentamos nesta memória de tese, a relação da HC com a cultura é uma possibilidade, entendemos que é importante tratar da a HC e a cultura local. Neto (2007) discute este tema e em seu trabalho e argumenta sobre a importância de uma abordagem da HC vinculada a aspectos relacionados ao nosso país, ele diz que “ao analisarmos a educação científica e tecnológica, poderíamos levar também em consideração personagens e cientistas com contribuições para o avanço da ciência nos contextos nacionais” (Neto, 2007). Na aula do licenciando C identificamos um comentário feito por um aluno, quando o licenciando tratou do uso da máquina a vapor na região de campos dos Goytacazes:

Minha família é de Quissamã! Acho que tive pessoas da minha família que trabalharam nos engenhos, na produção de açúcar. Muito legal isso!! (ALUNO).

Salientamos a fala de outro aluno:

Nossa! Nem sabia que Campos existia nessa época, muito menos o Monitor Campista!, muito legal! Já pensou o Rio Paraíba com barcos! (ALUNO)

Identificamos que o tema promoveu a prática social de referência, aspecto referente a teoria da transposição didática, ou seja, o conteúdo relacionado ao cotidiano do aluno, próximo de sua realidade (Alves Filho, 2000). Na aula dos licenciandos T e E os alunos deram ênfase as contribuições do físico brasileiro César Lattes (1924-2005), que foram mencionadas no programa de rádio elaborado pelos licenciandos. E alguns alunos se mostraram surpresos, com a possibilidade de haver um físico importante brasileiro, conforme identificado no vídeo da aula:

Lattes é um dos físicos brasileiros mais ilustres e honrados e seu trabalho foi fundamental para o desenvolvimento da física atômica. Ele também foi um grande líder científico de física brasileira e foi uma das principais personalidades por trás da criação do importante Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (LICENCIANDO E).

E surgiram comentários em sala:

Um físico brasileiro! Ta vendo aqui não jogamos só futebol! risos (ALUNO)

A importância de se fazer um recorte também na cultura nacional no que diz respeito à ciência e, em particular, “à física no contexto brasileiro e consequentemente contribuir para que os alunos pudessem perceber a física como uma atividade científica mais próxima do país” (NETO, 2007). Acreditamos que a ausência dos aspectos que revelam os processos científicos integrados com a dimensão histórica e cultural do nosso país acaba por provocar uma associação exclusiva a países com maior tradição científica. “Assim, por exemplo, a expressão “ciência européia”, muitas vezes utilizada, acaba adquirindo um significado de caráter monolítico ”(NETO, 2007). A questão da visão anacrônica da HC foi identificada na aula dos alunos T e E, quando da história da cosmologia e da visão de mundo aristotélica foi retratada:

“Aristóteles interpretava o céu como um lugar perfeito, o supra-lunar, e a Terra um lugar imperfeito, o mundo supra-lunar era considerado esférico, ordenado, finito, simétrico, perfeito. A Terra fixa no centro com astros girando ao seu redor com suas esferas constituídas de éter, ou “quintessência”; Teve que utilizar 56 esferas para explicar o movimento dos astros” (LICENCIANDO E).

No momento em que o licenciando trata das questões aristotélicas, um aluno comenta:

Como pode pensar deste jeito! Lógico que o sol está no centro! (ALUNO).

Os licenciandos responderam ao aluno:

Naquela época se pensava assim, não podemos olhar para época com a visão que temos hoje, os instrumentos que tinham naquela época eram limitados, a religião influenciava muito nas ideias dos filósofos. Era uma outra época, um outro contexto! (LICENCIANDO T)

A interpretação anacrônica do aluno, foi rapidamente corrigida pelo licenciando. A ideia de que o fracasso das teorias do passado deve-se ao “atraso científico” de cada período é uma concepção comum que deve ser combatida em sala (FORATO, 2009). Entendemos que um dos caminhos é um bom planejamento da aula e preparo do professor. Entendemos que o professor tem um papel crucial para evitar visões anacrônicas em sala de aula. Para Allchin (2004), esta é uma visão comum recorrente nas aulas de ciência, principalmente quando se discute a natureza da ciência. Este autor entende que o anacronismo, é caracterizado por desconsiderar o contexto histórico em que o fato ocorreu, analisando-o segundo os valores, crenças e ideias do presente.

Outro aspecto do desenvolvimento científico enfatizado em todas as aulas promovidas pelos licenciandos foi o caráter coletivo do desenvolvimento científico. Trazemos um trecho da conversa do licenciando F com um aluno em sua primeira aula sobre a história da máquina a vapor:

Achava que quem inventou a máquina a vapor era Watt, nem sabia que tanta gente havia contribuído para desenvolver a máquina! E nem que ela tinha sido tão importante na vida das pessoas! Muito menos aqui em Campos!!! risos (ALUNO)

O licenciando responde ao aluno:

Sim! A ciência e a tecnologia se desenvolvem através de um trabalho coletivo, nesse episódio, isso fica bem claro! Para o desenvolvimento das máquinas foi necessário o trabalho de cientistas como Newcoman, Watt e muitos outros (LICENCIANDO F).

Nesta conversa identificamos outro aspecto da natureza da ciência, o caráter coletivo do desenvolvimento científico, segundo Forato (2012), ao se considerar a ciência uma atividade humana, desenvolvida em um dado contexto sociocultural, a construção do saber escolar e do conhecimento sobre a ciência também foram concebidos como um processo coletivo de construção do conhecimento.

Martins (2015), também traz esse questão como o tema que pode ser abordado em relação a HC o “Papel dos indivíduos/sujeitos e da comunidade científica As “descobertas” são individuais ou coletivas?” (MARTINS, 2015, P. 720).

O licenciando F em sua aula também comentou uma curiosidade de James Watt sobre a patente da máquina a vapor desenvolvida por ele:

Segundo alguns historiadores, James Watt foi pirateado! Tentaram fazer uma cópia de sua máquina e vender (LICENCIANDO F).

Com esse comentário do licenciando F os alunos começaram a rir e surgiu alguns comentários:

Sério que isso poderia haver naquela época?(ALUNO)

E outro aluno comenta:

Gente o povo pirateia desde aquele período!(ALUNO)

E o licenciando comenta:

Isso mostra como a ciência se desenvolve, os cientistas correm esse risco ao realizarem um grande feito, eles podem ser copiados. São pessoas comuns como nós! (LICENCIANDO F)

Entendemos neste relato o licenciando explorou a questão da humanização no desenvolvimento da ciência, ou seja, mostrou para os alunos que a ciência é feita por homens comuns. Segundo Allchin (2004), a grandiosidade com que a figura do cientista é tratada dentro de certo episódio histórico faz uma alusão àqueles personagens literários que não exibem falhas em seu caráter bem como o fato de nunca cometerem erros. Outro notável item nessas caricaturas dos cientistas é que descobertas científicas que ocorreram gradualmente e contaram com a colaboração do trabalho árduo de várias pessoas são creditadas pura e simplesmente a uma única pessoa. Além do mais, normalmente essas descobertas vêm acompanhadas de uma data precisa, dando a impressão de que ocorreram num determinado dia ou ano após um único momento de introspecção dos cientistas transformando-os em super humanos (ALCHIN, 2004).

Uma vez que estas histórias são moldadas de forma a apenas destacar aspectos julgados positivos, que normalmente são os que correspondem ao conhecimento científico atual, muitos detalhes históricos fundamentais tendem a serem esquecidos. Particularidades de descobertas, tais como detalhes de seu

tempo, lugar e cultura, encontros e colaborações, influências, erros, plágios, etc, acabam por se tornar aspectos secundários e, muitas vezes completamente omitidos (ALCHIN, 2004).

Entendemos que a colocação do licenciando sobre um fato negativo da história da máquina a vapor patenteada por Watt gerou estranheza dos alunos porque ainda é comum se ter uma visão de ciência perfeita, feita por pessoas geniais (ALCHIN, 2004; FORATO, 2009, GIL-PEREZ ET AL, 2001). Entendemos que alguns detalhes históricos devem ser considerados de forma a garantir uma visão de ciência mais adequada em sala de aula.

A segunda aula do licenciando C, trouxe a estória da maçã de Newton:

Alguns historiadores defendem que a estória da maçã apresentada em diversos livros do ensino médio é apenas para dar um ar heróico ao trabalho de Newton sobre a gravitação Universal (LICENCIANDO C).

O licenciando cita Martins (2006) que apresenta um trabalho sobre as diversas versões apresentadas nas escolas sobre a estória da maçã de Newton. Salientamos que o licenciando C ao planejar a sua aula, adotou o trabalho de Martins (2006), como referência para tratar da abordagem da maçã. Segundo esse autor existem autores antigos e modernos, como no século XIX o matemático Gauss, que duvidam que tenha ocorrido de fato o episódio da maçã de Newton.

Segundo Martins (2006), um estudante ou professor de física costuma se contentar com aquilo que ouve falar ou que lê em qualquer lugar e, geralmente, as obras mais acessíveis e populares não são bem fundamentadas (Martins 2006). E salienta que devemos, no entanto, ter uma atitude mais crítica e profissional, se quisermos nos referir a algum episódio histórico, devemos procurar nos informar sobre se ele realmente ocorreu e como ocorreu. Na introdução do artigo o autor apresenta diversas estórias que aparecem na literatura sobre essa abordagem da maçã de Newton. E comenta que em algumas delas existem descrições detalhadas do evento como, por exemplo, que o dia estava ensolarado, havia pássaros cantando, abelhas voando em torno e que Newton adormeceu sob a macieira, sendo acordado quando a maçã caiu sobre sua cabeça. Essas questões são abordadas pelo autor que comenta:

Como podemos saber se isso de fato ocorreu? Um historiador da ciência utiliza como critério básico, para discutir episódios como esse, a análise de

documentos da própria época considerada. Existe alguma documentação da época, deixada por Newton (ou por alguma outra pessoa), que descreva a anedota da maçã? Newton deixou, ao morrer, uma vasta quantidade de manuscritos. No entanto, jamais foi encontrada qualquer descrição sua a respeito da queda da maçã (MARTINS, 2006, p.173).

Segundo Alchin (2004) é muito comum encontrarmos na HC lendas sobre alguns cientistas, o autor chama de mitos científicos. Dentre as características presentes nesses mitos, podem ser destacadas como elementos principais: grandiosidade dos cientistas; idealização sobre algumas realizações; drama afetivo durante seu desenvolvimento; e seu caráter justificativo implicando sempre em uma “moral da história”.

Pagliari e Silva (2010) destacam que identificar os mitos científicos pode ser uma boa ferramenta para os educadores evitarem as pseudo-histórias que não devem ser utilizadas. São histórias que tratam os cientistas como grandes gênios, nos quais suas idéias são construídas única e exclusivamente a partir de sua extrema capacidade, perdendo-se as contribuições externas e as influências sócio-culturais e retratando apenas seus traços caricaturais e dramas pessoais.

6.2.2.2 Tratar de ciência e Religião. Um risco?

Na aula dos licenciandos T e E sobre a teoria do Big Bang e a teoria do Universo Estacionário ocorreu uma pequena discussão com alguns alunos sobre ciência e religião. Salientamos da fala do licenciando T:

Até o momento, uma explicação sobre a origem do universo entre a comunidade científica é baseada na teoria da Grande Explosão, em inglês, Big Bang. Ela apoia-se, em parte, na teoria da relatividade do físico Albert Einstein e nos estudos dos astrônomos Edwin Hubble e Milton Humason (1891-1972), os quais demonstraram que o universo não é estático e se encontra em constante expansão, ou seja, as galáxias estão se afastando umas das outras. Portanto, no passado elas deveriam estar mais próximas que hoje, e, até mesmo, formando um único ponto (LICENCIANDO T).

Ao tratar deste assunto. Um aluno se alterou e em um tom agressivo respondeu:

Mas quem criou o Universo foi Deus! Isso é bobagem!(ALUNO)

E o licenciando respondeu:

Eu acredito em Deus, estou tratando do olhar da ciência quanto a esta questão. A ciência trata de duas teorias que são concorrentes a do Estado Estacionário e do Big Bang (LICENCIANDO T)

Neste momento o licenciando E se manifesta:

Galera estamos tratando da opinião da ciência, somente isso! (LICENCIANDO E)

Há diversas pesquisas da área de ensino de ciências que abordam aspectos do antigo, e ainda presente, debate sobre relações entre ciência e religião (como por exemplo, FORATO et al. 2007, OLIVEIRA e BIZZO, 2009, HENRRIQUE, 2011 entre outros). Segundo esses autores a reflexão sobre este tema pode ser benéfica no ensino, não só pela possibilidade de dialogar com as crenças dos alunos e professores nas aulas, mas também para promover um maior entendimento da visão de mundo científica, de suas diferenças e semelhanças em relação a outros tipos de visão de mundo, além da possibilidade de refletir sobre a própria natureza da ciência.

Segundo Henrrique (2011), um aspecto bastante controverso a respeito da natureza da ciência, essencial para a nossa discussão, é a possibilidade de diferenciar a ciência de outras formas de conhecimento, como a metafísica e as religiões. Esta questão ficou conhecida na filosofia da ciência, como o problema da “demarcação”, envolvendo questões como: O que é a ciência? Como procedem os cientistas? Como seus padrões diferem dos padrões de outros empreendimentos? Qual é a fronteira entre ciência e humanidades, ou particularmente entre a filosofia, teologia e história? Segundo Henrrique (2011), algumas dessas questões interessantes sobre a natureza da ciência podem ser discutidas em conjunto com diversos conteúdos científicos, como tem sido proposto em pesquisas no ensino de ciências. Por exemplo, Forato et al. , (2007), discutiram influências de questões religiosas sobre a prática científica analisando a obra de Newton e Sepúlveda e El Hani (2004) recomendam a discussão de cartas de Galileu a Dom Benedito Castelli e a Grã-duquesa Cristina de Lorena como um boa ferramenta didática para buscar diálogos mais produtivos entre religião e ciência na sala de aula.

Entendemos que o tema escolhido pelos licenciandos E e T por retratar a história da cosmologia no século XX, permite aliar o encanto motivador da

cosmologia com uma questão muito importante na atualidade: as polêmicas relações entre ciência e religião. Concordamos com Henrique (2011), ao que comentar que a cosmologia por si só não envolve muitos aspectos diretamente utilizáveis na vida cotidiana, porém sua interface com questões religiosas permite discutir problemas muito importantes e práticos, envolvendo os eventuais conflitos entre as visões de mundo de professores e alunos nas salas de aula.

6.2.2.3 Possibilidade: Valorizar a HC para os alunos do ensino médio.

Defendemos ao longo das reuniões que os licenciandos deveriam em suas aulas tratar da importância de se abordar a HC em sala. Buscando a valorização deste tema também por parte dos alunos. Pois ainda é comum haver um certo preconceito por parte dos alunos do ensino médio (FORATO, 2012). Em relação a essa questão identificamos na aula do licenciando C que foi realizada em uma turma do Normal Médio, o seguinte comentário:

Voces já ouviram falar da Revolução Industrial? (LICENCIANDO C)

Alguns alunos responderam ao licenciando que nunca ouviram falar do tema, outros disseram que sim. E um aluno perguntou:

Mas é aula de física ou aula de história? (ALUNO).

E o licenciando respondeu:

É uma aula sobre história da física, para vocês entenderem um pouco sobre como se desenvolve a física, como se desenvolve a ciência, para vocês entenderem mais sobre a ciência (LICENCIANDO C).

É comum os alunos enxergarem a física como uma disciplina que só apresenta contas e não pode ser tratada de outra forma. Ao longo desta memória de tese discutimos por diversas vezes, a questão da importância de tratarmos da HC no ensino. Porém, ainda predomina-se na maioria das escolas o tradicionalismo no ensino de física pobre, superficial e descontextualizado (MOURA, 2012, p. 60). Identificamos também que ao iniciar a aula sobre a história da máquina a vapor em uma turma do segundo ano do ensino médio, o licenciando F procura tratar da importância da HC em sua aula:

Antes de entrarmos no tema da aula. Gostaria de tratar da HC...A HC permite que vocês entendam sobre a ciência, sobre a vida do cientista, sobre como a ciência se desenvolve, as relações existentes entre a ciência e a sociedade, entre ciência e religião (LICENCIANDO F).

Este licenciando elaborou um pequeno texto e fugiu do planejamento apresentado nas reuniões, tratou de alguns aspectos importantes sobre o uso da HC em sala de aula. Entendemos que é importante haver uma valorização deste tema em todas as instancias educacionais (MARTINS, 2007). Salientamos novamente outro trecho da fala do licenciando F:

Conhecer sobre as ciências e não apenas os conteúdos científicos, mas também seus pressupostos, limites de validade e influências contextuais, permite criticar o dogmatismo geralmente presente no ensino de ciências, além de promover o pensamento reflexivo e crítico. Nesse sentido, aspectos sobre a construção do conhecimento científico podem ser revelados pelo contexto histórico no qual eles tenham sido desenvolvidos (LICENCIANDO F).

A preocupação de mostrar a importância da HC no ensino apareceu de forma recorrente ao longo desta aula do licenciando F. Constatamos que o licenciando elaborou um texto escrito para ler para os alunos sobre a HC.

6.2.2.4 Possibilidades: Tratar das divergências historiográficas

Identificamos na aula do aluno F, a questão das diferentes interpretações feita pelos historiadores quanto a vida e obra de James Watt:

Na dissertação da USP de Tavares, com o título James Watt: a trajetória que levou ao desenvolvimento da máquina a vapor vista por seus biógrafos e homens de ciências, o autor traz as ideias de diversos historiadores sobre a vida de watt, segundo ele alguns autores o consideram inventos da máquina a vapor, outros já consideram que ele só aprimorou a máquina. Alguns historiadores o colocam como um gênio, e outros comentam que não teve grande feito (LICENCIANDO F).

Em outro momento o licenciando volta a tratar das divergências historiográficas:

Alguns historiadores defendem que Watt fez uma máquina comercial por isso ganhou fama!, já outros falam que ele só ganhou fama por conta de amigos que o ajudou! E que ele era péssimo com negócios! (LICENCIANDO F)

Como podemos ver, o licenciando se preocupou em tratar das divergências historiográficas existentes na literatura. Inclusive durante toda a sua fala ela teve um cuidado de tratar dos autores que fazia referência. Entendemos que ao tratar destes aspectos em sala, o licenciando promoveu uma aula mais realista da ciência, mostrando inclusive divergência entre historiadores. Segundo Forato e Guerra (2014), Os problemas, desafios e dificuldades para a introdução de abordagens históricas na Educação perpassam aspectos voltados ao tipo de historiografia presente em materiais didáticos e à formação do professor. Além disso, deve-se considerar também o tempo didático necessário para a intelecção desses saberes transdisciplinares tão complexos, a construção de narrativas adequadas para não especialistas, as distorções ocasionadas na imagem da ciência e sobre sua construção, e, por fim, o choque com a cultura escolar. Se tanto a Educação em ciências, quanto a HC, já são, por si, campos do conhecimento que congregam saberes e fazeres de distintas áreas específicas, requerendo um olhar amplo e ao mesmo tempo especializado, segundo os autores a interface entre ambas é ainda mais complexa e repleta de desafios que vem sendo descritos há várias décadas (FORATO E GUERRA, 2014).

6.2.2.5 Possibilidades: O uso das estratégias didáticas

Várias são as estratégias metodológicas utilizadas pelos professores para integrar a HC nos currículos de ciências. McComas (2013) apresenta uma proposta de classificação para os tipos de abordagens históricas aplicadas na educação científica entre os quais se destacam (1) as interações com trabalhos originais (ou trechos selecionados) na HC (fontes primárias), (2) estudos de caso, narrativas ou outras discussões semelhantes da HC (incluindo aquelas com materiais originais escritos), (3) Biografias e autobiografias dos cientistas e de suas descobertas, (4) apresentações de algum aspecto da HC por meio de livros, (5) atividades de dramatização e outras semelhantes relacionadas a personagens históricos, (6) trechos em livros-texto relacionados à HC e (7) reproduções de experimentos e outras abordagens práticas para o estudo de alguns aspectos históricos da ciência. Segundo o autor essas estratégias são muito usadas na abordagem da história em sala de aula.

Entendemos que o uso de estratégias didáticas é uma boa opção para trabalhar com a HC. Em relação aos aulas, destacamos a interação que ocorreu nas aulas que utilizaram o teatro. Tanto no primeiro e segundo bimestre, foi nítida a atenção e interação dos alunos do ensino médio, com as duas peças teatrais elaboradas. Salientamos o comentário do aluno na aula do licenciando R, após a peça teatral intitulada: *Visões de Mundo: De Aristóteles a Einstein*.

Como Galileu sofreu, eu lembro quando Papa pediu desculpas, saiu no Jornal Nacional! Olha que absurdo! Muitos anos depois! (ALUNO)

Concordamos com Cachapuz e Gil-Perez (2005), que falam do quanto o ensino de ciências pode motivar o aluno na busca de novos conhecimentos, desde que promova e desperte o desenvolvimento do espírito crítico por meio da problematização e de um a proposta adequada de educação científica.

Mas a aprendizagem das ciências pode e deve ser também uma aventura potenciadora do espírito crítico no sentido mais profundo: a aventura que supõe enfrentar problemas abertos, participar na tentativa de construção de soluções a aventura, em definitivo, de fazer ciências (CACHAPUZ e GIL-PEREZ, 2005, p.30)

Segundo MComas (2013), a dramatização é uma estratégia de ensino nas quais os alunos interpretam personagens históricos da ciência com o objetivo de agir, debater ou responder como se fossem essas pessoas (MCCOMAS, 2013, p. 438).

Apesar de ser uma estratégia trabalhosa em termos de elaboração, entendemos esta estratégia mostrou-se ao longo das aulas uma excelente ferramenta na abordagem da HC. Segundo Medina e Braga (2010) o teatro é uma possibilidades de utilização do teatro (tão diferente do universo técnico-científico, em tese) para alicerçar o conhecimento sobre a natureza da ciência e mostrar que existem várias formas entrelaçadas de aprendizagem, não somente daqueles que participaram ativamente da montagem das peças, mas também da platéia. Todos podem aprender mais sobre a construção do conhecimento científico, de forma inesquecível e consistente, saboreando a descoberta do conhecimento.

Outra ferramenta didática utilizada pelos licenciandos que despertou a atenção e o envolvimento dos alunos do ensino médio foi o uso do experimento histórico. Depois do experimento histórico, ocorreu uma discussão dos conceitos

físicos envolvidos. Em seguida o licenciando R pediu para um aluno ir ao quadro e descrever o que viu no experimento:

O calor faz aumentar a pressão aumentar dentro da lata e com isso sai um jato de vapor e assim promove o movimento dela, assim ocorre à transformação de energia do calor em movimento (ALUNO)

A opção por abordar o experimento histórico e tratar de conceitos físicos foi discutida em vários momentos ao longo desta tese, e se mostrou uma boa opção em sala de aula. Tratar de conceitos científicos aliado a HC é uma maneira de auxiliar o aluno a compreender como o conhecimento científico é construído, superando a idéia de a ciência, em especial a física, ser apenas um amontoado de equações sem sentido que precisam ser decoradas (MATTHEWS, 1995; CARVALHO e PÉREZ, 2000, PEDUZZI, 2001).

Destacamos a fala do licenciando R:

A máquina de Heron não tinha uma utilidade pratica ela servia para distrair e divertir as pessoas da época (LICENCIANDO R).

Alguns autores defendem o uso de experimentos históricos para abordar a HC, salientam que é um meio de introduzir o caráter histórico (MCComas, 2013; Pinho Alves, 2000; Silva, 2013;). Entendemos que a utilização de experimentos históricos pode apresentar-se como um meio de incorporar a HC à sala de aula, expondo juntamente um novo olhar diante da sua construção.

Na maioria das vezes, a adaptação dos experimentos históricos é a maneira mais empregada no ensino de ciências, devido ao acesso limitado que os professores têm dos métodos e recursos historiográficos (STINNER, 2006). Segundo Chang (2011) os experimentos históricos propiciam uma melhor compreensão do passado das ciências, trazendo-nos para dimensões do trabalho científico que não estão descritas nas fontes de pesquisa. Também podem ser usados para refinar a filosofia da ciência ou para melhorar as concepções da natureza da ciência. Além de proporcionar um contexto único e motivador para o aprendizado em sala de aula, os experimentos históricos oferecem melhores condições de mostrar aos alunos o caráter mais humanista da ciência (STINNER, 2006).

Em relação às aulas que adotaram estória em quadrinhos, identificamos motivação por parte dos alunos do ensino médio, o lúdico foi explorado nesta

abordagem em sala. Concordamos com Carvalho e Martins (2009), que adverte sobre a capacidade do professor criar situações de aprendizagem que realmente tenham significado efetivo para o educando, se faz necessário utilizar mecanismos que pertençam ao contexto cotidiano infantil. Nesse sentido, reconhecemos as estórias em quadrinhos como um instrumento capaz de relacionar os saberes de várias áreas do conhecimento, pois se valem da palavra e, essencialmente, da imagem, e seguem pelo caminho da suavidade, leveza e comicidade, trabalhando em perfeita sintonia tanto os aspectos da racionalidade quanto da imaginação criativa (CARVALHO e MARTINS, 2009).

6.2.2.6 Dificuldades: Conhecimentos Prévios dos alunos

Na primeira aula do licenciando C, o futuro professor inicia tratando do tema revolução industrial, e para surpresa de todos, alguns alunos responderam ao licenciando que nunca tinha ouvido falar do tema. O licenciando então foge do planejamento inicial e pede para que os alunos peguem o celular e façam uma pesquisa sobre a revolução Industrial. Os alunos começam a responder sobre o assunto, de acordo com a pesquisa realizada. Respostas como:

A Revolução Industrial ocorreu na Inglaterra, em meados do século XVIII, dando início à era do capitalismo. A transição do artesanato, da manufatura para as máquinas e indústrias, originou a produção acelerada, em série, resultando em grandes lucros, e muita mão-de-obra disponível e barata (ALUNO).

Em outra fala:

A Revolução Industrial é um divisor de águas na história e quase todos os aspectos da vida cotidiana da época foram influenciados de alguma forma por esse processo. A população começou a experimentar um crescimento sustentado sem precedentes históricos, com uma boa renda média (ALUNO).

Entendemos que ao planejar a aula o licenciando atendeu um dos aspectos da teoria da transposição didática que remete a ideia de Articular o saber novo com o antigo. Segundo Chevallard (1991), a introdução de novos saberes deve ser feita de forma articulada com outros saberes já alojados nos programas de ensino.

Infelizmente os alunos não conheciam o conteúdo apesar de ser um conteúdo que consta no currículo do ensino fundamental, diferentemente do que aconteceu em outras aulas, no qual os alunos já tinham estudado sobre o assunto.

A professora então aproveita os comentários e começa a tratar da história da máquina a vapor, a partir dos comentários dos alunos, após a pesquisa realizada no celular.

Segundo Chevallard (1991), durante a transposição didática interna ocorre a “cronogenesis” relacionado diretamente à programabilidade das aprendizagens, ao seu controle didático. Na relação didática que une professor e aluno, é o professor o operador da “máquina didática”, quem introduz objetos novos de saber à medida que um objeto anterior está na condição de ensinado, evitando, assim, a paralisação do programa e do planejamento escolar. Dessa forma, “cronogenesis” designam tempo da aprendizagem de conteúdos de ensino na relação didática. Desse modo, na “cronogenesis” é o professor aquele que nessa relação sabe antes e mais sobre o conteúdo e, por isso, determina a sequência das aprendizagens, e assim introduz novos saberes se necessário. Entendemos que neste caso o licenciando percebeu que havia uma necessidade de fugir do planejamento inicial e promover uma atividade que tratasse da revolução Industrial para assim dar procedimento a aula.

6.2.3 Dificuldades e motivações vivenciadas no desenvolvimento da proposta segundo a visão dos licenciandos

Após cada aula os licenciandos entregaram textos de reflexão sobre o planejamento e desenvolvimento da aula. Nestes textos encontramos a opinião dos futuros professores quanto a abordagem da HC, a transposição didática, o PIBID e sua formação profissional. De acordo com Oliveira (2009), o processo de refletir sobre posições assumidas, neste caso a posição de professor, implica trazer à tona noções de subjetividade e identidade. Este processo contribui com a auto-percepção e auto-reconhecimento de seus procedimentos.

6.2.3.1 O PIBID como aliado na formação profissional dos alunos

Um aspecto salientado nas produções textuais está relacionado ao programa PIBID relatado no texto de reflexão do licenciando T:

As atividades do PIBID vem colaborando muito para minha formação docente e inclusive, crescimento pessoal, pois no início tinha um pouco de receio de falar em público, mas hoje isso já foi superado (LICENCIANDO T).

Segundo Piratelo et al (2014) as reflexões suscitadas pelo exercício da prática têm valor formativo de grau elevado para o futuro professor, tornando a sala de aula um local de investigação que, de forma alguma, pode reduzir-se a um espaço em que se aplicam técnicas apreendidas de maneira mecânica e sistematizada. Ao fazer uma análise do impacto do programa PIBID nas licenciaturas de física esses autores interpretam os depoimentos dos bolsistas do PIBID e destacam cinco focos da aprendizagem docente, os autores comentam que o programa promove a aprendizagem a respeito da docência, comentam que com o PIBID os licenciandos passam a conhecer e se apropriar de um repertório de possibilidades para a realização de intervenções práticas em sala de aula; refletindo a respeito das situações de gestão do conteúdo e gestão da classe; engajando-se em uma comunidade escolar e professoral; e, por fim, identificando-se com o exercício da docência. No texto de reflexão do licenciando E salientamos as seguintes considerações:

A experiência pedagógica que o PIBID proporciona promove a convivência com os alunos e com a observação e análise da real situação da educação, da prática docente com suas possibilidades e limites, o que possibilita uma percepção do licenciando, de modo que valorize mais as matérias didáticas de seu curso, buscando uma compreensão mais humana do processo de ensino-aprendizagem e que realize um esforço maior na tarefa de compreender o aluno (LICENCIANDO E).

Para Nóvoa (2007), a reflexão é formativa. Na sala de aula, o professor depara-se com as mais diversas situações e, por meio de um pensamento dirigido ao trabalho diário, é capaz de produzir conhecimento sobre sua prática. Analisa, portanto, os momentos de sua atuação e reflete sobre eles sem a urgência que demandam as atuações em sala de aula. Além disso, elabora estratégias de melhoria, examina os momentos ocorridos, reconsidera ações. Salientamos outro trecho do licenciando E:

É importante entender como o aluno pensa, quais são seus objetivos, o PIBID me permitiu refletir sobre a sala de aula, minha atuação como professor, quero ser um bom professor, quero motivar os alunos, quero que os alunos gostem de física (LICENCIANDO E).

Segundo Gatti (2014), ao fazer uma pesquisa com alunos do programa PIBID, observa-se que a maioria dos licenciandos participantes, do projeto, declaram reiteradamente em seus depoimentos, como o PIBID esta contribuindo fortemente para sua formação profissional em função de propiciar contato direto com a realidade escolar no inicio de seu curso, contato com a sala de aula e os alunos, possibilitando-lhes conhecer de perto a escola publica e os desafios da profissionais docente. Salientamos na produção textual do licenciando F:

Considero que todo licenciando tem que passar pelo PIBID, o programa promove o crescimento profissional, pois vivenciamos a prática em sala de aula (LICENCIANDO F).

Concordamos com Piratelo et al. , (2014), que comenta que o professor deve ser um sujeito atuante em uma comunidade que construa, na e pela escola, conhecimentos objetivados em sua transformação, não se preocupando apenas com a própria formação. Os professores são aptos a refletir coletivamente com a finalidade de transformar a situação em que vivem, são capazes de aprender uns com os outros. Segundo Nóvoa (1997), a partilha de experiências e saberes constitui espaços de formação mútua, onde cada professor desempenha os papéis de formado e aprendiz, a fim de aprender com o outro e com o ambiente social e humano, a formação deve abranger a configuração escolar.

6.2.3.2 Os métodos do estudo de caso como um bom recurso pedagógico.

O uso do método do estudo de caso apareceu como um bom recurso pedagógico para ser usado em sala de aula:

O método do estudo de caso histórico foi muito importante ao tratar do episódio, pois permitiu introduzir o tema, organizar a aula e avaliar os alunos (LICENCIANDO C).

Para minha outra intervenção vou adotar novamente o método de estudo de caso, é uma boa ferramenta para ser usado em aulas de história da física (LICENCIANDO R)

Segundo Hygino (2015), os Estudos de Caso históricos surgem como uma estratégia de ensino para o trabalho com a HC no ensino de ciências. A aproximação dos Estudos de Caso à HC (ALLCHIN, 2010 e STINNER et al., 2003) se deve, em grande parte, à capacidade dos estudos de caso proporcionarem a

compreensão de fatos, valores e contextos presentes em sua narrativa, que pode ser uma narrativa histórica, impregnada de conflitos e questionamentos de uma época.

Salientamos que no processo de aplicação do estudo de caso o discente deve ser estimulado a ler, a se habituar aos personagens e entender o contexto do caso, para posteriormente pensar em uma solução para o problema e saber argumentar a favor da solução encontrada por ele, que não necessariamente deve ser a única. Dessa maneira ocorrerá um distanciamento dos métodos tradicionais de ensino voltados para a área da ciência (HYGINO, 2011, p.7).

Segundo Junior (2015), o estudo de caso histórico se caracteriza por princípios gerais que possibilitem o resgate do contexto em que se deu algum problema marcante na ciência (STINNER, 2003). Esse contexto histórico revela os motivos pelos quais certos aspectos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia foram construídos. Estes aspectos incluem as questões pessoais do cientista bem como seu envolvimento com questões éticas, sociológicas, políticas, econômicas e religiosas.

Segundo Sá e Queiroz (2009), a justificativa que norteia a criação desse método foi a de inserir os discentes no contexto real de sua área de estudo, frente aos problemas existentes, com o intuito de instigar o pensamento ativo e crítico e estimular a capacidade de tomadas de decisões. Mediante a essa justificativa, pode-se notar que esse método propõe um aprendizado focado no aluno e este, começa a ser o responsável principal pela busca de seu próprio conhecimento (SÁ e QUEIROZ, 2009, p. 11).

Segundo Hygino (2012), o método do estudo de caso, permite aos futuros professores a aquisição de competências necessárias à sua profissão, como: a investigação e reflexão sobre sua prática, a integração entre os conteúdos da área específica e as linhas teórico conceituais da formação pedagógica, a relação teoria e prática e a evolução do seu conhecimento profissional para modelos mais desejáveis de ensino (HYGINO, 2012).

Entendemos que o método de estudo de caso como estratégia de ensino, permite ao professor perceber o progresso na conceituação dos temas debatidos. O processo didático com os três passos permite o aprofundamento de questões e oportuniza momentos de prática e reflexão.

6.2.3.3 A HC em sala de aula o que pensam os licenciandos

Em todos os textos de reflexão identificamos a valorização da abordagem histórica em sala de aula. Segundo o aluno R:

Percebi que a HC deve ser abordada sempre no ensino de ciências, pois ela mostra como a ciência se desenvolve, a relação da ciência com a sociedade e como os cientistas chegaram nas teorias (ALUNO R).

A aluna C no seu primeiro texto de reflexão comenta que:

Quando me tornar professora quero adotar o uso da história nas minhas aulas, fica uma aula mais completa, os alunos entendem melhor as teorias e como a ciência se desenvolve (ALUNO C).

Como já comentamos nesta tese, é imprescindível promover o uso da HC em situações reais na formação de professores (MARTINS, 2006; FORATO, 2009; MOURA, 2012). Recorremos novamente a Martins (2006), que ao pesquisar a relação de licenciandos e professores com a HC, conclui, entre outras coisas, que grande parte da dificuldade resvala na falta de momentos específicos nos cursos de formação que trabalhem com a inclusão deste conteúdo em sala de aula; se o futuro professor não refletiu sobre a inclusão de conteúdos históricos no ensino ou não vivenciou as possibilidades que estes conteúdos podem trazer à sala de aula, por consequência pode enfrentar contratemplos quando tiver que lidar efetivamente com isso em sua atividade docente.

No primeiro capítulo desta tese tratamos deste assunto, entendemos que a HC na formação de professores não deve somente tratar da abordagem histórica, mas é imprescindível que haja momento de atuação em sala de aula, para que os futuros professores testes novas abordagens e valorizem seu uso. Na fala do licenciando C destacamos a questão da HC promover uma aula mais completa. Recorremos a Martins (1990, p. 4):

Sem a história, não se pode também conhecer e ensinar a base, a fundamentação da ciência, que é constituída por certos fatos e argumentos efetivamente observados, propostos e discutidos em certas épocas. Ensinar um resultado sem a sua fundamentação é simplesmente doutrinar e não ensinar ciência.

Entendemos por meio dos textos de reflexão que os licenciandos passaram a valorizar mais o uso da HC em sala de aula. Salientamos a fala do licenciando T:

Vi como é importante a abordagem da história na física, sem ela os alunos vão continuar a pensar que a ciência é perfeita e que os cientistas são geniais! (LICENCIANDO T).

Salientamos também o texto de reflexão do licenciando R:

Já dava aulas antes do projeto, mas com as atividades pude perceber que preciso elaborar e planejar mais minhas aulas. Passei a dar valor também a HC, hoje vejo o quanto ela é importante, principalmente para os alunos de ensino médio, que talvez nunca mais vão estudar ciências depois de formados. A HC é uma forma de conhecer a ciência (LICENCIANDO R).

Licenciando E também comentou:

Para tratar da HC em sala de aula o professor enfrenta dificuldades, principalmente na elaboração de materiais, mesmo assim entendo que o uso desta abordagem é importante para o ensino (LICENCIANDO E)

Salientamos Moura (2012), que propõe em sua tese uma formação crítico transformadora para a formação de professores. Nesta tese, o autor defende que para haver esta formação a HC deve ser analisada a partir de uma dimensão pedagógica, em que o licenciando se veja imbuído a articular sua atitude crítica com uma postura transformadora. Não é necessária, assim, somente a constatação das dificuldades, dos problemas, dos obstáculos da inclusão da história no ensino de ciências, mas a mobilização para que isso se torne motor de uma ação transformadora, que busque minimizar os problemas e otimizar as soluções. Segundo o autor a utilização da HC em sala de aula pelo futuro professor como maneira de canalizar a formação crítico-transformadora para docência depende, em grande parte, de sua experiência com a área. É importante que ao longo de sua formação, o licenciando tenha momentos específicos para pensar sobre como fazer a ponte entre os episódios históricos e a sala de aula.

6.2.3.4 A elaboração dos materiais e da aula

Vi que é muito importante o planejamento, a seleção dos materiais, buscar confiáveis como, pensar no objetivo da aula. Só assim que podemos promover aulas de ciências de qualidade, não só de história mas em qualquer assunto (LICENCIANDO C).

No segundo texto de reflexão o licenciando C mostrou em sua produção textual a questão da importância do bom planejamento para ter uma aula de qualidade. Entendemos que na abordagem da HC isso é imprescindível, ao longo

desta tese tratamos diversas vezes desta questão. Para não promover as distorções históricas em sala, consideradas entraves que impedem que a HC seja trabalhada no ensino. Segundo Martins (2005), não existe uma fórmula mágica ou receita infalível para fazer uma boa pesquisa em HC. Em diversos momentos, o pesquisador vai refletir sobre o problema estudado e procurar novas fontes. Ele vai precisar fazer levantamentos, selecionar e localizar documentos, buscá-los ou obter cópias deles e analisá-los. Precisar também escrever, elaborar uma argumentação, discutir trabalhos historiográficos anteriores sobre o mesmo assunto e fundamentar bem suas conclusões.

Identificamos na fala do licenciando C, a questão da vigilância epistemológica. Entendemos que ao verificar, questionar, planejar e buscar novas fontes, o professor está promovendo a vigilância epistemológica dos saberes. Segundo Brockington e Pietrocola (2005), analisar a evolução do saber que se encontra na sala de aula por intermédio da transposição didática possibilita uma fundamentação teórica para uma prática pedagógica mais reflexiva e questionadora. Em outro momento de reflexão identificamos a seguinte colocação do futuro professor F:

É importante ler o que os historiadores defendem, nem sempre eles têm consenso, acho importante tratar desta questão em sala de aula, mostrar também que a divergências na hora de se escrever a HC, assim os alunos podem entender a complexidade de todo o processo (LICENCIANDO F).

Holton (2003), comenta sobre a disparidade entre as narrativas históricas produzidas pelos historiadores da ciência, daquelas presentes na educação científica. Ele comenta que deve haver mais diálogos entre os educadores e historiadores. A historiografia da ciência estudada pelo professor também é de suma importância para uma aula de qualidade. O estudo em fontes adequadas pode promover uma HC em sala de aula condizente com o que é proposto pela literatura especializada, conforme comenta Martins (2005) na pesquisa em HC as divergências historiográficas são comuns, o importante é saber refletir sobre elas e buscar fontes adequadas. No texto de reflexão do aluno C identificamos a seguinte colocação:

A vivência na elaboração da peça foi motivadora, me fez refletir sobre a ciência, a vida dos personagens, me fez aprender a selecionar fontes confiáveis, e entender que a ciência se desenvolve por homens iguais a nós, e é influenciada por vários fatores externos como sociedade e religião (LICENCIANDO C).

Destacamos na escrita deste aluno diversas questões discutidas ao longo desta tese: a aprendizagem de aspectos da natureza da ciência por meio do teatro; a aprendizagem na seleção dos episódios históricos; e a motivação lúdica

Matthews (2012), escreveu que a ciência é complexa no seu desenvolvimento e que “o diabo mora nos detalhes, certamente os professores podem e devem compreender os detalhes” (MATTHEWS, 2012, p. 13).

Entendemos que a ciência é um empreendimento complexo, cuja compreensão requer que os professores estejam cientes dos detalhes relevantes acerca de seu processo de construção. Entendemos que o estudo da HC e sua natureza de forma aprofundada permitem entender os detalhes da ciência, e nesse sentido, promover reflexões sobre a natureza da ciência.

Destacamos que o teatro pode ser uma boa ferramenta neste processo de reflexão sobre a natureza da ciência, no estudo dos “detalhes. Segundo Medina e Braga (2010), por meio do teatro, é possível atrair o público para assuntos científicos, com as constantes dúvidas, provocações e reflexões, cada vez mais presentes nas preocupações de todos enquanto indivíduos. Assim, o teatro científico deve ser encarado como uma possibilidade de ampliar e cativar o grande público, além de constituir uma agradável ferramenta de ensino.

6.2.3.5 A influência do PIBID nas escolas

Salientamos um registro textual realizado pelo aluno R:

Um aluno chegou para mim no fim da aula e comentou: Queria estudar física, adoro o estudo sobre o universo!, lá na UENF não tem algum grupo de estudo sobre cosmologia não?(LICENCIANDO R)

Neste mesmo texto de reflexão o aluno R comenta:

Pude perceber que o PIBID também impacta na vida dos alunos do ensino médio, eles acabam se interessando sobre a pesquisa em ciências!, e querendo assim estudar nas universidades!(LICENCIANDO R).

O levantamento realizado por Gatti (2014), traz essa questão. A autora comenta, ao realizar entrevistas com alunos do ensino médio em todo o Brasil e com supervisores que o PIBID tem promovido o interesse dos estudantes de nível médio pela pesquisa, e pela inserção na Universidade. Segundo Lima (2016), em sua

revisão bibliográfica, o autor comenta que em diversos trabalhos essa questão é colocada. O autor comenta que o dialogo entre a universidade e a escola está promovendo o interesse dos alunos quanto a inserção na Universidade.

6.2.3.6 Aprendendo a ser professor

Destacamos um trecho do texto de reflexão do licenciando C:

Com o projeto aprendi a ser professor, na verdade estou aprendendo, mas percebi que é importante se dedicar, planejar, estudar, buscar ver os PCN's e as orientações dos documentos relacionados ao ensino brasileiro. Percebi que só assim posso promover uma aula de sucesso. Se não tiver dedicação nada funciona (licenciando C).

Nóvoa (2008), em uma palestra dada na Universidade de São Paulo intitulada “Nada substitui o bom professor”, comenta que sobre a cultura profissional e diz que a profissão do ser professor é compreender os sentidos da instituição escolar, integrar-se numa profissão, aprender com os colegas mais experientes. É na escola e no diálogo com os outros professores que se aprende a profissão. O registro das práticas, a reflexão sobre o trabalho e o exercício da avaliação são elementos centrais para o aperfeiçoamento e a inovação. São estas rotinas que fazem avançar a profissão. Nesta palestra também comenta sobre a antiga dicotomia teoria e prática e ao tratar do ensino das licenciaturas européias, comenta sobre a necessidade de se haver nos cursos de formação momentos de reflexão que permitem transformar a prática em conhecimento. Salaria que a formação de professores deve instituir as práticas profissionais como lugar de reflexão e de formação. Antonio Nóvoa também adverte que a formação de professores deve passar por “dentro” da profissão, isto é, deve basear-se na aquisição de uma cultura profissional a partir da experiência em sala de aula. O registro do aluno C mostrou que sua aprendizagem profissional aconteceu a partir das experiências vivenciadas em sala de aula, não só no que tange a vivência no ambiente escolar, mas também a vivência no planejamento e estudo para chegar a este ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Relatamos nesta tese um estudo que teve como objetivo produzir uma proposta alternativa na formação inicial de professores para o estudo da HC com foco no seu ensino. A proposta foi desenvolvida ao longo de sete meses, no contexto do PIBID, sob a orientação da pesquisadora, que buscou proporcionar aos bolsistas situações práticas em sala de aula e oportunidades de vivenciar implicações da didatização dos saberes referentes à HC. As questões de investigação que nortearam nosso trabalho foram:

Quais são os obstáculos e motivações no processo de transposição didática de episódios da HC no ensino de ciências no contexto da formação de professores? É possível superar esses obstáculos?

Buscamos refletir sobre os riscos e motivações vivenciadas na transposição didática de episódios da HC e sobre a natureza da ciência e a aprendizagem de conceitos científicos.

Evidenciamos por intermédio da revisão de literatura que são muitos os trabalhos que aproximavam a HC do ensino de ciências, porém, uma pequena parcela (catorze trabalhos) corresponde a pesquisas concretas com experiências adotando a HC na formação de professores. Destacamos que somente cinco trabalhos trataram da HC na formação buscando situações práticas em sala de aula.

A inserção no contexto do PIBID permitiu desenvolver um trabalho reflexivo principalmente em relação à prática dos licenciandos nas escolas. O programa favoreceu a vivência dos futuros professores nas escolas fazendo com que os licenciandos refletissem sobre as implicações da profissão docente.

Ao longo da primeira e segunda fase a pesquisadora realizou reuniões semanais com os licenciandos e promoveu o estudo teórico da abordagem da HC no ensino. Os licenciandos puderam refletir sobre possíveis estratégias didáticas que poderiam ser adotadas (júri-simulado, experimentos históricos, peça teatral, etc), sobre o uso do método de estudos de caso como recurso pedagógico e sobre as implicações da HC e sua natureza nos documentos que norteiam a educação brasileira.

Na segunda fase da proposta ocorreu o estudo de um episódio histórico, o planejamento da aula para o ensino médio e o planejamento e elaboração dos materiais a serem adotados em sala. Ou seja, foi na segunda fase que os futuros

docentes vivenciaram a transposição didática externa dos episódios históricos para o ensino. Esta etapa permitiu identificar os riscos e motivações que ocorreram neste processo de didatização dos saberes.

O desenvolvimento da terceira fase possibilitou vivenciar a transposição didática interna, e assim refletir sobre os desafios e motivações da implementação das aulas no ensino médio.

A vivência em todas as etapas da proposta possibilitou a coleta dos dados a partir do caderno de campo da pesquisadora, gravações de áudio e vídeo e textos de reflexão elaborados pelos licenciandos. Após os dados colhidos, procuramos interpretar os significados atribuídos pelos sujeitos às situações construídas, utilizando a Análise Textual Discursiva.

Em nossas análises identificamos seis dificuldades na realização da transposição didática externa com episódios da HC. A primeira trata da dificuldade: “adequar o conteúdo ao tempo didático disponível e evitar o excesso de simplificação”. Entendemos que é inerente ao processo de didatização dos saberes a despersonalização, dessicrentização e simplificação, porém salientamos que não pode haver excessos, pois como foi discutido ao longo desta tese, a legitimidade dos saberes a ensinar esta relacionada à forma com que esses saberes são abordados em sala. Entendemos que o planejamento detalhado das aulas, favoreceu este processo de seleção dos conteúdos que iriam ser trabalhados em sala, amenizando todo o processo de transposição. As recomendações historiográficas foram levadas em conta, por exemplo, no sentido de evitar distorções advindas de relatos excessivamente superficiais. Por outro lado, entendemos que não é possível tratar um recorte histórico e discuti-lo em seus detalhes como recomendável em trabalhos especializados, pois um dos maiores empecilhos quanto a isto é a questão do tempo.

Entendemos que a questão do tempo didático disponível foi um desafio para os licenciandos, que foi sendo contornado com o estudo aprofundado dos episódios históricos, permitindo assim identificar os aspectos mais importantes da natureza da ciência que poderiam ser explorados em sala.

Como segunda dificuldade, identificamos o segundo risco: “a noção de temporalidade dos episódios históricos”. Entendemos que a opção feita por um dos licenciandos em criar uma atividade (linha do tempo) para amenizar esta dificuldade foi uma boa alternativa ao tratar da dimensão temporal dos fatos históricos. A teoria

da transposição didática aborda a questão das criações didáticas e dos artifícios usados para facilitar a aprendizagem. Ou seja, neste caso a criação didática facilitou o entendimento sobre a noção de temporalidade no processo de transposição.

A terceira dificuldade, “adequação da linguagem dos episódios históricos”, foi contornada pelos licenciandos por meio das diversas estratégias adotadas, como, por exemplo, o uso de esquete teatral e a história em quadrinhos. A diversidade de estratégias e a adoção de uma linguagem coloquial na elaboração dos textos, de fácil compreensão para os alunos, foram formas encontradas para enfrentar esse obstáculo.

Na sequência discutimos a quarta dificuldade: “pouco texto devido à falta de hábito de leitura dos estudantes”. Entendemos que a quantidade de textos utilizado em sala de aula é sempre um risco e salientamos que o planejamento cuidadoso da aula ajudou a amenizar essa questão. Percebemos que o uso das diversas estratégias utilizadas, como teatro, experimento histórico e a história em quadrinhos, promoveram o envolvimento dos alunos e contribuiu para uma quantidade adequada de textos.

Em relação à quinta dificuldade “o tempo de aprendizagem”, consideramos que a complexidade temporal estabelecida no sistema de ensino requer a constante atuação do professor na transposição didática, pois cabe ao professor tentar igualar o tempo didático ao tempo de aprendizagem.

Por fim, relacionamos as dificuldades ligadas à “atuação dos licenciandos como professores”, recorrente nas suas falas: insegurança quanto à primeira atuação no ensino médio, falta de prática profissional e preocupação com a indisciplina dos alunos. Entendemos que o programa PIBID auxiliou os futuros docentes na superação destes obstáculos. A vivência nas escolas e as aulas realizadas foram essenciais para essa superação.

Como uma das possibilidades, para conduzir o processo de transposição didática externa, destacamos a “aprendizagem conceitual a partir dos episódios históricos”. Percebemos que o estudo aprofundado dos episódios históricos permitiu aos licenciandos também a aprendizagem de conceitos físicos, como foi apontado por eles próprios.

Na sequência, outra possibilidade ressaltada foi à “realização da vigilância epistemológica” por parte dos futuros docentes. Entendemos que um professor vigilante garante um ensino de melhor qualidade em sala, seja qual for o saber que

está sendo trabalhado. Em alguns momentos, no processo de transposição didática externa, observamos que os licenciandos tiveram a preocupação de avaliar a correção dos conteúdos presentes do livro didático, adotando uma postura questionadora de fato, a vigilância epistemológica pode amenizar as dificuldades que ocorrem no processo de transposição didática.

Outra possibilidade destacada foi “o episódio histórico como um tema motivador”. Para haver a sobrevivência de um saber didático, esse saber deve ser considerado importante pela sociedade e deve permitir a prática social de referência, ou seja, a abordagem de conteúdos relacionados à cultura e ao cotidiano dos estudantes. Os episódios históricos selecionados permitiram envolver os licenciandos com os temas propostos e transformá-los em questões de interesse dos estudantes de ensino médio. A escolha de um tema motivador foi uma alternativa que amenizou a dificuldade de contextualização de conteúdos.

Do processo de transposição didática externa também surgiu como possibilidade: “o uso do teatro como forma estudar os episódios históricos de forma aprofundada”. A peça teatral mostrou-se uma estratégia motivadora, e uma forma de despertar o interesse dos participantes sobre aspectos da natureza da ciência.

Em relação ao processo de transposição didática interna identificamos duas dificuldades vivenciadas: “os conhecimentos prévios dos alunos do ensino médio” e a “abordagem de ciência e religião, um risco?”.

Em relação à primeira dificuldade tratamos da situação que surgiu em sala de aula com um dos licenciandos que ao planejar suas aulas considerou que os alunos tinham algum conhecimento sobre revolução industrial, e ao contrário do que se esperava os alunos não sabiam o que era. Como forma de resolver o problema o licenciando fugiu do planejamento inicial e promoveu uma pesquisa em sala de aula por meio do celular dos alunos. Entendemos que situações como esta estão suscetíveis a acontecer no ensino e o preparo do professor é essencial para lidar com este tipo de situação em sala de aula.

Em relação ao segundo obstáculo, a abordagem histórica que promoveu a discussão sobre ciência e religião, entendemos que é necessário haver esse tipo de discussão em sala de aula. Esta abordagem promoveu a reflexão sobre visões de mundo, tanto dos professores quanto dos alunos e, além disso, propiciou a discussão de aspectos da natureza da ciência.

Nesta categoria também identificamos possibilidades na transposição didática interna: “valorizar a HC para os alunos do ensino médio”. A valorização da HC em sala de aula foi uma das estratégias utilizada pelos licenciandos para amenizar preconceitos referentes a essa abordagem no ensino médio. Defendemos ao longo das reuniões que os licenciandos deveriam em suas aulas tratar da importância da HC, buscando a valorização deste tema também por parte dos alunos do ensino médio. Um dos licenciandos criou um texto mostrando a importância da HC no ensino de ciências, que foi lido com os alunos do ensino médio.

Em seguida, tratamos da possibilidade: “tratar das divergências historiográficas”. Entendemos que ao tratar destes aspectos em sala, os licenciandos promoveram uma aula mais realista da HC, mostrando inclusive divergência entre historiadores e a complexidade de todo o processo de descrição da HC.

A terceira possibilidade: “o uso das estratégias didáticas” proporcionou dinâmicas diversificadas em sala de aula. Buscamos ressaltar os benefícios da utilização de estratégias didáticas diversificadas no ensino. Entendemos que a adoção de diversas estratégias didáticas nas aulas dos licenciandos favoreceu a motivação, a aprendizagem conceitual e as visões adequadas sobre a natureza da ciência nos alunos do ensino médio.

Em relação à última categoria, identificamos nos textos dos futuros professores alguns aspectos referentes à participação no programa PIBID. Na subcategoria “o PIBID como aliado na formação profissional dos alunos” identificamos a valorização do programa por parte dos licenciandos. O programa PIBID proporcionou a vivência dos estudantes no ambiente escolar. Os licenciandos refletiram, ao longo do trabalho, sobre as implicações da profissão docente e sobre como melhorar suas próprias práticas.

Em relação à segunda subcategoria “a HC em sala de aula: o que pensam os licenciandos”, destacamos que os licenciandos passaram a valorizar a abordagem da HC em sala de aula, identificando os diversos benefícios que esta abordagem pode trazer para o ensino de ciências. Entretanto, também reconhecem que existem diversos obstáculos a serem superados para a implementação desta abordagem, de forma definitiva, no ensino.

Em relação à subcategoria: “a influência do PIBID nas escolas”, salientamos que alguns licenciandos reconhecem que o PIBID favorece o interesse dos alunos

do ensino médio pela Universidade. Na sequência, destacamos a subcategoria: “método do estudo de caso como um bom recurso pedagógico”. Destacamos que o método de estudo de caso ajudou aos futuros professores perceber aspectos da natureza da ciência nos temas debatidos. O processo didático com os três passos oportunizou momentos de prática e reflexão, permitindo o aprofundamento de conhecimentos.

E por fim, na subcategoria: “aprendendo a ser professor”, destacamos que a formação de professores deve instituir práticas profissionais como momentos de reflexão e de formação. Entendemos que neste trabalho, a aprendizagem profissional aconteceu a partir das experiências concretas, de vivências em sala de aula e de estudos orientados e preparação das aulas.

De forma geral consideramos que as dificuldades da transposição didática de episódios da HC, foram sendo superadas ao longo do trabalho devido às ações realizadas: planejamento detalhado das aulas, estudo cuidadoso dos episódios históricos, valorização da HC no ensino por parte dos futuros docentes, realização da vigilância epistemológica em vários momentos do processo de transposição, vivência nas escolas e reflexões quanto às situações práticas decorrentes da abordagem da HC. Salientamos que estes achados podem ser úteis para realização de futuros trabalhos que tratem da transposição didática da HC em outros contextos.

REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; FERRAZ, M. H. M.; BELTRAN, M. H. R. **Centenário Simão Mathias: documentos, métodos e identidade da HC: seleção de trabalhos**. São Paulo: PUC-SP, 2009.

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é HC?** São Paulo: Brasiliense, 1994.

ALLCHIN, D. From Rhetoric to Resources: **New Historical Problem-Based Case Studies for Nature of Science Education**. 1ª Conferencia Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group. Atas da Conferencia Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group, 2010.

ALLCHIN, D. Pseudo history and pseudoscience. **Science & Education**, n.13, p.179-195, 2004.

ALVES F, J. P. et al. **A eletrostática como exemplo de transposição didática**. Florianópolis: ed. da UFSC, 2000.

ALVES, V. L. **Recortes da história regional de Campos dos Goytacazes: uma abordagem da HC aliada a cultura em aulas de física**. Laboratório de ciências. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.

ANNA, D. C. S; BITTENCOURT, J; OLSSON, S. Transposição e Mediação Didática no ensino de Frações. **Bolema: Boletim de educação Matemática**. v.20, n.27, p. 01-18, 2014.

AQUINO, J. G. A Indisciplina e a Escola Atual. **Rev Fac. Educ.** São Paulo, v.24, n.2, p.14, July/Dec.1998.

ARRUDA, S. M; PASSOS, M. M; FREGOLENTE, A. Focos da Aprendizagem Docente. **Revista de Educação em ciência e Tecnologia**, v.5, n.3, p.25-48, nov. 2012.

ARROYO, Miguel Gonzalez. **Formação de educadores do campo**. In: CALDART, Roseli Salete et al (Orgs.). Dicionário da educação do campo. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio; Expressão Popular, p. 361-367, 2012.

ASTOLFI, J. P. **Mots-clés de la didactique des sciences**. Pratiques Pédagogies De Boeck & Larcier S. A Bruxel-les, 1997.

AURANI, K. M. **Ensino de conceitos: estudo das origens da segunda lei da termodinâmica e do conceito de entropia a partir do século XVIII**. 1985.195f. Dissertação (Mestrado em ensino: modalidade física) – Instituto de física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1985.

BAGDOMAS, A; ZANETIC, J; GURGEL, I. Críticas à visão consensual da natureza da ciência e a ausência de controvérsias na educação científica: o que é ciência, afinal? **XVI encontro de pesquisa em ensino de física**, Maresias, 2012

BAGDOMAS, A; ZANETIC, F; GURGEL, I. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. **Revista Brasileira de HC**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.

BARP, E. **A Introdução da Radiologia na Bahia: das primeiras lições da faculdade de Medicina à criação de uma disciplina(1897-1894)**. Mestrado em HC-Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.

BATISTETI, C. B; ARAUJO, E. S. N. N. ; CALUZI, João José. Os experimentos de Griffith nos ensino de Biologia: a transposição didática do conceito de transformação nos livros didáticos. Ensaio. **Pesquisa em Educação em ciências**, v. 12, n.1, 2010.

BERMUDEZ, G. M. A; LONGHI, A.L. Niveles de comprensión del equilibrio químico en estudiantes universitarios a partir de diferentes estrategias didácticas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 10, n. 2, p. 264-288, 2011.

BERNAL, J, D. **Historia social de la ciência: La ciência em la historia**. Barcelona: Edições Península, 1976

BERNARDES, A, O; SANTOS, A, R. Historia e Filosofia da Ciencia no ensino fundamenta e médiol: de Galileu as células tronco. **Física na Escola**, v. 10, n. 2, 2009.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. **Características da investigação qualitativa**. In: Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto, Porto Editora, p.47- 51, 1994.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. **Diretrizes Nacionais Curriculares para os cursos de física**. Parecer CNE/CES nº 1304, de 6 de novembro de 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002a.

BRASIL. **PCN + ensino médio**: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. ciências humanas e suas tecnologias. Brasília:Ministério da Educação, 2002b.

BRASIL. Portaria n. 260 de 30 de dezembro de 2010. **Dispõe sobre as normas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência PIBID.** Disponível em http://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/Portaria260_PIBID2011_NomasGerais.pdf > Último acesso em: 7 de maio 2013.

BRASIL. **Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em física.** Resolução CNE/CES nº 9, de 11 de março de 2002.

BRASIL. **Resolução CNE/CP 2, de 18 de fevereiro de 2002.** Institui diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, 2002.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio: Parte III ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília, DF: MEC/SEF, 1999.

BRASIL. **Diretrizes Nacionais Curriculares para o Curso de física.** Brasília: Diário Oficial da União, 2001.

BRASIL. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC/SEB, 2002.

BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio (ciências da natureza, matemática e suas tecnologias).** Brasília: MEC/SEB, V. 2, p.135, 2006.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino médio.** Brasília: Diário Oficial da União, 2012.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012 – física.** Brasília: MEC/SEB, 2011.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015 – física.** Brasília: MEC/SEB, 2014.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC/SEB, 2015.

BRASIL. **Portaria Normativa nº16, 23 de dezembro de 2009.** Dispõe sobre o PIBID-Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência. Diário Oficial, República Federativa do Brasil, Brasília, 24 de dezembro de 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. **Plano Nacional de Educação-PNE.** Brasília INEP, 2001.

BRASIL. **Lei no 11.273, de 6 de fevereiro de 2006.** Autoriza a concessão de bolsas de estudo e de pesquisa a participantes de programas de formação inicial e continuada de professores para a educação básica. Diário Oficial da

União, Brasília, 07 fev. 2006.

BRASIL (MEC/INEP). **Escassez de professores no ensino médio: propostas estruturais e emergenciais.** (Relatório produzido pela Comissão Especial instituída para estudar medidas que visem a superar o déficit docente no ensino médio). Brasília, DF, Brasil, Conselho Nacional da Educação, MEC/INEP, 2007.

BRASIL. Portaria normativa nº 38, de 12 de dezembro de 2007. **Dispõe sobre o Programa de Bolsa Institucional de Iniciação à Docência – PIBID.** *Diário Oficial da União*, Brasília, 13 dez. 2007.

BRASIL. **Decreto no 6.755, de 29 de janeiro de 2009.** Institui a Política Nacional de Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica, disciplina a atuação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES no fomento a programas de formação inicial e continuada, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 jan. 2009.

BRASIL. **Portaria normativa nº 16, de 23 de dezembro de 2009.** Dispõe sobre o PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência. *Diário Oficial da União*, Brasília, 24 dez. 2009.

BRASIL. **Decreto no 7.692, de 2 de março de 2012.** Aprova o Estatuto e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, e remaneja cargos em comissão. *Diário Oficial da União*, Brasília, 6 mar. 2012.

BRASIL. **Lei no 12.796, de 4 de abril de 2013.** Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 5 abr. 2013.

BRASIL. **Portaria nº 96, de 18 de julho de 2013.** Regulamento do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência. *Diário Oficial da União*, Brasília, 23 jul. 2013.

BRITO, A. J.; NEVES, L. S.; MARTINS, A. F. P. **A HC e da Matemática na formação de professores.** In: NUÑEZ, I.B. E RAMALHO, B.L. (Orgs.). Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio. Porto Alegre: Sulina, p. 284-296, 2004.

BROIETTI, F, C; ALMEIDA, F, A e SILVA, R, C. Estudo de casos: Um Recurso Didático para o ensino de Química no Nível Médio, **R. B. E. C. T.**, v. 5, n. 3, 2012.

BROCKINGTON, G; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física Moderna?. **Investigações em ensino de ciências.** V.10, n.3, p. 387-404, 2005.

CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, D. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 263 p. 2005.

CASTRO, P, A, P, P; TUCUNDUVA, C, C; ARNS, E, M. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **Revista Científica de Educação**, v. 10, n. 10, jan./jun. 2008.

CAILLOT, M. La théorie de la transposition didactique est-elle transposable? In: CARNEIRO, S. P., DAL-FARRA, R. A. As situações-problema na aprendizagem dos processos de divisão celular. **Acta Scientiae**, v. 13, n.1, p.121-139, 2011.

CARVALHO, A, M, P; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 3.ed.1998.

CARVALHO, J. O Instituto: **Revista Científica e Literária**, v. 71, p. 319, 1924.

CARVALHO,S,H. Uma viagem pela física e astronomia através do teatro e dança. **Física na escola**, v. 7,n. 1, 2006.

CANTEIRO, D, C, S. Impactos **do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência na formação Inicial de Professores de Matemática**. Dissertação de Mestrado, USP. 2015.

CASSIUS, C. Reflexões sobre a contribuição da Carnot à primeira lei da termodinâmica, **Química Nova**, São Paulo, v.27, n.3, May/June, 2004

CAZORLA, I. M.; GUSMÃO. T. C.; KATAOKA, V. Y. Validação de uma Sequência Didática de Probabilidade a partir da Análise da Prática de Professores, sob a Ótica do Enfoque Ontossemiótico . **Bolema**, Rio Claro-SP, v. 24, n. 39, p. 537-560. 2011.

CHEVALLARD, Y. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v.19, n.2, p.221-166, 1999.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S.A., 1991.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**, CHEVALLARD, Yves. Les processus de transposition didactique et leur théorisation. In: ARSAC, Gilbert *et al.* (orgs.). *La Transposition Didactique à l'Épreuve*. Paris: La Pensée Sauvage, 1994.

CIMBRELIS, A. Carnot e a evolução das Máquinas Térmicas. **Revista SBHC**, n.6, p.39-45, 1991.

CINDRA, L. A evolução das idéias relacionando aos fenômenos térmicos e elétricos: alguns similaridades, **Cad. Brás. Ens. Fís.**, v. 22, n. 3: p. 379-399, dez, 2005

CIVIERO, P.A.G; ANA, M.F. S. Roteiros de Aprendizagem a partir da transposição didática Reflexiva. **Bolema: Boletim de educação Matemática**. v. 27, n. 46, p. 681-696, 2013.

CHANG, H. How historical experiments can improve scientific knowledge and Science education: the cases of boiling water and electrochemistry. **Science & Education**, Dordrecht, v. 20, n. 3-4, p. 317–41, 2011.

COKELEZ. A; DUMON, A. Une étude comparative des idées des élèves français et turcs sur les concepts acide et base: la transposition didactique, **REEC**, v. 9 n. 1, 2010.

CURY. C. R. J. Programa Institucional de bolsa de Iniciação a docência na Capes e a formação docente. **Revista Arquivo Brasileiro de Educação**, v. 1, n. 1, p 15-16. 2013.

EI-HANI. C.; **Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior**, In: Estudos de história e Filosofia das ciências: Subsídios para Aplicação no ensino, organizado por C.C. Silva Livraria da física, São Paulo, 2006.

D'AMDBROSIO, U. **Tendências historiográficas na HC**. In: ALFONSOGOLDFARB, A. M.; BELTRAN M. H. R. (orgs.). Escrevendo a HC: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo:EDUC/Livraria Editora da física/ Fapesp, p. 165-200, 2004.

DANTAS, R, S; BRENARDO, W, M; BARBOSA, T, M; CASTRO, M, P ,P. **A fotografia e a arte como instrumento didático para o ensino de física**. Disponível em:<http://docplayer.com.br/12330027-A-fotografia-e-a-arte-como-instrumento-didatico-para-o-ensino-de-fisica.html>. Acesso em: 26/02/2017

DIAS, P, M; SANTOS, W, M, S; SOUZA, M, T, M. A Gravitação Universal. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 257-271, 2004.

DIRETORIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA PRESENCIAL - DEB. **Relatório de gestão 2009-2011** PIBID. Brasília, CAPES, 2012. 29 p. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/images/stories/download/bolsas/DEB_PIBID_Relatorio-2009_2011.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2012.

DIRETORIA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA – DEB. **Relatório de gestão 2009-2014**. Brasília: CAPES, 2013. 328 p. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/images/stories/download/bolsas/2562014-relatorio-DEB-2013-web.pdf>> Acesso: 21 dez. 2014.

ERICKSON, F. **Qualitative Reseach Methods for Science Education. International Handbook of Science Education, part one**. Kluwer Academic Publishers, 1998.

FORATO, T. A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da natureza da luz, Tese, Doutorado em Educação, USP, 2009.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

FORATO, T. C. M. As múltiplas faces da luz. **Ciência Hoje**, v. 322, p. 34-38, 2015.

FORATO, T. C. M. Preparação de professores para problematização da pseudohistória em materiais didáticos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. Extra, p. 1316-1321, 2013.

FORATO, T. C. M.; GUERRA, A. ; BRAGA, M. . Historiadores das ciências e educadores: frutíferas parcerias para um ensino de ciências reflexivo e crítico. **Revista Brasileira de HC**, v. 7, p. 137-141, 2014.

GATTI, S. R. T., NARDI, R. e SILVA, D. HC no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores, **Revista Investigações em ensino de ciências**, v.15(1), pp. 7-59, 2010

GATTI, B. A. **Avaliação qualitativa dos projetos PIBID implementados em instituições de ensino Superior** – IES localizadas nas regiões Sudeste e Sul. Relatório Técnico. São Paulo: OEI/CAPES, 2014. 2v.

GILSON, A. **Filosofia na Idade Média**. Martins Fontes, São Paulo, 1995.

GIL PÉREZ, D. Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? (Intento de síntesis de la aportaciones de la investigación didáctica). **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n.1, p. 69-77, 1991.

GIL-PÉREZ, D; MONTORO, I, A. J; CACHAPUZ. A; PRAIA. J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n.2, p.125-153 2001.

GIL-PÉREZ. D; PRAIA. J; VILCHES. A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

HENRIQUE, A. B; SILVA, Cibelle C. **Relações entre ciência e religião na formação de professores: estudo de caso acerca de uma controvérsia cosmológica**. In: Atas do XII Encontro de Pesquisa em ensino de física –EPEF. Águas de Lindóia, SP, 2010.

HENRIQUE, A. B. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia**. Dissertação de Mestrado, Instituto de física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação – Programa Interunidades em ensino de ciências, Universidade de São Paulo, 2011.

HERREID, C. F. “What makes a good case?”. **Journal of College Science Teaching**, v.3, n.27, p. 163, 1998.

HOLTON, G. What historians of science and science educators can do for one another? **Science & Education**, v. 12, n. 7, p. 603-616, 2003.

HÖTTECKE, D; SILVA, C. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An analysis of Obstacles. **Science and Education**, v.20, n.3, p.293-316, 2011.

HYGINO, C. B. **Uso de Episódios da HC em Aulas de física no PROEJA** Dissertação (Mestrado).Laboratório de ciências físicas.Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2011.

HYGINO, C. B.; SOUZA, N.S; LINHARES, M. P. Episódios da HC e aulas de física com alunos jovens e adultos: uma proposta didática articulada ao método de estudo de caso, **Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 1, p. 1-23, 2013.

HYGINO, C. B; MARCELINO, V.S; LINHARES, M. P. Modelos didáticos presentes na formação de futuros professores de química e física da região norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil: encontros e desencontros entre concepções e formação. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 49-58, dez, 2013.

HYGINO, C. B. **Episódios históricos em aulas de física no PROEJA. Investigação e ensino de ciências: experiências em sala de aula no PROEJA.** Ed.UENF, 2012.

Hygino, C. B. M; MARCELINO, V. S; LINHARES, M.P. Formação Inicial de Aulas de física: planejamento de aulas inovadoras. **Revista de ensino de ciências e Matemática**, v. 6, p. 1-19, 2015.

IRWIN, A.R. Historical Case Studies: teaching the nature of science in context. **Science Education**, v.84, n.1, p.5-26, 2000.

JUNIOR, C, O; TOMANICK, E, A; CARVALHO, G. Análise da transposição didática na formação continuada sobre meio ambiente de professores do ensino fundamental, **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em ciências**, RBPEC v. 16. n. 2. p. 237-256, 2016.

KIOURANIS, N. M. M; SOUZA, A.R; FILHO, O.S. Alguns aspectos da transposição de uma sequência didática sobre o comportamento de partículas e ondas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p.199-224, 2010

KRAPAS, S. Livros Didáticos: Maxwell E A transposição didática Da Luz Como Onda Eletromagnética. **Caderno Brasileiro de ensino de física**, v. 28, n. 3, p. 564-600, 2011.

KRAPAS, S; SILVA, M.C. O Conceito De Campo: Polissemia Nos Manuais, significados Na física Do Passado E Da Atualidade. **Ciência & Educação**, vol. 14, n. 1, p. 15-33, 2010.

LEDERMAN, N. G. Nature of science: past, present, and future. In: ABELL, S.K.; LEDERMAN, N. G. (Eds.), **Handbook of research on science education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 831-880, 2007.

LIMA, A, D, F. **O PIBID e a deficiência**: entre ações e tensões. Tese de Doutorado em educação, USP. 2016

LIMA, R,S; AFONSO,J,C e PIMENTEL, L,C. Raios-x: fascinação, medo e ciência. São Paulo, **Quím. Nova**, v.32, n.1, 2009.

LIMA, V. F; MERÇON, F. Metais Pesados no ensino de Química. **Química Nova na Escola**. v. 33, n.4, 2011.

LINHARES, M, P; REIS, E, M. Uma experiência pedagógica de ciências da natureza no PROEJA: Limites possibilidades e desafios.**Investigação e ensino de ciências**, Ed. UENF, 2012.

LINHARES, M. P.; REIS, E. M. **Educando Jovens e Adultos para a ciência com Tecnologias de Informação e Comunicação**. Projeto de Pesquisa CAPES/SETEC/PROEJA, nov. 2006.

LINHARES, M; REIS, E. M. ensino de ciências com Tecnologias: um Caminho Metodológico no PROEJA, **Educação e Realidade**, n.1, v.35, p.129-150, 2010.

LINHARES, M; REIS, E. M. Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. **Ciência e Educação**, v.14, n.3, p. 555-74, 2008.

LOPES, M. H. O. **A retrogradação dos planetas e suas explicações**: Os Orbes dos planetas e seus movimentos, da Antiguidade a Copérnico. Dissertação PUC-SP, p. 245, 2001.

LONGUINI, M. D; NARDI, R. **Construção de uma seqüência de atividades de ensino sobre o conceito de pressão atmosférica numa abordagem construtivista**: a busca de uma mudança de postura do futuro professor de física. In.: Coletânea da Terceira Escola de Verão para Professores de Prática de ensino de física, Química e Biologia, 2000.

MACHADO, J; MARMITT, N, D. Conceitos de força: significados em manuais didáticos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2 p. 281-296, 2016.

MARANDINO, M. Da ciência Biologia ao ensino e Biologia nos Espaços Formal e Não-Formal. In: Selles et al. Anais o II Encontro Regional de ensino de Biologia – Regional 02. Niterói, 2003.

MARCHIORI, M. E. P. **Quissamã**. Secretária de Cultura de Quissamã. Rio de Janeiro.1991

MARTINS, R. A. **Estudos de história e Filosofia das ciências: Subsídios para Aplicação no ensino**, organizado por C.C. Silva Livraria da física, São Paulo, 2006.

MARINS, A, F. Natureza da ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de ensino de física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, dez. 2015

MARTINS,A. história e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras neste caminho. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 24, n. 1, p. 112-131, abr, 2007.

MARTINS, R. A. Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 2 – física Moderna. **Caderno Catarinense de ensino de física**, v.15, n. 3, p. 265-300, 1998.

MARTINS, R. A. A descoberta dos raios X: o primeiro comunicado de Röntgen. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 20, n. 4, p. 373-391, 1998b.

MARTINS, R. A. **Ciência versus historiografia**: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre HC. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.) *Escrevendo a HC: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: Livraria da física/EDUC/FAPESP, p.115-145, 2004.

MARTINS, R, A. **O universo: teorias sobre sua origem e evolução**. São Paulo: Editora Moderna, 1994.

MARTINS,R,A. O que é a ciência do ponto de vista da epistemologia? **Caderno de Metodologia e Técnica de pesquisa**. v.9, n.5, p.20, 1999.

MARTINS, R. A. **A história das ciências e seus usos na educação**. In: SILVA, C. C.(Org). *Estudos de história e Filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da física, 2006

MARTINS, R. A. O éter e a óptica dos corpos em movimento: a teoria de Fresnel e as tentativas de detecção do movimento da Terra, antes dos experimentos de Michaelson e Morley. **Caderno Catarinense de ensino de física**, v.29, n. 1, p. 52-80, 2012.

MARTINS, R. A. **O universo: teorias sobre sua origem e evolução**. São Paulo: Livraria da física, 2012.

MARTINS, L. A. P. HC: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, R. A. **A maçã de Newton: história, lendas e tolices**. Pp. 167-189, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, M. R. **History, Philosophy and Science Teaching: Selected Readings**. OISE Press. Toronto.1991

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.

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

MATTHEWS, M. **Changing the focus: from nature of science to features of science**. Disponível em: <<http://www.bu.edu/hps-scied/files/2012/10/Matthews-HPS-Changing-the-Focus-From-Nature-of-Science-to-Features-of-Science.pdf>>. Acesso em 20 de janeiro de 2017.

MEDINA, M; BRAGA, M. O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 27, n. 2: p. 313-333, ago. 2010.

MELHORATO, R; NICOLI, G, T. Dá física Clássica a Moderna: o simples toque de uma sirene. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 34, n. 3, 2012.

MENEGHETTI, R. C. G. transposição didática ou práticas matemáticas específicas? O caso do número ordinal e cardinal. **Educação Matemática Pesquisa**. v.13, n.1, p. 179-196, 2011

MENEZES, M. B. **Investigando o processo de transposição didática interna: o caso dos quadriláteros**. Recife, Dissertação -Mestrado em Educação, UFPE, 2004.

MCCOMAS, W. **Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da HC na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento**. In: SILVA, C.C.; PRESTES, M.E. Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas. São Carlos: Tipografia Editora, 2013.

MCCOMAS, W. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, Dordrecht, p. 249-63, 2008.

MCCOMAS, W. The principal elements of the nature of science: dispelling the myths In McComas, **The Nature of Science in Science Education**, Rationales and Strategies, p. 53-70, 1998

MCCOMAS, W. **Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da HC na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento**. In: SILVA, C.C.; PRESTES, M. E (orgs). Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas. 1ª ed. São Carlos, SP: Tipografia Editora, cap. 4, p.425-448, 2013.

MONK ,M; OSBORNE, J. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy. **Science Education**, n.81, p 405–424, 1997.

MORAES, A.; GUERRA, A., história e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do ensino médio. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 35, n. 1, p. 1502, fev 2013.

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

MOREIRA, P. F. S. D. A Bioquímica do Candomblé – Possibilidades Didáticas de Aplicação da Lei Federal 10639/03. **Química Nova Na Escola**, v. 33, n. 2, 2011.

MOREIRA, M. A., Pesquisa em Educação em ciências: métodos qualitativos, Programa Internacional de Doctorado em Enseñanza de lãs ciências. Universidade de Burgos, Espanha, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, Texto de Apoio n.14. Publicado em **Actas Del PIDEDEC**, n. 4, p. 25-55, 2002.

MOURA, B. A. **A aceitação da óptica newtoniana no século XVIII: subsídios para discutir a natureza da ciência no ensino**.Dissertação (Mestrado em ensino de ciências), USP, 2008.

MOURA, B. A. **Formação Crítico transformadora de professores de física: Uma proposta a partir da HC**. Tese de doutorado em educação, USP,2012.

NEVES, C. M. C. A Capes e a formação de professores para a educação básica. In **Revista Brasileira de Pós-Graduação**. Suplemento 2, v. 8, março de 2012.

NEVES, K. C. R; BARROS, R.M.O. Diferentes Olhares a cerca Da transposição didática. **Investigações em ensino de ciências**. V.16, n.1, p. 103-115, 2011.

NÓVOA, A. **Professores: Imagens do futuro presente**. Lisboa: Educa. p. 7-111, 2009.

NÓVOA, A. **Nada substitui o bom professor**. (Palestra proferida em São Paulo, a convite do Sinpro, em 2008). Disponível em: <http://www.sinpro.org.br/noticias.asp?id_noticia=639>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2017.

PAGLIARINI, C. **Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio**. Dissertação de mestrado, USP,2007.

PALMA, C. Arte e ciência no palco. Entrevista concedida a Luisa Massarani e Carla Almeida. **História, Ciências, Saúde, Manguinhos**, v. 13 (suplemento), p. 233-46, out, 2006.

PAGLIARINI, C. R.; SILVA, C. C. **A estrutura dos mitos históricos nos livros de física**. Instituto de física de São Carlos – USP. 2010.

PAMPLONA, M. H. **Ensino de ciências da Natureza no PROEJA. Laboratório de ciências físicas**. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2011.

PEDUZZI, L. O. Q. **Sobre a utilização didática da HC**. In Pietrocola, M. (ed.) ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PERNAMBUCO, M. M. **Escola hoje e o ensino de física**. In: Martins A. F. física ainda é cultura?, São Paulo, Livraria da física, 2009.

PERRENOUD. **A Prática reflexiva no ofício do professor**. Porto Alegre. Art med, 2002.

PIETROCOLA, M. **A história e a epistemologia no ensino de ciências**: dos processos aos modelos de realidade na educação científica. In: ANDRADE, A. M. R. (Org.) ciência em Perspectiva. Estudos, Ensaios e Debates. Rio de Janeiro: MAST/SBHC, p. 133-149, 2003.

PIETROCOLA, M. **A Atualização dos currículos de física da Escola Média: um estudo em condições reais de sala de aula analisado a partir da teoria da transposição didática**. In: Conferencia Ibero americana de Educación para la física, 2006, San Jose. La enseñanza de la física en la era tecnológica del Nuevo milenio : Memoria.. San José - Costa Rica : INIE, 2006.

PIETROCOLLA, M. **A transposição da física moderna e contemporânea para o ensino médio**: superando obstáculos epistemológicos e didáticos pedagógicos. In: Borges, Regina. Propostas Interativas na Educação Científica e Tecnológica. Porto Alegre, EDUC, 2008.

PINHEIRO, A. N.; MEDEIROS, E. L.; OLIVEIRA, A. C. Estudos de casos na formação de professores de química. **Química nova na escola**, v. 33, n. 9, p. 1996-2002, 2010.

PIRATELO, M, P, M; PASSOS, M, M; ARRUDA, S, M. Um estudo a respeito das evidências de aprendizado docente no PIBID da Licenciatura em física. **Caderno Brasileiro de ensino de física**, v. 31, n. 3, p. 493-517, dez. 2014.

PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA (MODALIDADE LICENCIATURA) UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2009.

PORTO, P. A. história e Filosofia da ciência no ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; Maldaner, O. A. (orgs.). **Ensino de Química em Foco**. Editora Unijuí, p. 159-180, 2010.

PORRA, A, C; SALES, N, L, L; SILVA, C, C. Concepções de natureza da ciência: adaptação de um instrumento para aplicação em alunos de licenciatura de universidades públicas brasileiras. Abrapec, viii enpec, 2011.

QUEIROZ, S. L; SÁ, L. P. "Argumentação no ensino Superior de Química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos". **Enseñanza de las Ciencias**, extra, 2005.

QUEIROZ, S. L.; SÁ, L. P. "O espaço para a argumentação no ensino Superior de Química". **Educación Química**, n. 20, p.104 ,2009.

RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências**, de. Florianópolis, 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). UFSC, 2005.

RODRIGUES. M. **A Tábua dos Goytacazes**.Campos.1988

ROUXINOL NETO, E, R; PIETROCOLA,M. **Física no Brasil para o ensino médio**. Tese de Doutorado, USP, .2007.

SACRISTÁN, J. G. **Consciência e acção sobre a prática como libertação profissional dos professores**. In: NÓVOA, Antonio (Org.). Profissão professor. Portugal: Porto . p. 63-88 1991.

SÁ, L. P; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas, São Paulo: Átomo, 2009.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de caso em química**. Química Nova, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SANTOS, N. S. **Tecnologias de Informação e Comunicação em Aulas de Química: uma Pesquisa-ação com Estudantes do PROEJA**. Laboratório de ciências físicas.Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.

SEEDUC. **Currículo Mínimo 2012-física**. Secretaria de Estado de Educação: Governo do Rio Janeiro. Disponível em:http://www.conexaoprofessor.rj.gov.br/cm_materia.asp?M=5. Acesso em 03 de Abril de 2017.

SCHMIEDECKE, W. G.; VALENTE, L. **Energia Nuclear: uma ilustre desconhecida dos licenciandos em física**. In: XIV Encontro de Pesquisa em ensino de física. Maresias, 2012.

SCHMIEDECKE, W. G. **A HC nacional na formação e na prática de professores de física**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

SILVA, A. P. B. ; FORATO, Thaís C. M. ; GOMES, J. L. A. M. C. Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos. **Caderno Brasileiro de ensino de física**, v. 30, p. 492-537, 2013.

SILVA, M, F; FIGUEIREDO,N; MARTINS,A. A história dos raios X e sua utilização de 1895 a 1912: reflexos na América Latina. Apresentado em: **Congresso Latino-Americano de HC e Tecnologia**, 2, São Paulo, 30 jun.-4 jul. 1988.

SILVA, A.T; SILVEIRA H. E. A HC na percepção de professores de química: algumas considerações e análises. **VIII.EMPEC**.2011.

SILVA, B. V. C; MARTINS A. F. P. Júri Simulado: um uso da HC no ensino da óptica. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, 2009.

SILVA, L, F. **Coordenadores de area do PIBID: Um olhar sobre o desenvolvimento Profissional**. Dissertação de Mestrado em educação. USP. 2015.

STINNER, A.; MCMILLAN, B.; DON METZ; JILEK, J.; KLASSEN, S. The Renewal of Case Studies in Science Education, **Science & Education**, v.12, p. 617–643, 2003.

STINNER, A. A role for historical experiments: capturing the spirit of the itinerant lecturers of the 18th century. **Science & Education**, Dordrecht, 2006.

TAVARES, L. A. **James Watt. A trajetória que levou ao desenvolvimento da máquina à vapor vista por seus biógrafos e homens de ciência**, Dissertação (mestrado em HC), PUC-SP, 2008.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE Jr, O; EL-HANI, C. N., A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física, **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

TEIXEIRA, E. S; GRECA, I. M; JUNIOR, O. F. **Uma revisão sistemática das pesquisas**. Temas de historia e Filosofia da ciência no ensino. UFRN, Natal,2012.

TOLEDO, E, J, L; FERREIRA, L, H, F. Transposição didática como reforço de obstáculos epistemológicos em livro texto e em experimentos didáticos, **REEC**, V.14, 2012.

VANNUCCHI, A. I. **História e Filosofia da ciência: da teoria para a sala de aula**. Dissertação em educação (mestrado), São Paulo, SP. Universidade de São Paulo. Instituto de física e Faculdade de Educação, 1996.

VISONI, R, M; CANALLE, G,J,B. Bartolomeu Lourenço de Gusmão: o primeiro cientista brasileiro. **Rev. Bras. ensino Fís**, São Paulo, v.31, n.3, July/Sept, 2009

VIRGÍNI, L, M; RICARDO, S. Supuestos epistemológicos en libros de texto de física para nivel medio. Aspectos de su discurso pedagógico regulador, **Rev. Electrón. Investig. Educ. Cienc**, v.6, n.2, ago, 2011.

VIDEIRA, A, P; RIBEIRO, B, M. **Cosmologia e pluralismo teórico**. Scientiæ zudia, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 519-35, 2004.

ZANARDI, D. C.; KNEUBIL, F. B.; PEREIRA, V. S. Organização praxeológica de saberes escolares: uma comparação da equação de Clapeyron em livros de física e química. **Investigações em ensino de ciências**, v. 18, n. 3, pp. 601-620, 2013.

ZANETIC, J. **Física e arte: uma ponte entre duas culturas**. Pro-posições, v. 17. n 1 p.49, jan/abr, 2006.

ZANETIC, J. **Física e literatura: uma possível integração no ensino.** Cadernos Cedes: ensino da ciência, Leitura e Literatura, 1997.

ZANETIC, J. **Física também é cultura.** Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1989.

ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

Referências da Revisão Bibliográfica

ARTHURY, L, H, M; PEDUZZI, L,O.Q. A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos: recepção de um texto para graduandos em física. **Rev. Bras. ensino Fís.** v.35, n.2, p.1-14, 2013.

BATISTA, I, L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.

CRISTIANO, M. R.; HAMBURGER, A, I . HC, interdisciplinaridade e ensino de física: o problema do demônio de Maxwell. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 10, n.3, p. 477-490, 2004.

CORDEIRO. M. D; PEDUZZI, L. O. Q. Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade. **Rev. Bras. ensino Fís.** v.33, n.3, p.1-11, 2011.

DIAS, V. S; MARTINS, R. A. Michael Faraday: O caminho da livreria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & Educação**, v. 1, n.3, p. 517-530, 2004.

GATTI, S.T; NARDI, R; SILVA, D. Evolução das concepções de futuros docentes de física em um curso de formação inicial. (Comunicação). **Atas.XVII Simpósio Nacional de ensino de física.** Sociedade Brasileira de física, UFMA, São Luís, Maranhão, 2007.

GENOVEVA, L. G. R; CUNHA, J. A. R. Um instrumentos Galileano a ser realizado por alunos e professores da educação básica. **Física na Escola.** v. 14, n. 2, 2016.

GUIZASOLA, J; GARZÓN, I; Zuzak, S. The Influence of the history os science in desingning learning indicators: electromotive force in DC circuits. **Revista de Educación en Ciencias**, n 1, v 14, 2013.

HARRES, J. B. S. Desenvolvimento histórico da dinâmica: referente para a evolução das concepções dos estudantes sobre força e movimento. **Revista Brasileira de Pesquisa em ensino de ciências**, v.2, n. 2, p. 89 – 101, 2002.

JUNIOR, E. R; LUNA, F. J; HYGINO, C. B; PAIXÃO, M. L. Um estudo de caso histórico sobre o experimento de Foucault no Brasil elaborado por uma professora

do ensino médio na formação continuada a distância. **Caderno Brasileiro de ensino de física**, v. 33, n. 1, p. 162-193, abr. 2016.

JUNIOR, W. E. F; ANDRADE, D. R; MESQUITA, N. A,S. Visões de cientistas e atividade científica na obra Ponto de Impacto de Dan Brown: possibilidades de inserção de elementos de história e Filosofia das ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de física**, v. 32, n. 1, p. 76-98, abr. 2015.

LIMA, M. C; ALMEIDA, P. M. Articulação de textos sobre nanociência e nanotecnologia para a formação inicial de professores de física. **Rev. Bras. ensino Fís.** v.34, n.4, p.1-9, 2012.

LONGHINI, M. D; NARDI, R. Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a HC e pesquisas na área. **Caderno Brasileiro de ensino de física**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 7-23, 2009.

MONTEIRO, M. E; MARTINS, A. F. História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 37, n. 4, p.450, 2015.

OLIVEIRA, W. C; DRUMOND, J. W. Refletindo sobre Desafios à Inserção Didática da história e Filosofia da ciência em Oficina de Formação Docente. ALEXANDRIA **Revista de Educação em ciência e Tecnologia**, v.8, n.3, p.151-179, novembro, 2015.

MOREIRA, M. A; MASSONI, N. T; OSTERMANN, F. história e epistemologia da física na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Rev. Bras. ensino Fís**, v.29, n.1, p.127-134, 2007.

PRAXEDES, G; PEDUZZI, L, O. Q. Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula. **Rev. Bras. ensino Fís**, v.31, n.3, 2009.

RAPOSO, W, L. história e Filosofia da ciência na Licenciatura em física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos. **Caderno Brasileiro de ensino de física**, v. 31, n. 3, p. 722-738, dez, 2014 .

RAICIK, A. C; PEDUZZI, Q. Potencialidades e limitações de um módulo de ensino: uma discussão histórico-filosófica dos estudos de Gray e Dufay. **Investigações em ensino de ciências**, v. 20, n.2, p. 138-160, 2015.

SILVA. C. C.; MOURA, B. A. A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. **Revista Brasileira de ensino de física**, v.30, n. 1, p.1602, 2008

SCHMIEDECKE, W. G; PORTO, P. A. A HC e a divulgação científica na TV: subsídios teóricos para uma abordagem crítica dessa aproximação no ensino de

ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em ciências**, v. 15, n.3, 2015

SORPRESO, T. P.; e ALMEIDA, M. J. P. M. Discursos de Licenciandos em física sobre a questão nuclear no ensino médio: foco na abordagem histórica. **Ciência e Educação**, v. 16, n. 1, p. 37-60, 2010.

TEIXEIRA, E. S; FREIRE Jr. O; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, 2009, p. 529-556.

TORT, A. C. Dois problemas práticos de eletricidade Vitoriana e sua discussão no ensino secundário e universitário. **Rev. Bras. ensino Fis**, v.31, n.2, 2009.

TORT, A. C; NOGAROL, F. Revendo o debate sobre a idade da Terra. **Rev. Bras. ensino Fís.**, v. 35, n.1, p.1-9, 2013

ANEXO A – REPORTAGENS MONITOR CAMPISTA

Trecho do Jornal Monitor Campista de 5 de fevereiro de 1834

O QUE SÃO INVENSÕES MODERNAS!

Em uma obra hespanhola , que traduzirão em America, onde He muito mais conhecido que a mesma hespanha, achão se os detalhes, sobre uma experiência feita em 1543, na presença de Carlos 5º, de uma embarcação, que andava sem velas, mas com rodas que lhe servião de remos , e estão movidas por um mecanismo, rezultante de água a ferver.

Sabe-se que Watt He o inventor da applicação do vapor a mecânica. E seria muito para estranhar, que depois de tanto tempo de posse de tal invenção , se venha provar, que outra fizera a descoberta. Já também se sabe, que a imprensa, e a pólvora erão conhecidas entre os chinezes, muito antes do século 14, estaremos por ventura nós outros modernos destinados a não ver verificados as nossas mais belas invenções?

(Do jornal do Commercio)

Reportagem Jornal Monitor Campista 22 de Fevereiro de 1834

Sobre a empresa do barco a vapor

Artigo Comunicado

Sempre que vemos annunciar-se a criação de qualquer estabelecimento vantajoso ao paiz, de prazer se dilata o nosso coração; porque nada dezejamos mais do que vêlo caminhar para o ponto de adiantamento , e grandeza , de que he susceptivel : para o que não he necessario se não que a mão do homem dezinvolva os elementos, com que a natureza o enriqueceo.

Sem duvida a empreza de criação de um barco a vapor projectada por alguns cidadãos como annunciarão os redactores do Campista no numero 12, he uma daquellas obras mais reclamadas pela necessidade; e que ao mesmo tempo que recompensará exuberantemente os empregarios do capital, que empregarem, trará a Campos innumeraveis beneficios. Ninguém ignora que a posição da barra de Campos he tal, que os barcos depois de carregados precisão para sahirem do vento sul, ou sudueste e depois de sahirem, do nordeste para seguirem viagem para o Rio de Janeiro: e sendo este ultimo restante nesta costa em certas epochas do anno, succede muitas vezes estarem os mesmos carregados tres e mais mezes sem poderem seguir viagem com grave prejuizo do commercio, e da lavoura, como ainda no anno passado todos experimentamos. Mas este obstaculo ate aqui insuperavel cessará de uma vez de existir para os campistas com a criação de um barco de vapor, que mediante construções feitas pelos empregarios com os donos dos barcos se empregue em deitalos fora da barra Oest´arte zombaremos d´ora em diante das inconstestaveis ao tempo; e poderão nossos barcos livremente sahir, logo que cabem de carregar, uma vez que cuja melhorada a barra ou que se contruao vasos acomodados a capacidade dela.

Mas não he só por este lado, e nelos outros , que já mui bem notou o Campista, que contemplamos a vantagem da criação de um barco de vapor em Campos; he pelo lado de conhecerem praticamente os nossos patricios os lucros seguros, que podem esperar de emprehenderem outras obras de primeira necessidade para o paiz pela formação de companhias, cujas vantagens tem sido tão difficultozo fazer comprehender. Concordamos que Campos não abunda hoje em capitaes: mas não he tanto por falta delles, como muita gente quer dizer, que deixão

de emprender se entre nós algumas obras por associações ou companhias: são os nossos hábitos, são os nossos prejuízos de educação, que embaraçam o desenvolvimento dessa poderosa alavanca do engrandecimento das Nações cultas da Europa, e dos Nortamericanos. Sim uma política errônea não fez até aqui se não comprimir os rápidos vôos, que pudera ter dado o paiz; e muito lhe tem custado aahir do círculo vicioso, em que laborão nossos maiores de comprar escravos para fazer assucar; e de fabricar este para comprar Africanos, único objeto a que se tem limitado nossas acanhadas ideias.

Com quanto porem cessem com a criação de um barco de vapor parte dos males, que Campos tem até aqui soffrido pelos embaraços de sua navegação costeira, ainda não desaparecem todos de uma vez. Não he só com a falta de pronta sahida dos barcos, que unicamente soffre o paiz: he tambem pela difficuldade, que em certas epochas do anno tem estes de chegarem pelas mesmas cauzas, que acima apontamos.

Uma outra obra pois se apresenta capaz de immortalizar os nomes dos Cidadãos, que quizerem emprehendê-la: queremos fallar, da abertura de um canal, que communique o rio Macahe com o Parahyba, sobre o qual nos consta haver uma exellente memoria do Snr. Joze Carneiro da Silva. Ainda não tivemos occasião de a consultar; mas muito confiamos nos talentos e luzes destes cidadãos.

Nos tempos, em que reinão na costa de Campos as brizas de nordeste, os barcos, que sahem do Rio de Janeiro para Villa podem sim chegar até Macahe: mas ahi ficam estacionados muitos mezes, sem poderem avançar aquem das Ilhas de Santa Anna, do que resultão grandes dammos a Campos pela falta e carestia dos generos de primeira estamos experimentando. A existencia pois deste canal facilitaria o transporte dos generos, os quaes, desimbareando em Mche, poderão em breve tempo chegar a nossa villa. Em uma palavra a realização destas duas importantes empresas serão de maior interesse ao paiz, e o porião a abrigo dos males; que até aqui tem soffrido.

Não são porem só estas vantagens reas, que com sigo trarião a abertura do canal em questão: muito ganharião as fazendas situadas na proximidade da Lagoa Feia, e do Ururahy de fazerem os embarques para Macahé, evitando assim os custozos transportes para a Villa de Campos pela longitude, em que se achão, e pelo pessimo estado de nossas estradas. As fertes margens dos rios de Macabu, e Imbé, que dezaguão na Alagoa-Feia, torna-se-hião mais valiozas; e attrahirão cultivadores uteis, a quem ora dezanima a difficuldade de transportarem por Terra os productos de sua lavoura de lugar tão remoto, e por caminhos quase intransitaveis. Os mercados de Campos, e da Capital poderião ser melhor abastecidos com os generos de primeira necessidade, que com abundancia produzem aquelles certões; e de preciozas madeiras, que as chamam devorão pela difficuldade de serem transportadas. Nossas relações commerciaes em fim com a interessante Provincia de Minas mais se intrelaçavão: porque tendo os mineiros um porto de embarque em Macahé situado a pequena distancia de Cantagallo, e meios de transportarem por agua os seus generos para Campos, affluiriam em maior quantidade para ali, evitando atravessarem os matos quase dezertos entre Cantagallo e Campos: e a Villa mesmo de Macahé não ganharia pequeno incremento.

Possão os nossos concidadãos bem penetrar-se das vantagens, que podem rezultar do espirito de associação em um paiz no como Campos: possa a nossa Patria gozar de tranquillidade á sombra de leis sabias e justas; porque são estes os dous unicos elementos necessarios para a fazerem chegar ao zenithce grandeza, a que tem indisputavel direiro

APÊNDICE A – ESTUDO DE CASO DA PRIMEIRA AULA DOS LICENCIANDOS

Estudo de caso da primeira aula dos licenciandos sobre a história máquina a vapor.

estudo de caso Histórico

Nome: _____ Turma: _____

Professora: _____ Escola: _____ Data: ___/___/___

A máquina a vapor e suas consequências na sociedade

A Revolução Industrial que ocorreu no período entre os séculos XVIII e XIX e que corresponde a uma fase de profundas mudanças sociais e econômicas, na Europa, foi marcada por inovações tecnológicas que tiveram um papel fundamental. Nessa época houve a necessidade de se criar as primeiras máquinas a vapor, com a finalidade de bombear a água, devido às inundações das minas de carvão, tendo como criador Thomas Savery (1668). Depois desta máquina muitas outras surgiram como a de James Watt (1765), podendo ser utilizada agora devido ao seu aperfeiçoamento, nas indústrias pesadas, além de possibilitar o desenvolvimento dos meios de transporte. Com a criação da máquina de Watt houve um crescente desenvolvimento industrial na Europa e na América, inclusive no Brasil provocando mudanças profundas na estrutura econômica, política, social e cultural da civilização ocidental. Ao longo desse processo a máquina foi substituindo o trabalho humano, até então, os comerciantes executavam as atividades na dependência exclusiva da potência dos músculos dos operários e da energia animal. Do vento ou da água. Uma única máquina a vapor realizava o trabalho de centenas de cavalos. Fornecia a energia necessária para acionar todas as máquinas de uma fábrica. Uma locomotiva a vapor podia deslocar cargas pesadas a grandes distâncias em um único dia. Os navios a vapor ofereciam transporte rápido, econômico e seguro. Uma nova relação entre capital e trabalho se impôs novas relações entre nações se estabeleceram e surgiu o fenômeno da cultura de massa, entre outros eventos. Essa transformação foi possível devido a uma combinação de fatores, e uma série de invenções, tais como o motor a vapor. O desenvolvimento da máquina a vapor no século XVIII contribuiu para a expansão da indústria moderna. No Brasil, em várias regiões as máquinas a vapor eram utilizadas de diversas formas. Em Campos dos Goytacazes a máquina foi usada para aprimorar barcos e engenhos.

Comente as mudanças que ocorreram na sociedade com a Revolução Industrial, devido ao aperfeiçoamento da máquina a vapor.

APÊNDICE B – APOSTILA DA PRIMEIRA AULA DOS LICENCIANDOS

PIBID-FÍSICA-UENF / HISTÓRIA E DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA

Componentes: Caroline, Eraldo, Fabiola, Rodrigo e Wilson.

Orientadoras: Marília Paixão Linhares e Vanessa Leandro Oliveira Alves.

A Revolução Industrial e o desenvolvimento da Termodinâmica

A Revolução Industrial surgiu como consequência de uma série de fatores. Além do acúmulo de capital por parte da burguesia britânica, para ela contribuíram também o aumento populacional e a migração de altos contingentes de camponeses para as cidades. Esses trabalhadores rurais haviam sido expulsos dos campos pelo cercamento de terras promovidos pelos proprietários rurais. A abundância de mão de obra nas cidades e seu consequente barateamento estimularam a ampliação da atividade manufatureira urbana. Entretanto, tal desenvolvimento esbarrava no problema da escassez de matérias-primas.

A escassez de carvão vegetal provocada pela devastação das florestas fez com que se procurasse outra fonte de aquecimento para a fundição. A solução encontrada veio com o carvão mineral. Por volta de 1710, já se utilizava o coque, produzido a partir de resíduos de carvão mineral. A extração do carvão tomou-se assim um negócio lucrativo.

Ao longo da primeira metade do século XVIII, a paisagem da Inglaterra se transformou completamente. Os grandes desenvolvimentos na construção de máquinas a vapor – surgidas da necessidade básica de extração de água das minas de carvão e depois aplicadas e inúmeras outras atividades manufatureiras – fizeram nascer o embrião do que seria a sociedade industrial.

Por outro lado, a Revolução Industrial constitui um estímulo à atividade científica, estando voltada para problemas suscitados pela indústria; é neste sentido que a termodinâmica evolui.

Até cerca de 200 anos, a maior parte do trabalho era feito por pessoas ou animais. O trabalho era também obtido a partir do vento da água, mas ambos não eram fontes confiáveis de energia, porque não podiam ser utilizados facilmente em qualquer local e quando necessários. No século XVIII, a exploração das reservas de carvão, fez surgir a necessidade de um método econômico para bombear as águas das minas que ficavam inundadas, e que,

portanto, teriam de ser abandonadas. A máquina a vapor desenvolveu-se inicialmente para satisfazer a esta necessidade prática.

O aumento da produtividade não ocorria uniformemente em todos os setores da produção, o que criava a obrigatoriedade de procurar outras melhorias tecnológicas. O desenvolvimento da indústria mecânica concentrada em grandes unidades produtoras teria sido impossível sem uma fonte de energia maior do que podiam oferecer as forças humanas e animal e que independesse dos caprichos da natureza. A solução foi encontrada num novo transformador de energia, que foi a máquina a vapor.



Trabalhador em uma mina de carvão

- As primeiras máquinas térmicas

A primeira máquina a vapor foi criada por **Heron** de Alexandria, ele foi o primeiro a utilizar – e domar – o vapor para movimentar algo. O sábio grego viveu século I da era cristã e inventou a **Eolípila**. O fogo aquecia a água que ficava no recipiente embaixo e o vapor que saía pelos tubos fazia a esfera se mover.



Uma ilustração da Eolípila de Heron ou Máquina Térmica de Heron

Mas a primeira máquina que utilizava o vapor de forma "útil" foi inventada pelo francês **Denis Papin** em 1679, utilizando o esquema de êmbolo e cilindro. Papin inclusive inventou um dispositivo bem parecido com o que encontramos hoje nas panelas de pressão, para evitar que o vapor explodisse o cilindro.

A máquina de Newcomen foi um desenvolvimento paralelo ao da máquina de Savery. Portanto, apesar de incorporar diversos conhecimentos que se desenvolviam traziam certas dos de inovação no trabalho de síntese. A máquina de Watt, embora seja considerada um novo mecanismo, representou um aperfeiçoamento em relação à de Newcomen pela incorporação do condensador. A inovação de Watt produziu uma melhora considerável da máquina aumentando sua força útil.

Você sabia?

Heron de Alexandria ficou conhecido por inventar um mecanismo para provar a pressão do ar sobre os corpos, que ficou para a história como o primeiro motor a vapor documentado, a Eolípila.



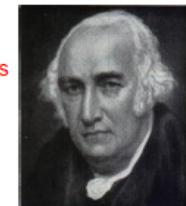
Denis Papin foi o inventor da célebre Marmita de Papin (máquina a vapor), apresentada em 1679, que precedeu a invenção do autoclave e a panela de pressão.

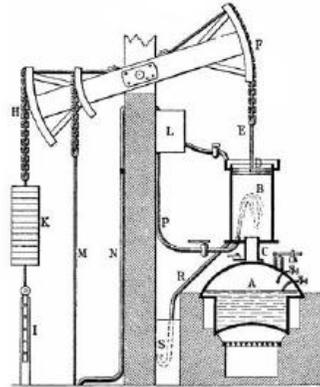


Savery empenhava muito tempo para suas experiências, ele gostava muito de inventar e construir vários tipos de aparelhos. Ele construiu um relógio, que ainda hoje permanece na família, e é considerada uma peça de mecanismo engenhoso e de excelente qualidade. Mas se destacou mesmo com a máquina a vapor.



Thomas Newcomen foi o inventor inglês que criou a primeira máquina a vapor prática para bombear água. A utilização mais frequente era para extrair água das minas que ficavam muitas vezes inundadas, devido à profundidade.





Esquema da máquina a vapor de Newcomen.

Outra máquina a vapor bastante desenvolvida teve origem no trabalho de **James Watt**, que por sua vez contava com um condensador separado. Esta máquina superou a máquina de Newcomen, e estimulou o desenvolvimento de máquinas que podiam fazer muitos trabalhos ou atividades fabris diversas, condução de locomotivas, barcos a vapor entre outros.

Foto do motor a vapor de James Watt.
Essa invenção possibilitou o progresso da Primeira Revolução Industrial.



Você sabia?

Em 1763, **James Watt** foi chamado para reparar um modelo da máquina de Newcomen, pertencente à universidade de Glasgow. Durante o processo, Watt reparou que o arrefecimento do vapor dentro do cilindro levava ao arrefecimento desnecessário de toda a máquina, e pensou em vários tipos de melhoramentos que poderiam torná-la muito mais eficiente em termos energéticos.

A adição de uma câmara de condensação separada evitaria as perdas de energia verificadas por meio do resfriamento do cilindro para a condensação do mesmo. Endividado, associou-se a John Roebuck, que o ajudou financeiramente. Um protótipo foi construído e sobre ele se realizou a correção de algumas falhas. Matthew Boulton, dono de uma firma de engenharia, comprou a parte de Roebuck e deu início à construção das máquinas projetadas por Watt.

Posteriormente, em 1765, James Watt, mecânico escocês, aperfeiçoou o modelo de Newcomen. Este seu invento deflagrou a Revolução Industrial e serviu de base para a mecanização de toda a indústria.

O watt (W) é a unidade de potência do Sistema Internacional de Unidades. É equivalente a um joule por segundo (1 J/s). A unidade watt recebeu este nome em homenagem a James Watt, pelas suas contribuições para o desenvolvimento do motor a vapor.



Em 1814 o inglês **George Stephenson** revolucionou os transportes com a invenção da locomotiva a vapor.





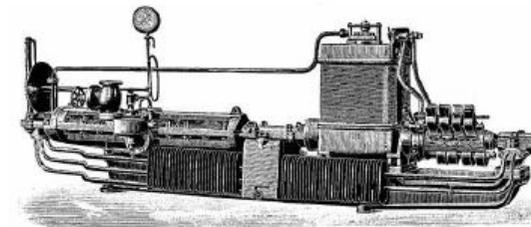
Locomotiva a vapor de George Stephenson

A máquina a vapor foi fruto de uma série de aperfeiçoamentos das bombas hidráulicas usadas nas minas de carvão, principal fonte de energia na época. Nas proximidades das áreas ricas em carvão, inclusive, foi onde surgiram as primeiras indústrias na Inglaterra. O sistema fabril não teria tido tão grande importância sem o aperfeiçoamento da máquina a vapor.

Atualmente, as máquinas a vapor já não são utilizadas como fonte direta de energia na indústria e nos transportes, o vapor é ainda indiretamente uma grande fonte de energia. A turbina a vapor, inventada pelo engenheiro inglês **Charles Parsons** em 1884, substituiu largamente outros tipos de máquinas a vapor mais antigas, atualmente é por intermédio de turbinas a vapor que trabalham os geradores elétricos na maior parte das centrais elétricas. E são geradores movidos a vapor que fornecem a maior parte de energia para a maquinaria da civilização moderna, mesmo nas centrais nucleares, a energia nuclear é utilizada para produzir vapor que depois move as turbinas e os geradores elétricos. O princípio básico da turbina de Parsons é mais simples do que o das máquinas de Newcomen e Watt: um jato de vapor de alta pressão toca as pás de um rotor, fazendo-o mover em alta velocidade.

A maioria das pessoas dirá que a máquina a vapor foi inventada por James Watt. Mas, isto parece estar longe de corresponder à realidade. Como no caso de todas as outras grandes invenções e descobertas, o advento da máquina a vapor aconteceu depois de séculos de contribuições e trabalhos de numerosos cientistas, engenheiros e até escritores. Ela surgiu de uma compilação do trabalho e de teorias que levaram séculos para ser desenvolvidas.

Charles Parsons trabalhou como engenheiro no projeto de dinamos e turbinas para geração de eletricidade, com grande influência nos campos naval e de engenharia elétrica. Também desenvolveu equipamentos ópticos, como holofote e telescópio.



Primeira turbina a vapor composta, construída por Parsons em 1887.

- A influência da Revolução Industrial na América e a máquina a vapor possibilitando o desenvolvimento da região de Campos do Goytacazes

Em 1835 Campos dos Goytacazes estava deixando de ser vila e se tornando cidade, eram pouco mais de sete mil habitantes na região. A cidade era sustentada pela produção de açúcar, existiam 400 engenhos na região, o que fazia de Campos a principal cidade do norte fluminense. Nesta época, a cidade enfrentava um grande problema, a dificuldade de navegação dos barcos a vela que transitavam no Rio Paraíba do Sul (principal rio da cidade). A geografia local não favorecia a navegação deste tipo de embarcação. E com isso o comércio ficava prejudicado com a dificuldade de navegação dos barcos à vela. Consequentemente, os campistas clamavam pela construção de barcos à vapor na região. Este fato está registrado em uma reportagem do jornal Monitor Campista (o segundo jornal mais antigo do Brasil e principal jornal da época na região).

Apesar de saber que os barcos à vapor poderiam fazer a cidade se desenvolver ainda mais. Os campistas tiveram que esperar alguns anos para ver barcos navegando no Rio Paraíba do Sul. O precursor da implementação de barcos à vapor no Rio Paraíba foi Alexandre Davidson.

Finalmente em 1852 Davidson construiu o barco à vapor “Goytacazes”. O barco fez sua primeira viagem até São João da Barra. Os escravos não estavam muito acostumados com este tipo de embarcação e muitos ao nadar no rio morreram nas manivelas da máquina a vapor dos barcos. Depois de 1852, muitos outros vapores passaram pelo Rio Paraíba: “A rainha do Paraíba”, “Fluminense”, “Hermes” entre outros. E com estes navios também muitos acidentes aconteceram matando mais de 500 pessoas. O Rio Paraíba tinha se transformado em uma verdadeira Rodovia Fluvial.

Bibliografias:

- OLIVEIRA, V. L. Recortes da história regional do Norte Fluminense: uma abordagem da história da tecnologia aliada à cultura em aulas de física. Dissertação de Mestrado. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do RJ. 2012.

- BRAGA M., GUERRA A., Rs J. C. Breve História da Ciência Moderna. Editora Zahar, Rio de Janeiro, vol. 3, 1ª edição, 2005.



Imagem da vila de Campos

Você sabia?

Davidson fabricava máquinas a vapor (o que era raro para a época) em sua oficina, desde os moldes até o último parafuso na região de Campos dos Goytacazes.

Após algumas viagens o barco a vapor “Goytacazes” que ainda estava em teste explodiu e feriu algumas pessoas que estavam a bordo. Davidson ainda tentou com que ele não afundasse, mas foi em vão. Infelizmente com esta tragédia Davidson vendeu tudo que possuía na região e desiludido foi embora da cidade.

Em 1869 Campos celebrava o contrato para a construção da ponte de ferro sobre o Rio Paraíba (a primeira ponte construída sobre este rio).

APÊNDICE C – ESTÓRIA EM QUADRINHOS ELABORADA PELO LICENCIANDO F





CONTEM LOGO.. ESTOU CURIOSO. NÃO ENROLEM.

OK, VAMOS LÁ!

O TREM EM QUE ESTAMOS É MOVIDO POR UMA LOCOMOTIVA A VAPOR. MOVIDO POR UMA MÁQUINA A VAPOR. MAS, ATÉ QUE PUDÉSSEMOS TER UM TREM, A MÁQUINA PASSOU POR UMA GRANDE EVOLUÇÃO.

É VERDADE. COMEÇOU COM HERON DE ALEXANDRIA, NO EGITO, QUE CONSTRUIU UMA MÁQUINA A VAPOR BEM SIMPLES, POIS NAQUELA ÉPOCA NÃO HAVIA UMA UTILIDADE COMERCIAL, ERA APENAS PARA DIVERTIR AS PESSOAS.

A NECESSIDADE DE SE TER CARVÃO E FERRO ERAM MUITAS, POIS A ECONOMIA INGLESA DEPENDIA DESSES MINÉRIOS. POR CAUSA DISSO THOMAS NEWCOMEN INSTALA UM MOTOR A VAPOR PARA ESCOAR A ÁGUA EM UMA MINA DE CARVÃO.

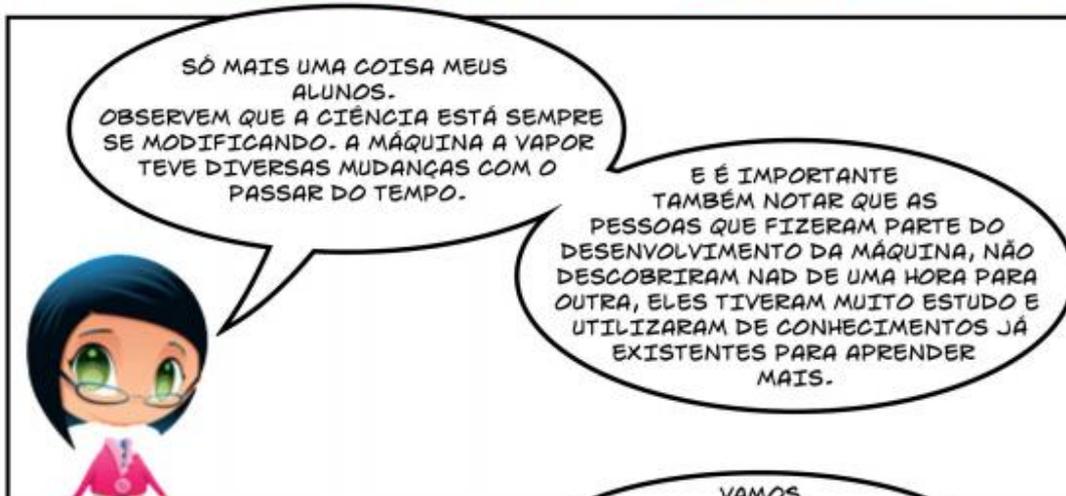


MAS, O QUE ACONTECEU DEPOIS. ALGUÉM MELHOROU A MÁQUINA DE NEWCOMEN?

FOI ISSO MESMO QUE ACONTECEU. A MÁQUINA DE NEWCOMEN DESPERDIÇAVA COMBUSTÍVEL POR CAUSA DO MODO COMO FUNCIONAVA. ENTÃO, JAMES WATT PROJETO UMA CÂMARA CONDENSADORA SEPARADA DA MÁQUINA, PARA MELHORAR O CONSUMO DE COMBUSTÍVEL. ISSO DEPOIS DE MAIS DE 60 ANOS DA MÁQUINA DE NEWCOMEN.

A MÁQUINA A VAPOR, QUE É O MEIO COMO NOSSO TREM É MOVIDO, TEVE UMA GRANDE IMPORTÂNCIA NA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL. AS INDÚSTRIAS, OS TRENS, BARCOS, TODOS TINHAM MÁQUINAS A VAPOR EM SEU FUNCIONAMENTO. E HOJE EM DIA, PODEMOS APROVEITAR DESSAS GRANDES INVENÇÕES FEITAS A TANTO TEMPO ATRÁS.





APÊNDICE D – ESTUDO DE CASO DOS LICENCIANDOS

Estudo de caso do aluno R sobre a história da Cosmologia

O Universo e suas variações

A busca do conhecimento dos astros e das forças que os envolve vem desde Aristóteles com pensamentos mais filosóficos sobre o comportamento dos astros que ele observava, com uma ideia de que a Terra ocupava o centro do universo, e que todos os astros que eram vistos estavam em órbita da Terra. Essa ideia de que a Terra era o centro do universo durou por muitos séculos com alguns outros nomes defendendo, e aprimorando ela, como Ptolomeu, que respondeu a alguns questionamentos feitos as ideias aristotélicas mostrando uma nova visão de universo. Esse desenvolvimento do conhecimento do universo veio sendo alterado por séculos e gerando muitos conflitos, como o de Galileu, que afirmou que o Sol era o centro do universo, e quase foi condenado pela inquisição, por ter feito essa afirmação. Porém, mesmo tendo sido obrigado a negar essa ideia, continuou com suas teorias, que ajudaram nas pesquisas de Newton e dos demais físicos e matemáticos que seguiram depois dele. O universo possui tantos mistérios que até hoje novas teorias são feitas sobre o surgimento do universo, como o Big Bang e a ideia do Universo Estático, e junto com novas teorias mais questionamentos surgiram.

Será que a sociedade e religião influenciam e são influenciadas pela ciência?

Estudo de caso dos alunos E e T sobre a história da cosmologia.

Bolsistas: Licenciando E e T

A história da cosmologia

No século XX, a ciência evoluiu com uma velocidade maior do que nos séculos anteriores, por motivos econômicos e bélicos, neste século ocorrem duas guerras mundiais, guerra fria e o surgimento de grandes corporações tecnológicas impulsionadas pelo acúmulo de dinheiro.

Neste período, a cosmologia já havia explicado o movimento planetário e o funcionamento do nosso sistema solar, no entanto faltava uma teoria para o surgimento do universo, pois até meados do século XX desconhecíamos a existência de outras galáxias.

No ano de 1923, o astrônomo americano Edwin Hubble ao observar um grupo de estrelas, constatou a partir de cálculos que tais estrelas estavam longe de nossa galáxia e que estas estrelas constituíam outra galáxia, com o tempo foi descoberto que o mesmo ocorria com outros aglomerados de estrelas, após esta descoberta, duas teorias surgem para explicar o surgimento do universo, no ano de 1948 três cientistas da universidade de Cambridge, Hermann Bondi, Fred Hoyle e Thomas Gold propuseram a teoria do estado estacionário, no qual o universo estava se expandindo como já provará Hubble em 1929, no entanto, os três cientistas afirmavam que tal expansão não alterava sua forma, e que o universo apresentaria sempre o mesmo aspecto em larga escala para um observador em qualquer posição no espaço e no tempo, os componentes do universo (estrelas, planetas e outros corpos celestes) envelheceram e novos átomos serão criados para substituí-los.

Em contrapartida, em 1927 surge a teoria do Big Bang, que tem início com o padre belga George Lemaitre em a "hipótese do átomo primordial" que formula a ideia que toda matéria do

universo estava concentrada em um único ponto, sendo este ponto o “átomo primordial”, sendo assim, o universo teve um início e evoluiu com o tempo, algo que a teoria do estado estacionário negava. Em 1946 o físico russo George Gamow formula a teoria do Big Bang, desenvolvendo a ideia inicial de Lemaitre.

Com o tempo, Teoria do Big Bang foi considerada mais adequada que a Teoria do estado estacionário, pois a Teoria do estado estacionário foi derrubada por observações astronômicas, atualmente a Teoria do Big Bang continua sendo aceita e ainda é aprimorada por cientistas de todo mundo.

Você acha que é possível haver duas teorias concorrentes na ciência?

Você acha que a Religião influencia no desenvolvimento da ciência?

Estudo de caso sobre a história da Cosmologia do Licenciando C

Nome: _____

Turma: _____ Escola: _____

A história da cosmologia

As origens históricas da Cosmologia estão diretamente ligadas aos conceitos míticos que povoaram as religiões dos povos antigos. Como o Universo era desconhecido, cada civilização adequava sua percepção cosmológica ao que percebia: o Sol, a Lua, alguns planetas e algumas estrelas. Essa associação tinha raízes no desejo de organizar o cosmos e, de alguma forma, explicar a origem do lugar onde o Homem vivia. Ptolomeu e Nicolau Copérnico foram pioneiros da Cosmologia, elaborando as primeiras teorias deste campo. O primeiro acreditava que as esferas que se avistam no céu tinham seus movimentos submetidos às leis naturais, defendia que a Terra era esférica, não plana, como afirmavam as antigas civilizações, e postulava a harmonia dos mundos. Já Copérnico oferecia à Humanidade um sistema no qual os planetas desenvolviam órbitas circulares em volta do Sol. Esta visão foi transformada por Johannes Kepler, que substituía esta circularidade por trajetórias elípticas. Neste período, muitos preservavam a crença na teoria geocêntrica, defendida pelos aristotélicos, segundo a qual nosso Planeta era considerado o centro do Universo. Antes deste ponto de vista científico sobre o Universo, na antiguidade, a observação dos astros e a interação religiosa mantiveram uma ligação praticamente única. Os povos primitivos já utilizavam símbolos representando os corpos celestes nas manifestações de artes. No antigo Egito e outras civilizações acreditava-se que a Terra fosse plana, e os astros lâmpadas fixas numa abóbada, em muitas civilizações existiam crenças onde se acreditava que o Sol nascia a cada amanhecer e que morria sempre que a noite caía, o que deu origem a várias religiões na Antiguidade. Os gregos, sobre tudo os seguidores de Pitágoras, acreditavam que os corpos celestes tinham seus movimentos regidos rigorosamente pelas leis naturais, na esfericidade da Terra e na harmonia dos mundos; já os seguidores de Aristóteles consideravam a teoria geocêntrica, onde a Terra era o centro do universo. Para Ptolomeu a teoria geocêntrica era válida, mas também considerava que os planetas descreviam orbitas circulares em torno de um centro C, que por sua vez, descreviam orbitas circulares em torno da Terra, estes movimentos eram chamados de epiciclos. Estudando o sistema proposto por Ptolomeu, Nicolau Copérnico concorda com os epiciclos, mas percebe que as respostas a seus estudos se adéquam ao colocar o Sol no centro do Universo e com isso ele introduz a ideia de uma sistema Heliocêntrico, onde vem confirmar com Johannes Kepler e Galileu Galilei. Além de descobrir evidencias de que o Sistema era realmente Heliocêntrico, Kepler também contribuiu ao descobrir que as orbitas não eram circulares e sim elípticas. Com o progresso da ciência, vários estudiosos contribuíram para a construção do conhecimento que se detém atualmente. Newton buscou entender as leis que regem o Universo. Depois de Newton muitos outros buscavam também estudar esta questão. Sobre a

cosmologia moderna destacamos duas teorias que tratam da origem do Universo. A do Big Bang e a Teoria do Universo Estacionário.

Como será que surgiu a lei da gravitação Universal? Ela surgiu de forma coletiva ou só através das ideias de um cientista?

A ciência sofre influência da sociedade e religião?

Podem haver na ciência leis diferentes para explicar um mesmo evento?

APÊNDICE E - APOSTILA ELABORADA PARA A AULA SOBRE TEORIA DO BIG BANG E UNIVERSO ESTACIONÁRIO LICENCIANDOS E E T.

Cosmologia

De Aristóteles a Einstein: uma jornada científica e filosófica.

Desde antes da invenção da escrita o homem já se questionava sobre o seu lugar no universo, e nesta busca em um período em que a humanidade sai do último período glacial, que ocorreu há aproximadamente 10.000 anos atrás, o homem não dispunha de recursos tecnológicos, filosóficos e científicos para guiá-lo no processo de obtenção desta resposta. Neste período, ocorreu o surgimento de tribos cuja tradição oral começa a especular sobre o universo, surgindo assim os relatos mitológicos que abordam o universo e nosso lugar nele, nestes relatos, não há apresentação de nenhuma evidência, e a narrativa apresenta erros, de modo que esta descrição se encaixa perfeitamente como mitologia, enquanto falha como ciência.

No século 3 A.C o filósofo grego Platão afirma que o Universo deve ser estudado como uma ciência matemática, e posteriormente seu discípulo Aristóteles começa a formular explicações para os fenômenos observados no espaço, no entanto as formulações aristotélicas seguiam como base um racionalismo falho, extraindo da razão todo o modelo e utilizando a experimentação apenas quando convém, nota-se que o modelo de Aristóteles tem mais interesse em achar uma ordem no universo, do que constatar como o mesmo realmente funciona.

Na Idade Média, com a predominância da religião cristã sobre as demais, os pensadores gregos são revisados e adaptados segundo a crença cristã, o filósofo São Tomás De Aquino realiza uma adaptação da filosofia aristotélica para o pensamento cristão, tornando as ideias do filósofo aceitas pela Igreja Católica, tais ideias vigoraram sem críticas até...

A Idade Moderna, aonde homens como Francis Bacon e Galileu começaram a questionar as ideias de Aristóteles. Bacon acreditava que o conhecimento deveria vir dos sentidos e sistematizou aquilo que podemos chamar de método científico, seu método não descartava a razão, mas colocava a necessidade de experiências controladas para a comprovação das ideias pensadas, ao mesmo tempo em que Galileu realizou experimentos, derrubando a física aceita na época. Galileu era extremamente curioso e chegou até a aperfeiçoar uma luneta que utilizou, e o que ele observou, fez chegar à conclusão que o modelo planetário aceito estava completamente errado, sendo o Sol, e não a Terra a estar no centro do sistema tais mudanças abalou a física seriamente e abriram espaço para...

Isaac Newton demonstrar que as leis de Kepler estão corretas, e criar suas próprias leis unindo céus e terra sobre as leis da natureza, explicando o movimento planetário e concedendo a resposta do motivo do Sol estar no centro do nosso sistema planetário, Newton utilizou a razão e as observações



Os antigos gregos acreditavam que o Titã Atlas sustentava o Céu.



Modelo Geocêntrico de Aristóteles



Newton formula leis que colocam o céu e a terra em igualdade perante a Ciência

de cientistas de sua época para elaborar suas leis, A cosmologia deixa de ser um campo puramente filosófico e torna-se um campo experimental, no entanto seu modelo cosmológico era instável e permaneceu sem alterações até...

Einstein com sua teoria da relatividade, demonstrando que o modelo de Newton era

instável e que não respondia certas questões, Einstein cria o conceito de espaço-tempo, e explica a gravidade como resultado da deformação desta, ele achava que o universo fosse eterno e imutável, no entanto sua teoria da relatividade demonstrava exatamente o oposto, até que o astrônomo Edwin Hubble observou que as galáxias que ele havia descoberto recentemente estavam a se afastar uma das outras.

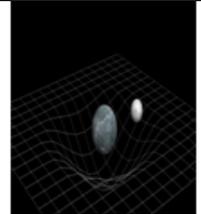
O modelo que vinha de Newton e que até o próprio Einstein desejava manter já não correspondia às evidências observadas, este modelo conhecido como Universo Estático cai em desuso e duas novas teorias surgiram com explicações para o Universo.

O Big Bang e o Estado Estacionário

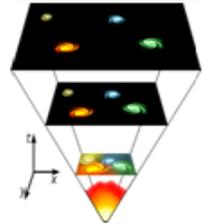
A Teoria do Big Bang, formulada em 1948 pelo físico russo George Gamow, já tinha sido discutida em um modelo mais simples pelo padre belga Georges Lemaitre em 1927, o modelo de Lemaitre continha varias imperfeições, que acarretaram uma má compreensão e trouxeram problemas na compreensão posterior da teoria do big bang, podemos narrar a teoria do big bang com um início extremamente denso e quente, aonde o universo surge de uma expansão resultada da compressão de energia que ocorria, podemos imaginar com mais facilidade: Pense em uma panela de pressão que não está a expelir gás, em algum momento a pressão interna alcançara o nível crítico, e a panela irá se expandir em uma explosão violenta, algo similar a isto foi o que ocorreu no início do universo segundo a teoria do Big Bang, sendo esta expansão violenta a criadora do nosso universo e a panela tudo que existia até o momento.

Esta ideia pode até parecer errada e confusa, mas possui sólida base matemática e evidencias que não podem ser negadas, já que as galáxias estão a se afastar uma das outras elas em algum momento do passado deveriam estar próximas, e este momento de proximidade absoluta seria o próprio Big Bang.

Após esta expansão em altíssima velocidade a temperatura e a densidade do universo diminuem e a matéria começa a se espalhar pelo espaço que estava sendo criados, após a explosão os átomos mais elementares da natureza (Hélio e Hidrogênio) começam a ser formado, este processo conhecido



A deformação do espaço-tempo de Einstein pode ser facilmente compreendida quando comparada a deformação que ocorre numa cama elástica ao colocar um objeto de grande massa



Modelo do Big Bang, podemos observar a expansão e o início denso e quente.



Edwin Hubble ao observar grupos isolados de estrelas, chegou à conclusão de que as mesmas seriam galáxias.

como nucleossíntese, resfriou o universo e abriu caminho para a formação de estrelas e posteriormente galáxias e planetas que ao longo de bilhões de anos suportariam a vida, o melhor exemplo disso é o nosso planeta.

Do outro lado surge a Teoria do Universo Estacionário em 1948, que foi uma teoria que surge para dar resposta a certos problemas iniciais que a Teoria do Big Bang teve por falta de instrumentos adequados para realizar as medições, esta teoria apresentou um racionalismo soberbo, existindo apenas na mente dos cientistas Hermann Bondi, Thomas Gold e Fred Hoyle sem grandes conexões ou evidências que poderiam ser observadas, esta teoria pode ser resumida em um modelo de universo que apesar de se expandir, não muda em larga escala, esta ideia pode parecer confusa, mas podemos compreendê-la melhor ao observamos um rio, cuja água esta a fluir constantemente, mas o formato do rio em larga escala permanece inalterado, hoje sabemos que o Universo não é uniforme, que estrelas esgotam seu combustível e que deixam de existir, e que a expansão molda o formato do Universo.

Em oposição ao big bang, e por causa do problema na medição da idade do universo, surge à ideia da criação contínua da matéria que estabelece uma idade média aos componentes do universo, sendo esta ideia impossível de se verificar e até mesmo errada, pois observações demonstraram que há partes do universo com estrelas velhas, o que não deveria ocorrer caso a criação contínua de matéria estivesse correta, é preciso compreender que a teoria do estado estacionário diz que o universo não foi criado, mas que sempre existiu, em oposição ao Big Bang que estabelece uma data de início para o universo.

E fica uma pergunta... O que houve antes do Big Bang? A resposta é simples! Não se pode qualificar o que existiu antes do Big Bang, pois não pode haver nada fora do espaço-tempo no qual o big bang ocorreu, é como discutir sobre alguém que ainda não nasceu ou tentar caminhar em um abismo, aonde a ausência de terreno nos impossibilita de caminhar.

O embate entre essas duas teorias não durou muito tempo, logo as observações deram a teoria do big bang o status de modelo padrão da cosmologia, apesar de este modelo ser apenas uma teoria, ele é o mais aceito na atualidade.



Já houve muitas ideias equivocadas sobre o Universo, hoje temos evidências que ele se expande.

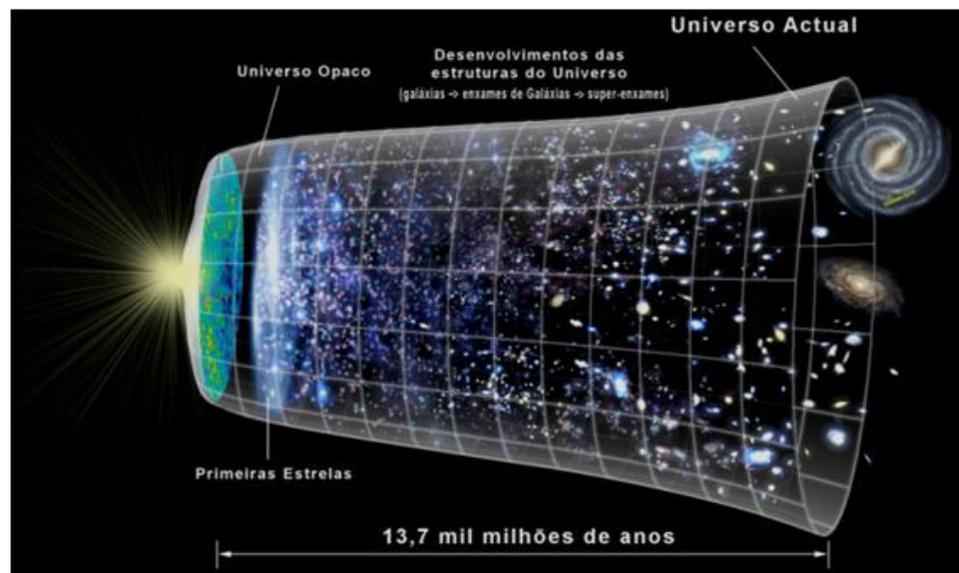


O nome Big Bang surgiu pela primeira vez graças ao físico Fred Hoyle, que usou o termo para de forma a zombar da teoria, nos dando a falsa ideia de que



O físico Alan Guth propõe a inflação cósmica, dando resposta a três problemas do Big Bang nos dias atuais.

O Big Bang Na Linha do Tempo



Bibliografia

Hawking, Stephen. *A Brief History of Time*. Bantam Books, 1988.

BRENNAN, Richard P., *Gigantes da Física*. Tradução: Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1998.

BAGDONAS, Alexandre. *Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia*. Dissertação de mestrado, USP 2011.

Apostila elaborada pelo licenciando C referente à história da cosmologia.

PIBID – FÍSICA - UENF / HISTÓRIA E DIVULGAÇÃO DA CIÊNCIA

Componentes: Caroline, Eraldo, Fabíola e Rodrigo.

Orientadoras: Marília Paixão Linhares e Vanessa Leandro Oliveira Alves.

A CAMINHO DO COSMOS GEOCÊNTRICO

A influência dos mesopotâmicos e egípcios no conhecimento astronômico da Grécia Antiga foi notável. As **constelações**, por exemplo, vieram de lá. O primeiro a sistematizar essa organização das chamadas “estrelas fixas” em agrupamentos reconhecíveis foi Eudóxio de Cnido (408 a.C.-347 a.C.). Embora a primeira referência conhecida deles remeta ao trabalho desse grego, fica claro que o conhecimento não era originário dele, mas sim de estudiosos da Mesopotâmia – que, no final das contas, não foram os únicos a ter essa ideia. Assim como eles, todos os povos de uma forma ou de outra, cada um a seu próprio tempo, agruparam as estrelas e a elas associaram objetos, deuses, mitos, seres etc., inclusive os índios brasileiros.

Essa, no entanto, era apenas mais uma ação de categorização, sem qualquer pretensão de fornecer explicações de como o mundo estava organizado. O modo de pensar mesopotâmico não permitia avançar muito mais, mas a Grécia, com seus grandes filósofos e uma liberdade maior de pensamento e religião, proporcionaria uma reflexão mais sofisticada dos fenômenos celestes. A começar pela definição da forma da Terra.

Ao contrário do que se costuma pensar, desde muito cedo os pensadores desconfiaram de que o mundo não fosse plano, achatado. Numa civilização de navegantes, como a grega, não era rara a oportunidade de observar um navio se afastando no horizonte. Essa simples observação já indicava que a Terra, a grandes distâncias, possuía uma curvatura – conforme a embarcação se afastava, primeiro a parte inferior do navio desaparecia do horizonte, e a última coisa a sumir era o mastro, no topo, como se a embarcação estivesse “descendo”; na verdade,

acompanhava a curvatura terrestre.

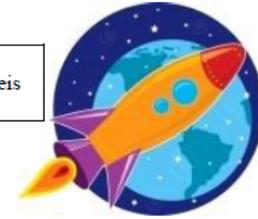
O primeiro a formalizar esse pensamento foi Anaximandro, no século 6 a.C. Partindo dessa observação elementar, ele concluiu que a Terra na verdade era... um cilindro! Somente mais tarde, com a popularização da noção grega clássica de que a esfera é a forma geométrica mais perfeita (em grande parte proporcionada pela atribuição de Pitágoras ao valor da matemática como significado real do mundo), a Terra seria considerada uma esfera – pensamento que predominou desde então, ao menos entre os mais estudados.

Foi com Eudóxio que esse tratamento “esférico” acabou estendido a todo o cosmos. Ele organizou o Universo com a Terra no centro, esférica e imóvel, envolta por diversas outras esferas que explicavam o movimento das estrelas fixas, já mencionado, e dos sete “planetas” (na concepção geocêntrica do mundo, esse termo incluía também o Sol e a Lua), que se posicionavam, a cada dia, ligeiramente diferentes em relação às estrelas e algumas vezes pareciam fazer ziguezagues difíceis de explicar.

Uma esfera, é claro, não bastava para esclarecer todos os movimentos planetários, de modo que Eudóxio teve que atribuir quatro esferas para o Sol, quatro para a Lua, e três para os demais planetas conhecidos (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno), mais uma para as estrelas fixas – a última camada do cosmos, visto então como finito. No total, 27 esferas participavam do esquema.

Mas esse modelo jamais foi capaz de explicar satisfatoriamente todas as observações astronômicas. Conclusão natural, portanto, que ele tenha sido gradativamente “aperfeiçoado”, com a inclusão de novas esferas, ainda que

Constelações: Aparentes agrupamentos reconhecíveis de “estrelas fixas”.



Um ziguezague planetário – trajetória de Marte entre maio de 1956 e janeiro de 1957.

mantido sobre suas premissas iniciais. Nesse sentido, destacou-se o trabalho de Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), filósofo grego que começou como discípulo de Platão, mas logo passou a rivalizar com o antigo mestre.

Platão (427 a.C.-347 a.C.) acreditava que todas as observações à nossa volta eram meras sombras, e que a Verdade, com “vê” maiúsculo, escondia-se num outro plano, o chamado “mundo das ideias”. Essa realidade, para ele, era acessível apenas pela razão.

Aristóteles, em contrapartida, acreditava que as observações, combinadas à razão, produziriam uma visão satisfatória da realidade física. Assim interpretado, seu pensamento iniciou o binômio hipótese-observação que serviria de alicerce para a ciência moderna.

No entanto, ao ser o iniciador de tal movimento, Aristóteles ainda faria muitas suposições equivocadas sobre a natureza do mundo.

O MODELO ARISTOTÉLICO

Ao construir sua própria visão do cosmos, Aristóteles adotou o modelo de Eudóxio, que pode ser, grosso modo, descrito como uma “cebola”, com diversas camadas concêntricas. Mas Aristóteles fez seus próprios aperfeiçoamentos ao modelo, tentando ampliar seu poder preditivo – o que acarretou o aumento do número total de esferas para 56. Havia até esferas sem nenhum astro nelas, chamadas de *anastros*. E a interpretação aristotélica também tornava a ideia da “cebola” mais literal; agora as esferas que comandavam o movimento dos astros não eram apenas um artifício matemático, mas algo real, palpável, que ele chamou de *orbes*.

Mas o mais interessante de todo o trabalho de Aristóteles é o fato de que ele não se contentou em criar um modelo capaz de explicar as observações. E ousou formular hipóteses sobre o porquê de as coisas serem como são. Não seria exagero dizer que, ao tentar explicar o Universo inteiro, o grego deu um pontapé inicial em diversas ciências, como a química, a física e, claro, a cosmologia.

Para Aristóteles, todas as coisas existentes no mundo são compostas por quatro elementos: água, terra, fogo e ar. Cada um desses elementos possuía o que ele chamou de “lugar natural”. Assim, terra e água tinham seu lugar natural no centro da Terra – se deixados a seu próprio comando, é para lá que eles rumariam. Já fogo e ar teriam a tendência oposta. Por isso, diz o filósofo grego: “a chama de uma vela parece ir para cima, assim como a fumaça que ela produz, ao passo que a água jorra de uma cachoeira sempre de cima para baixo”.

Em meio a essas explicações – que de fato pareciam servir para esclarecer diversos fenômenos, embora hoje estejam totalmente ultrapassadas –, Aristóteles também estabeleceu uma diferença crucial entre o mundo celeste e o terreno. Para ele, os quatro elementos eram parte apenas da esfera sublunar (abaixo da Lua), uma região “imperfeita”, onde havia mudança, transformação. Acima da Lua, na esfera supralunar, os *orbes* e os astros eram compostos pelo famoso “quinto elemento”, ou quintessência, também chamado de “éter”. Lá, reinavam a organização perfeita e a imutabilidade. Para Aristóteles, o mundo celeste era o que sempre foi e o que sempre será, eterno e livre de transformações.

Mesmo com suas 56 esferas, o modelo aristotélico tinha problemas para ser conciliado à observação. Resultado: adicionaram-se mais complicações.

O auge dessa técnica de “correção” ocorreu com o trabalho de Cláudio Ptolomeu (90-168), o grego de Alexandria que, durante o apogeu do Império Romano, produziu a principal obra astronômica da Antiguidade – a “Composição Matemática”, que acabou ficando mais famosa pelo seu nome árabe: *Almagesto*.

Além de incluir o catálogo de estrelas “fixas” mais completo do mundo antigo, com 1.022 itens, o livro também apresentava registros de observações abundantes e um sofisticado modelo matemático do cosmos.



Platão e Aristóteles

Aristóteles, filósofo grego, nasceu em 384 a.C. em Estagira, Macedônia, e morreu em Calcis, em 322 a.C. Desenvolveu quase todos os ramos de conhecimentos existentes para seu tempo, criou os fundamentos da lógica, da crítica literária e da meteorologia. Sistematizou a astronomia, adotando e desenvolvendo a teoria das esferas concêntricas de Eudóxio.



Cláudio Ptolomeu foi um astrônomo, geógrafo e matemático alexandrino que viveu entre 90 e 168. Sua principal obra é o grande sistema astronômico, em grego, que ficou conhecido como *Almagesto* na versão árabe.

Na versão ptolomaica do mundo, os planetas giravam não somente em torno da Terra, segundo trajetórias circulares, mas também em circuitos circulares que “circulavam” ao longo de suas órbitas, os chamados epiciclos.

Complicado? Basta pensar numa roda-gigante. Enquanto ela gira, as gôndolas penduradas nela precisam também girar, para que as pessoas dentro não fiquem de cabeça para baixo. Esse conjunto de círculos associados a círculos (chamados de epiciclos e deferentes) era razoavelmente eficiente para “salvar as aparências”, ou seja, explicar e prever os movimentos celestes, de forma que passou quase quinze séculos sem ser questionado seriamente.

Mas isso não duraria para sempre.

INTERRUPÇÃO CIENTÍFICA

Com o fim do Império Romano e sua pilhagem por pequenos reinos bárbaros, o Ocidente perdeu sua tradição científica. Os interesses passaram a se voltar para o cristianismo, que ascendia como religião dominante na região e induzia a um retrocesso no modo leigo de pensar o mundo. Até mesmo a **rotundidade da Terra** passou a ser questionada, e os pensadores cristãos repudiavam a busca do conhecimento – astronômico ou não.

Escreveu Santo Agostinho (354-430), um dos primeiros grandes representantes do pensamento religioso da Idade Média (muito embora ele a preceda em cerca de meio século), em suas “Confissões”:

Outra forma de complexidade ainda mais perigosa (que a da carne [...]) é a vã curiosidade que se esconde sob o nome de conhecimento e ciência. [...] Foi esta doença da curiosidade [...] que nos induziu a perscrutar os misteriosos segredos da natureza exterior a nós, segredos que não adianta conhecer e onde os homens não buscam nada além desse próprio conhecimento. [...] Não me interessa conhecer o curso dos astros. (apud SIMAAN e FONTAINE, 2003, p.p.70-79).

Sob essa argumentação, invalidava-se todo o esforço feito até Ptolomeu para dar explicação aos fenômenos celestes. Com esse combate sistemático às indagações conduzidas até então pela Grécia clássica, muito do que se sabia no mundo ocidental sobre os antigos pensadores seria perdido. Por sorte, no Oriente, um grande império se formava: inspirados pela religião islâmica, os árabes conquistariam vastos territórios, da Ásia ao norte da África e até à Península Ibérica (Espanha).

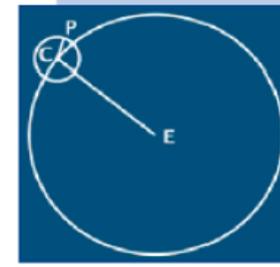
No Império Árabe, a liberdade de pensamento era maior e a astronomia seguiu evoluindo. Observações mais precisas foram realizadas e instrumentos aperfeiçoados. Entretanto, ninguém ousou questionar o modelo geocêntrico de Ptolomeu, com a Terra imóvel no centro do Universo.

A partir dos séculos 11 e 12, com as Cruzadas, incursões militares cristãs para ocupar Jerusalém e outras partes da Palestina, e a Reconquista, processo da retomada da Espanha pelos europeus, o conhecimento armazenado no mundo árabe voltou a ter contato com o Ocidente.

A Igreja reduz seu combate ao saber científico e recupera grandes nomes, como Aristóteles, que são reincorporados ao modo de pensar ocidental. O resgate se deve a personagens importantes na filosofia da Idade Média, como Santo Tomás de Aquino (1227-1274). Retoma-se com mais afinco o estudo dos céus, e não é por coincidência que esse período também propicia o desenvolvimento das chamadas “Grandes Navegações”.

O céu, o único ponto de referência

Numa travessia transoceânica, o único ponto de referência possível é o céu, por meio das estrelas, e todas as embarcações necessariamente tinham um astrônomo a bordo. Embora não houvesse meio preciso, na época, de determinar a longitude (ou seja, a posição horizontal em um mapa), os astros serviam como excelente referência para a indicação da latitude (a posição vertical), resolvendo metade do serviço em termos de determinação da posição.



Movimento em Epiciclos



Rotundidade da Terra: é o grau de esfericidade do planeta. Ela é quase esférica, mas não perfeitamente.



Modelo simplificado do Cosmos de Ptolomeu, sem a representação dos epiciclos e deferentes.

Os conhecimentos astronômicos, aliás, foram essenciais não só para a expansão europeia sobre o globo, mas para todos os povos que praticaram a navegação com alguma competência. Os chineses, por exemplo, que conceberam frotas avançadíssimas de navios, antes dos europeus, tinham astronomia similarmente desenvolvida. Mas para o Ocidente, esse interesse só se reacendeu no fim da Idade Média.

ENTRA EM CENA O HELIOCENTRISMO

É nesse contexto que surge a figura de Nicolau Copérnico (1473-1543), o polonês que não só ousou colocar o Sol no centro do sistema planetário, como também mostrou capacidade intelectual suficiente para que sua proposta prevalecesse.

Embora sempre tenha sido um apaixonado pela astronomia, Copérnico se viu às voltas com uma carreira monástica. A despeito do repúdio da Igreja pelo pensamento crítico (por vezes perto demais de ideias “heréticas” para ser tolerado), era inegável que as melhores oportunidades de ensino estavam entre os padres, e o polonês tomou vantagem dessa posição para desenvolver suas ideias. Ainda assim, temeroso do que poderia desencadear, foi relutante até o final. Diz-se que sua grande obra, *De revolutionibus orbium coelestium* [Sobre as revoluções dos orbes (corpos) celestes], só foi publicada quando Copérnico estava em seu leito de morte, e com uma introdução que não foi escrita pelo autor, ressaltando que as hipóteses ali apresentadas não deveriam ser levadas como uma descrição da realidade, mas, sim mero artifício matemático para corrigir problemas no modelo ptolomaico. Numa paráfrase do astrônomo Carl Sagan, ela dizia:

Prezado leitor, quando você ler esse livro, pode parecer que o autor está dizendo que a Terra não está no centro do Universo. Na verdade, ele não acredita nisso. Veja, este livro é para matemáticos. Se você quiser saber onde Júpiter estará dois anos depois da próxima quarta-feira, você pode ter uma resposta precisa tomando como hipótese que o Sol esteja no centro. Mas isso é meramente ficção matemática. Isso não desafia nossa fé sagrada. Por favor, não fique inquieto ao ler este livro. (CARL SAGAN, 2001, p.167).

Copérnico não foi o primeiro a desenvolver um sistema heliocêntrico, ou seja, com o Sol no centro. Na Grécia Antiga, Aristarco de Samos (310 a.C.-230 a.C.) propôs esquema idêntico, mas na época a ideia não foi bem recebida. Até o século de Copérnico, na verdade, havia grande oposição à ideia heliocêntrica. Em termos religiosos, porque era inconcebível que Deus não tivesse colocado a Terra no centro do Universo. Em termos práticos, porque o heliocentrismo exigia que a Terra realizasse dois movimentos, um de rotação e outro de translação ao redor do Sol. O primeiro, argumentavam Aristóteles e seu discípulo (Ptolomeu), era claramente falso. Afinal de contas, se a Terra estivesse mesmo girando, quem atirasse uma pedra verticalmente para cima não a veria cair no ponto de partida, e sim mais para trás, uma vez que o planeta teria avançado um pouco em sua rotação. Parece um argumento razoável, quando não se sabe como funciona a lei da inércia.

Outro argumento contra o heliocentrismo era o fato de que, se a Terra realmente se deslocasse numa órbita ao redor do Sol, as estrelas fixas deveriam aparecer em diferentes disposições no céu, dependendo de que lado de sua trajetória circular o planeta estivesse. A solução para esse dilema é simples, mas difícil de acreditar com a mentalidade da época: bastava imaginar que as estrelas ditas fixas estavam muito mais longe do que antes se supunha, de modo que a órbita da Terra fosse minúscula se comparada a essas distâncias.

Ciente dessa oposição ferrenha, ainda assim, Copérnico tinha razões para crer que seu modelo era mais razoável. Pois, se a rotação terrestre parecia um desafio, fazer girar a uma velocidade estonteante uma esfera de estrelas fixas muito maior que a Terra parecia ainda mais absurdo. E o modelo heliocêntrico ajuda a explicar os estranhos ziguezagues de alguns planetas no céu.



Nicolau Copérnico foi um astrônomo polonês nascido em Torun (hoje Thorn) às margens do Vístula, em 19 de fevereiro de 1473, e falecido em Frauenburg, em 24 de maio de 1543. Escreveu “Sobre a Revolução dos Orbes Celestes”.



Modelo simplificado do Cosmos de Copérnico.

Com sua obra, o polonês abriu uma porta que jamais voltaria a ser fechada. De fato, o seu modelo heliocêntrico parecia concordar mais com as observações do que o de Ptolomeu, e logo muitos cientistas se entusiasmaram pela novidade. Entre eles, dois dos mais importantes foram o alemão Johannes Kepler (1571-1630) e o italiano Galileu Galilei (1564-1642). Mas o geocentrismo ainda tentaria uma última cartada com o maior astrônomo de seu tempo, o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601).

Muito rico e um encenqueiro de primeira (conta-se que ele perdeu o nariz, substituído por uma prótese metálica, após um duelo disputado por uma discordância sobre uma equação matemática), o homem construiu na ilha Hven o mais suntuoso observatório da época, Uraniborg. Lá, durante muitos anos, ele fez as medições mais exatas jamais vistas.

Ele usou suas observações para criar um modelo que era alternativo ao de Aristóteles e Ptolomeu – mas também ao de Copérnico. Praticamente um meio-termo entre eles, o sistema colocava todos os planetas girando em torno do Sol, que por sua vez, com a Lua, girava em torno da Terra, que seguia sendo o centro do Universo. Em termos de previsões, o modelo híbrido não funcionava direito. Mas, num mundo em que há três modelos diferentes do cosmos e nenhum deles resolve o problema a contento, Tycho não parecia ficar muito atrás de seus predecessores.

Ainda assim, o dinamarquês tomou o passo decisivo que colocou a humanidade no caminho do heliocentrismo, ao contratar o jovem e promissor Kepler, em 1600, para trabalhar com ele no castelo de Benátky, para onde sua equipe havia se mudado dois anos antes.

Os dois batiam de frente. Kepler, novo e ambicioso, tinha seus próprios objetivos – provar com observações a correção do sistema copernicano; Tycho, mais experiente, mas, sem os lampejos de seu colega, não queria ver sua utilidade esgotada. Mais de uma vez o alemão ameaçou deixar Benátky, o que acabou encostando o veterano na parede. Tycho então resolveu dar uma tarefa relevante a seu ávido colaborador: determinar com precisão a órbita de Marte.

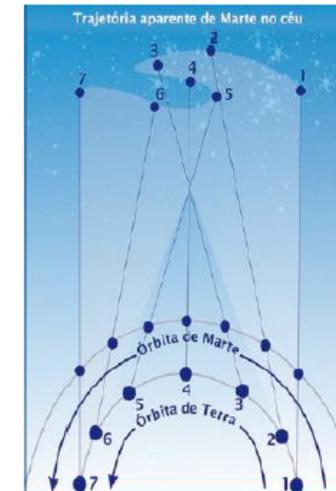
O dinamarquês sabia o quanto a missão era árdua. Por ser um dos planetas mais próximos da Terra, sua trajetória no céu era bastante conhecida – e não se encaixava em nada com as previsões feitas pelos modelos de Ptolomeu, Copérnico e Tycho. Resultado: a despeito de sua genialidade, Kepler levou oito anos para decifrar o enigma, que cobrou do astrônomo alemão o sacrifício da única coisa que unia os conceitos cosmológicos de então: a esfera.

Os precisos dados observacionais de Tycho revelaram a Kepler o verdadeiro formato da órbita marciana: uma **elipse**, com o Sol posicionado em um de seus focos!

Kepler descobriu que o sistema de Copérnico funcionava perfeitamente se fossem dele retirados os círculos – impregnados no pensar científico desde a adoração às esferas nos tempos gregos como a forma geométrica mais perfeita – e colocados no lugar elipses, com o Sol em um de seus dois focos. Na verdade, a natureza surpreendeu a todos, pois o Sol não está no centro das órbitas elípticas.

A descoberta da órbita elíptica só foi possível graças aos precisos dados observacionais realizados por Tycho Brahe, pois a diferença entre a órbita circular e a elíptica, para o caso de Marte, é muito pequena.

Certamente Kepler, no início, deve ter ficado tentado a atribuir os pontos da órbita que ficavam fora do círculo por conta de erros de observação, mas ele confiava na precisão das medições de Tycho Brahe, de modo que teve mesmo que se render à evidência dos fatos, ou seja, a órbita de Marte não era um círculo e sim uma elipse, com o Sol num dos focos.



A representação do Cosmos com o Sol no centro do Sistema Solar e a Terra como apenas mais um planeta girando em torno dele ajuda a explicar como alguns planetas (com órbitas além da terrestre) podem fazer movimentos aparentes em ziguezague no céu, conforme ambos avançam em suas órbitas.



Johannes Kepler, astrônomo alemão, nasceu em Wurttemberg a 27 de dezembro de 1571 e faleceu Ratispona a 15 de novembro de 1630. Publicou *Astronomia Nova* (1609). Foi de sua autoria o primeiro tratado de vulgarização dos logaritmos.

Para você ter uma ideia de como as órbitas dos planetas do Sistema Solar são tão próximas de círculos (apesar de em muitos livros didáticos as vemos erradamente como elipses superexcêntricas, ou seja, muito achatadas), veja na Figura 1.15 as órbitas dos oito planetas do Sistema Solar, com sua excentricidade correta.

E o alemão foi ainda mais longe. Em 1609, ele descobriu que os planetas não giram ao redor do Sol em velocidade constante, como antes se supunha, mas aceleravam e desaceleravam. E seu ritmo guardava uma relação com sua órbita. Segundo Kepler, a linha Sol-planeta varria áreas iguais na elipse em iguais intervalos de tempo.

Para ilustrarmos a segunda lei de Kepler, vamos usar a órbita de Plutão, que até recentemente era considerado planeta e foi em 2006 rebaixado à categoria de planeta anão. Como todos os objetos, planetas ou não, que orbitam o Sol obedecem às leis de Kepler, o exemplo continua sendo válido, mesmo após a reclassificação. E o melhor de tudo é que Plutão tem uma órbita muito mais excêntrica (achatada) do que a dos planetas, o que facilita a visualização.

O período de translação de Plutão tem quase 250 anos terrestres, ou seja, a Terra gira ao redor do Sol 250 vezes enquanto Plutão gira apenas uma vez. Vamos supor que entre os pontos 1 e 2 ele tenha gasto 50 anos, entre os pontos 3 e 4 ele também tenha gasto 50 anos. Então, pela segunda lei de Kepler, a área A é igual à área B. Isso somente é possível em virtude da variação da velocidade do planeta em seu movimento de translação. Quando perto do Sol ele se move mais rapidamente do que quando mais longe.

Finalmente, em 1619, o astrônomo alemão faria novo avanço, ao determinar que a razão entre o quadrado do tempo (T) que um planeta leva para completar uma órbita e o cubo da distância média (D) do planeta ao Sol é

uma constante, ou seja: $\frac{T^2}{D^3} = k$.

O valor de k depende das unidades usadas para o período (T) e a distância (D).

Embora possa não parecer muito impressionante, a terceira lei de Kepler foi uma das coisas que permitiram ao inglês Isaac Newton (1642-1727) o desenvolvimento da teoria da gravitação universal.

Essa lei de Kepler na verdade é uma solução aproximada bem eficiente das equações newtonianas, e é extremamente útil falar dela.

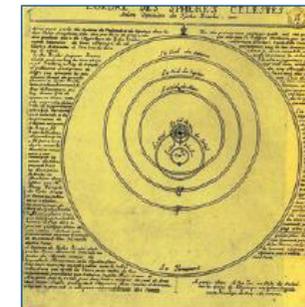
Com seu trabalho, Kepler finalmente concluiu a busca que começou no início dos tempos de explicar os movimentos vistos no céu. Mas caberia a um contemporâneo seu, Galileu, dar um novo rumo à astronomia. Embora não tenha inventado a luneta, como alguns dizem, o italiano foi um dos grandes responsáveis pelo aperfeiçoamento desse aparelho. Foi também o primeiro a realizar observações astronômicas sérias com ele. Um novo Universo, invisível a olho nu, se revelou.

Galileu descobriu, por exemplo, ao examinar o planeta Júpiter, que este era cercado por quatro pequenos satélites que giravam em torno dele – logo nem tudo orbitava a Terra como acreditavam Aristóteles e Ptolomeu.

Com o advento do telescópio, o Sistema Solar foi ampliado com a aquisição de mais dois planetas. Urano, encontrado por Sir William Herschel (1738-1822) da Inglaterra, em 1781; e Netuno, observado pela primeira vez pelo Observatório de Berlim em 1846. Plutão, achado pelo astrônomo americano Clyde William Tombaugh (1906-1997) em 1930, chegou a ser categorizado como planeta, mas foi “rebaixado” a planeta anão em 2006.



Tycho Brahe, astrônomo dinamarquês que viveu de 1546 a 1601. Sua primeira e mais importante observação foi a descoberta de uma estrela nova em novembro de 1572, na constelação de Cassiopeia, exposta no livro “Sobre a Estrela Nova”, de 1576. Foi quem primeiro corrigiu suas observações de refração e redigiu um catálogo de estrelas. As observações do movimento do planeta Marte efetuadas por Brahe permitiram o estabelecimento das três leis de Kepler, que reformularam toda a astronomia.



O modelo híbrido do Cosmos de Tycho Brahe com a Terra no centro do Universo e os planetas girando ao redor do Sol.

A GRANDE SÍNTESE

Embora desde Kepler os movimentos planetários tenham se tornado razoavelmente previsíveis, o principal paradigma do estudo do céu ainda não havia caído: o de que as regras que operavam lá, fossem quais fossem, não correspondiam às regras que operavam aqui no chão. De um ponto de vista filosófico, céu e Terra continuavam tão separados quanto estavam na época de Aristóteles, com sua misteriosa quintessência de um lado e os quatro elementos terrestres (fogo, ar, água e terra) de outro.

O responsável por derrubar esse ranço do pensamento aristotélico foi o britânico Isaac Newton, tecnicamente um sucessor intelectual de Kepler e Galileu, mas na prática muito mais audaz do que eles. Newton é hoje considerado por muitos como a mais poderosa mente que já surgiu na ciência, e não há como ignorar a atuação fundamental desse físico e matemático na reformulação das bases da astronomia.

Seu sucesso mais famoso, como mencionamos há pouco, é a criação da teoria da gravitação universal. E o que é mais especial a respeito dela, ao contrário do que se possa pensar, não é que ela fala de "gravitação", mas sobretudo o fato de ser universal.

Com ela, Newton estabelece uma lei da natureza que não faz distinção entre o mundo celeste e o mundo terreno. A mesma gravidade que faz a maçã cair também faz a Lua girar ao redor da Terra e a Terra girar ao redor do Sol.

É a visão de Newton que dá verdadeiro sentido aos sucessos de Kepler e Galileu; o alemão e o italiano já haviam feito grandes coisas para explicar o movimento dos astros e a ação da gravidade terrestre, mas nenhum dos dois conseguiu costurar tudo e enxergar mais longe, percebendo que o universo lá fora e o mundo aqui embaixo são ambos partes de um todo, que obedece às mesmas leis naturais. Modesto e gracioso com seus predecessores, Newton disse que só conseguiu ver isso porque estava "sobre os ombros de gigantes".

Com esse passo precioso, Newton estabeleceu as bases para a ciência moderna. Isso, não só por demonstrar seu caráter literalmente universal (ou seja, que abarca todos os espaços observáveis pelo ser humano), mas também por criar um novo formalismo científico. Sua obra-prima, chamada *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* [Princípios Matemáticos da Filosofia Natural], é tida como um dos primeiros livros a adotar o rigor e a precisão das narrativas científicas modernas. Na função de brilhante pioneiro, Newton fez escola e lançou os alicerces de um novo modo de se fazer ciência. De quebra, resolveu todas as minúcias dos movimentos planetários. Bem, nem todas, na verdade.

O último enigma

Apenas um mistério sobre os movimentos dos planetas permanecia sem resposta – uma estranha **precessão** da órbita de Mercúrio, o astro mais próximo do Sol. Não é difícil imaginar o fenômeno. Como as órbitas planetárias são elípticas (ainda que muito próximas de um círculo perfeito), há um ponto em que o planeta atinge a distância máxima do Sol, denominado afélio, e outro em que ele está o mais próximo possível, o periélio. No caso de Mercúrio, conforme ele completa voltas e mais voltas ao redor do Sol, esses pontos de aproximação e afastamento máximos mudam de ano para ano – ocorre a dita precessão: a própria órbita gira em torno do Sol.

Ocorre que as equações da gravitação de Newton aplicadas aos planetas pareciam acertar em cheio em todos os casos, exceto nesse. Houve quem especulasse sobre a existência de um outro planeta, ainda mais próximo do Sol do que Mercúrio, responsável pelo efeito. Mas, no final, a solução só veio mesmo quando o alemão Albert Einstein (1879-1955) apresentou sua nova teoria da gravidade, mais conhecida como a teoria da relatividade geral, em 1915.



Elipse: conjunto de todos os pontos cujas somas das distâncias a dois dados pontos (chamados focos) é uma constante. O círculo é um caso particular de elipse quando os dois focos estão no mesmo lugar.

Resumindo, Kepler desenvolveu três leis:
1º lei: os planetas giram em órbitas elípticas, com o Sol num de seus focos.
2º lei: uma linha que ligue um planeta ao Sol cobre áreas iguais na elipse em iguais intervalos de tempo.

$$3^\circ \text{ lei: } \frac{T^2}{D^3} = k$$



Precessão da órbita de um planeta: é o giro da própria órbita do planeta em torno da estrela central, de modo que o periélio (ponto da órbita em que o planeta está mais próximo do Sol) ocorre a cada volta numa posição ligeiramente diferente da anterior.

Uma substituta à gravitação de Newton (assim como esta última superou as leis de Kepler), a gravidade einsteiniana traria algumas novidades. A mais óbvia delas era a explicação correta para o movimento de Mercúrio, dispensando a existência de um outro planeta (o próprio Einstein só se convenceu de que sua teoria estava correta depois de efetuar os cálculos e se certificar de que ela explicava a misteriosa precessão). Outra, muito mais surpreendente, era a de que, uma vez que a relatividade tratava a gravitação como uma curvatura no espaço e no tempo (vistos como uma única entidade indivisível, o espaço-tempo), o Universo passaria a ser encarado como algo dinâmico, tendo sua história regida pela ação da gravidade ao longo do tempo. Moral da história: com a relatividade geral seria possível especular de forma mais concreta sobre as origens do Universo!

Einstein relutou em fazer isso. Por suas concepções religiosas e filosóficas, o alemão entendia que o Universo deveria ser eterno e estático, enquanto suas equações sugeriam que essa condição era impossível – um universo regido pela gravidade precisaria, necessariamente, estar em expansão ou em contração. Para solucionar o dilema, ele modificou suas equações, incluindo em 1917 uma “constante cosmológica” – destinada justamente a manter o Universo estático ao longo do tempo.

Qual não foi sua surpresa quando o grande astrônomo americano Edwin Hubble (1889-1953) descobriu em 1929, por observações astronômicas, que as galáxias pareciam estar todas se afastando umas das outras, e quanto mais distante estava uma galáxia, mais rapidamente ela parecia se afastar (aliás, nossa representação moderna de Universo data de 1924, quando Hubble demonstrou que a Via Láctea não era a única galáxia no cosmos). Essa recessão de galáxias foi imediatamente reconhecida como o sinal de que o Universo de fato estava em processo de expansão. Após a publicação desses resultados, Einstein lamentou não ter acreditado no que suas equações lhe diziam havia mais de uma década e repudiou sua constante cosmológica, considerando-a o maior erro de sua carreira.

Ora, se o Universo estava em expansão, ao rebobinarmos a fita, constataríamos sem demora que ele esteve numa condição muito mais compacta no passado. Então, se fosse possível voltar ao início dos tempos, será que o cosmos inteiro estaria condensado num único ponto? Foi essa a suposição que o padre belga Georges Lemaître (1894-1966) fez ainda em 1927, sem as observações de Hubble para apoiá-lo. Era o início da chamada teoria do *Big Bang*, que seria posteriormente mais trabalhada pelo russo-americano George Gamow (1904-1968). Além de desenvolver alguns detalhes de como se teria procedido essa “grande explosão” inicial, o físico fez uma previsão: se a teoria estivesse correta, deveria existir, emanando de todas as partes do cosmos, um “eco” desse evento primordial.

Essa radiação, hoje conhecida como radiação cósmica de fundo de micro-ondas, foi descoberta em 1965, por acidente, por Arno Penzias (1933-) e Robert Wilson (1936-), trabalhando para os Laboratórios Bell, nos Estados Unidos. Dali em diante, a origem do Universo parecia um problema, ao menos parcialmente, resolvido – embora os detalhes e as implicações desse começo muito quente e denso ainda estejam por ser totalmente decifrados.

Após séculos e séculos de especulação e reflexão, hoje a humanidade pode se orgulhar de ter uma visão razoável de como o Universo nasceu e evoluiu. Vamos a ela.

UMA BREVE HISTÓRIA DO UNIVERSO

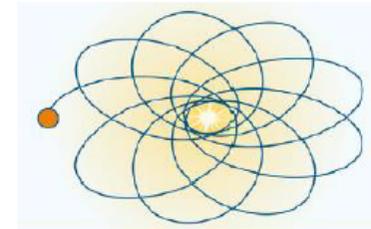
A famosa teoria do *Big Bang*, acredite se quiser, nada diz sobre o *Big Bang* em si. Ela é extremamente eficiente em explicar como o Universo evoluiu desde aquele momento singular até hoje, e extrapolações dela permitem imaginar como o cosmos será daqui a muitos trilhões de anos, mas o chamado instante $t=0$, aquele em que tudo começou, permanece firmemente postado além de nossa compreensão.



O inglês Isaac Newton (1642-1727) é tido como o pai da física moderna. Excêntrico e genial, ele só pode ser comparado a Albert Einstein no quesito façanhas individuais. Formulou a Lei da Gravitação Universal, criou uma teoria da luz que a via como partículas, fez grandes avanços em óptica e inventou a técnica matemática conhecida como cálculo.



O alemão naturalizado inglês William Herschel (1738- 1822) foi o maior astrônomo do século 18. Além da descoberta da radiação infravermelha, ele foi o descobridor de Urano, o sétimo planeta, visível apenas com o auxílio de telescópios, e realizou grandes mapeamentos de estrelas nunca antes catalogadas.



A precessão: não só o planeta gira, mas a órbita dele também, como no desenho acima (com elipses exageradas para deixar o efeito mais claro).

A razão disso é que a nossa física hoje é fraturada em dois grandes mundos. De um lado, a teoria quântica, que descreve o funcionamento das coisas muito, muito pequenas, e explica com incrível precisão como funcionam três das quatro grandes forças conhecidas da natureza. São elas: a força nuclear forte, que mantém os prótons grudados dentro dos núcleos atômicos a despeito da repulsão existente entre essas partículas de carga positiva; a força nuclear fraca, que explica certos processos de decaimento radioativo; e a força eletromagnética, que está ligada, como o nome já diz, aos campos elétricos e magnéticos e às propriedades da luz, em suas diferentes variedades (que vão do rádio aos raios gama, passando pelas micro-ondas, pelo infravermelho, pela luz visível, pelo ultravioleta e pelos raios X).

De outro lado, existe uma força que se recusa a receber “tratamento” quântico: a gravidade. Sua melhor explicação teórica hoje vem da teoria da relatividade geral de Einstein, que interpreta os campos gravitacionais como curvaturas num espaço-tempo quadridimensional (composto pelas três dimensões espaciais mais o tempo). Sendo esta a menos intensa das quatro forças conhecidas (embora seja a que percebemos e compreendemos com maior facilidade), a gravidade se faz sentir mais intensamente quando falamos de grandes escalas. Não é à toa que a cosmologia moderna – o estudo do Universo como unidade – nasceu com a teoria einsteiniana, e os sucessos até hoje obtidos na explicação da evolução do cosmos atestam o grande sucesso das ideias do físico alemão.

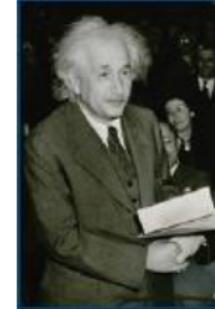
Ocorre que, quando estamos falando do *Big Bang* em si, a relatividade não basta. É preciso incluir também as influências geradas pelas outras três forças da natureza, descritas pela mecânica quântica. O drama é que essas duas grandes teorias físicas – a relatividade e a teoria quântica – são incompatíveis entre si. Elas apresentam diferentes perspectivas a respeito da natureza e suas equações são impossíveis de se combinar.

A busca por uma teoria que explique o que aconteceu no momento do Big Bang

Alguns sucessos parciais no esforço de agrupar a relatividade e a teoria quântica foram obtidos pelo físico britânico Stephen Hawking (1942-), que combinou as duas teorias para explicar, por exemplo, como buracos negros emitem radiação. No entanto, a reunião final de toda a física elementar numa única teoria ainda não aconteceu, de modo que é impossível interpretar exatamente o que ocorreu no *Big Bang*. A busca por essa “teoria de tudo”, que começou com o próprio Einstein, continua, mas, enquanto ela não termina, temos de aceitar que não há arcabouço teórico capaz de nos dizer o que teria acontecido no momento do *Big Bang*.

Referências Bibliográficas

- Nogueira, Salvador. *Astronomia : ensino fundamental e médio / Salvador Nogueira, João Batista Garcia Canalle*. Brasília : MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009. 232 p. : il. – (Coleção Explorando o ensino ; v. 11). ISBN 978-85-7783-015-2



Albert Einstein foi possivelmente o mais importante físico do século 20. Nascido na Alemanha, o cientista realizou seus trabalhos mais famosos enquanto trabalhava num escritório de patentes em Berna, na Suíça. Einstein descobriu que o espaço e o tempo não são fixos e imutáveis, como dizia Isaac Newton, mas sim flexíveis, e influenciados pela presença de matéria e energia numa dada região do espaço. Essas conclusões, incorporadas em suas duas versões da teoria da relatividade (especial e geral), mudaram as perspectivas dos estudos sobre a origem do Universo.



Com seu porte atlético (ele foi lutador de boxe), Edwin Hubble foi o brilhante astrônomo que descobriu que as galáxias estavam todas se afastando umas das outras e que o Universo estava em expansão. Seu feito, em 1929, revolucionou o entendimento do Cosmos.



Big Bang é a explosão de uma região infinitamente pequena em que toda a matéria e a energia do Universo estariam reunidas antes do início da expansão.

APÊNDICE F - TEXTOS DE REFLEXÃO DOS ALUNOS

TEXTO DE REFLEXÃO DO ALUNO T (AULA SOBRE A HISTÓRIA DA COSMOLOGIA)

As atividades do PIBID vem colaborando muito para minha formação docente e inclusive, crescimento pessoal, pois no início tinha um pouco de receio de falar em público, mas hoje isso já foi superado. Já as atividades do grupo de história e Divulgação da ciência vêm, em ambas escolas citadas anteriormente, refletindo muito positivamente na construção do conhecimento dos alunos, uma vez que, mostra que as fórmulas e teorias da física não surgiram do nada, mas sim que várias pessoas trabalharam a vida toda para que ela seja essa ciência tão importante. Durante a aula pude observar o interesse dos alunos pelo tema a teoria do Big Bang X Estado Estacionário. Vi como é importante a abordagem da história na física, sem ela os alunos iriam continuar a pensar que a ciência é perfeita e que os cientistas são geniais. Esse tema permitiu trabalhar sobre as teorias que tratam do surgimento do Universo. A elaboração da aula e as reuniões foram importantes para o meu desenvolvimento profissional. Juntamente com o colega de grupo, Eraldo Duarte e outros amigos pessoais, gravamos e editamos um programa de rádio que nomeamos de Rádio Atômica, na qual o apresentador entrevista grandes cientistas campo da Cosmologia, cujas teorias se contrapõem. De um lado, o cientista George Gamow, criador da teoria do Big Bang. De outro, Fred Hoyle, um dos defensores da teoria do Universo Estacionário. Ambos apresentam seus argumentos e tecem críticas à hipótese um do outro. Entendemos que o programa de rádio, por apenas emitir som, estimula os ouvintes a criarem imagens mentalmente, aguçando a imaginação dos mesmos. Desta forma, observamos que o uso de áudios é um excelente meio para abordar de forma lúdica e inovadora conteúdos teóricos que geralmente não despertam tanto interesse dos alunos, pois exige muita leitura, principalmente referente à cosmologia.

TEXTO DE REFLEXÃO DO ALUNO C (AULA SOBRE COSMOLOGIA)

Nesta aula trabalhei o tema “Cosmologia – Gravitação universal”, abordando, histórica e conceitualmente o episódio, utilizei a história em quadrinho “Magali em Foi Assim” de autoria de Maurício de Sousa. Mais uma vez utilizando o método do estudo de caso Histórico como diretriz para o desenvolvimento das atividades em sala de aula. O método do estudo de caso histórico foi muito importante ao tratar do episódio, pois permitiu introduzir o tema, organizar a aula e avaliar os alunos. Esta foi a minha segunda experiência em sala de aula e foi muito enriquecedora. Pois estamos conseguindo observar os interesses, as ideias e as vivências dos alunos e, além disso, podemos compreender as metodologias de ensino que podem ser adotadas. Para elaboração desta aula, no decorrer das reuniões fiz leitura de artigos, dissertações e assisti a vídeos sobre o tema da aula, e também trabalhos que possuíam diversas metodologias de ensino, como a história em Quadrinhos, o estudo de caso, Esquete, Experimento Histórico etc. Este material me deu suporte para a elaboração das aulas. Elaborei um texto de apoio que foi utilizado com a finalidade de dar um suporte maior aos discentes. Ele tinha como característica uma linguagem simples, muitas figuras, etc., com o objetivo de facilitar o aprendizado. A influência destas primeiras intervenções em minha formação foi grande. Foi um preparativo para a minha futura formação. Organizando a aula, planejando o seu desenvolvimento e dando a aula, eu pude ver a realidade que é a minha profissão. Em relação a HC, quando me tornar professora quero adotar o uso da HC nas minhas aulas, fica uma aula mais completa, os alunos entendem melhor as teorias e como a ciência se desenvolve.

TEXTO DE REFLEXÃO DO ALUNO R (AULA SOBRE A HISTÓRIA DA MÁQUINA A VAPOR)

Esta aula foi muito enriquecedora. Os alunos participaram bastante da aula e do experimento da Máquina de Heron. Já dava aulas antes do projeto, mas com as atividades pude perceber que preciso elaborar e planejar mais minhas aulas. Passei a dar valor também a HC, hoje vejo o quanto ela é importante, principalmente para os alunos de ensino médio, que talvez nunca mais vão estudar ciências depois de formados. A HC é uma forma de conhecer a ciência. Percebi que a HC deve ser abordada sempre no ensino de ciências, pois ela mostra como a ciência se desenvolve, a relação da ciência com a sociedade e como os cientistas chegaram nas teorias. Para minha outra intervenção vou adotar novamente o método de estudo de caso, é uma boa ferramenta para ser usado em aulas de história da física

TEXTO DE REFLEXÃO DO ALUNO R (AULA SOBRE A HISTÓRIA DA COSMOLOGIA)

A aula implementada despertou o interesse dos alunos, e permitiu que assimilassem mais facilmente o conteúdo, sendo um momento de descontração, saindo da rotina da aula expositiva onde somente o professor passa a informação. O uso do teatro foi importante para que os alunos entendessem a história da cosmologia. Aprendi muito sobre a história da cosmologia durante a elaboração da peça, foi uma atividade divertida. No fim desta aula, um aluno chegou para mim e comentou: “Queria estudar física, adoro o estudo sobre o universo!, lá na UENF não tem algum grupo de estudo sobre cosmologia não?” Essa pergunta deste aluno me fez ver como o PIBID impacta também no desenvolvimento da escola e na vida dos alunos do ensino médio, eles acabam se interessando sobre a pesquisa em ciências, e querendo assim estudar nas Universidades. A elaboração da peça durante as reuniões não se consistiram somente em estudarmos e discutirmos artigos e livros de Cosmologia, mas também nos preocupamos com as novas metodologias, ou seja, de trazer para a sala uma aula criativa, que estimule a aprendizagem e que contribua para o conhecimento do aluno.

TEXTO DE REFLEXÃO DO ALUNO C (AULA SOBRE A HISTÓRIA DA MÁQUINA A VAPOR)

Esta foi a primeira aula da minha vida, nunca havia dado aula antes. Durante a aula fiquei nervosa, pois sou tímida e é uma experiência nova para mim. Na elaboração desta aula percebi que é muito importante o planejamento, a seleção dos materiais e buscar fontes confiáveis como, pensar no objetivo da aula. Só assim que podemos promover aulas de ciências de qualidade, não só de história, mas em qualquer assunto. A vivência na elaboração da peça foi motivadora, me fez refletir sobre a ciência, a vida dos personagens, me fez aprender a selecionar fontes confiáveis, e entender que a ciência se desenvolve por homens iguais a nós, e é influenciada por vários fatores externos. Com o projeto aprendi a ser professora, na verdade estou aprendendo, percebi que é importante se dedicar, planejar, estudar, buscar ver os PCN's e as orientações dos documentos relacionados ao ensino brasileiro. Percebi que só assim posso promover uma aula de sucesso. Se não tiver dedicação nada funciona.

TEXTO DE REFLEXÃO DO ALUNO F (AULA SOBRE A HISTÓRIA DA MÁQUINA A VAPOR)

Esta aula que elaborei foi muito interessante, pois tratou da história da máquina a vapor e suas consequências na sociedade local. Com essa experiência pude observar as implicações da minha profissão, esta experiência me permitiu ver como é importante elaborar atividades que despertam o interesse dos alunos. A história em quadrinhos que elaborei para a aula fez com que os alunos ficassem concentrados e interessados. Observei também a importância de tratarmos da HC em aulas de física. É importante ler o que os historiadores defendem, nem sempre eles têm consenso, acho importante tratar desta questão em sala de aula, mostrar também que a divergências na hora de se escrever a HC, assim os alunos podem entender a complexidade de todo o processo. O programa está permitindo o meu crescimento profissional, e esta me incentivando a tratar de outras metodologias nas minhas futuras aulas. Considero que todo licenciando tem que passar pelo PIBID, o programa promove o crescimento profissional, pois vivenciamos a prática em sala de aula.

TEXTO DE REFLEXÃO DO ALUNO E (AULA SOBRE A HISTÓRIA DA COSMOLOGIA)

A experiência pedagógica que o PIBID proporciona promove a convivência com os alunos e com a observação e análise da real situação da educação, da prática docente com suas possibilidades e limites, o que possibilita uma percepção do licenciando, de modo que valorize mais as matérias didáticas de seu curso, buscando uma compreensão mais humana do processo de ensino-aprendizagem e que realize um esforço maior na tarefa de compreender o aluno. É importante entender como o aluno pensa, quais são seus objetivos, o PIBID me permitiu refletir sobre a sala de aula, minha atuação como professor, quero ser um bom professor, quero motivar os alunos, quero que os alunos gostem de física. Nesta aula fizemos o uso do áudio, em que atuei como produtor, ator e roteirista, sendo este no formato de um programa de rádio onde duas personalidades da física seriam entrevistadas e apresentariam as suas teorias defendidas, bem como as críticas à teoria do opositor, em se tratando de uma disputa entre duas teorias dissonantes em determinado período histórico. Ao fim do programa esta disputa é resolvida com a menção de um físico brasileiro. Foi desenvolvidas também assim a produção de um texto de apoio, slides com a finalidade de abordar o tema discutido no áudio e introduzir os alunos ao pensamento científico, citando diversos cientistas e filósofos ao longo dos séculos, a fim de mostrar a construção sólida do pensamento científico. Esta aula foi realizada com os alunos dos primeiros anos do ensino médio regular no C.E Nilo Peçanha. A experiência pedagógica que o PIBID proporciona dá-se na convivência com os alunos e com a observação e análise da real situação da educação, da prática docente com suas possibilidades e limites, o que possibilita uma percepção do licenciando, de modo que valorize mais as matérias didáticas de seu curso, buscando uma compreensão mais humana do processo de ensino-aprendizagem e que realize um esforço maior na tarefa de compreender o aluno. De igual modo o aluno de ensino médio tem acesso a um estudante de ensino superior, o que deve colaborar para que este interprete como uma possibilidade futura e uma melhoria na educação. As ações do PIBID nas escolas sempre encontram boa recepção por parte dos alunos, professores, equipe gestora, sendo o PIBID uma nova forma de educar, indiretamente. Dado os fatos, devo dizer que o programa vem contribuindo bastante para a comunidade acadêmica e para os alunos do ensino médio, possibilitando um intercâmbio, e trazendo ares novos ao ambiente escolar, tornando a sala de aula um ambiente com inovações, aonde a aprendizagem sempre se intensifica e renova.