

USO DE EPISÓDIOS DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM AULAS DE FÍSICA NO PROEJA

CASSIANA BARRETO HYGINO MACHADO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO - UENF

Campos dos Goytacazes, RJ

Fevereiro - 2011

USO DE EPISÓDIOS DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM AULAS DE FÍSICA NO PROEJA

CASSIANA BARRETO HYGINO MACHADO

Dissertação apresentada ao Centro de
Ciência e Tecnologia da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em Ciências
Naturais.

ORIENTADORA: MARÍLIA PAIXÃO LINHARES

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO - UENF

Campos dos Goytacazes, RJ

Fevereiro - 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCT / UENF

21/2011

Machado, Cassiana Barreto Hygino

Uso de episódios da história da ciência em aulas de física no PROEJA / Cassiana Barreto Hygino Machado. – Campos dos Goytacazes, 2011.

xiii, 91 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) --Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Ciências Físicas. Campos dos Goytacazes, 2011.

Orientadora: Marília Paixão Linhares.

Área de concentração: Ensino de Ciências.

Bibliografia: f. 88-91.

1. História da ciência 2. Episódios de história da ciência do Brasil Colonial 3. Ensino de física I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e

USO DE EPISÓDIOS DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM AULAS DE FÍSICA NO PROEJA

CASSIANA BARRETO HYGINO MACHADO

Dissertação apresentada ao Centro de
Ciência e Tecnologia da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro, como parte das exigências para
obtenção do título de Mestre em Ciências
Naturais.

Comissão Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Marília Paixão Linhares– UENF - Orientadora

Prof.^a Dr.^a Andréia Guerra de Moraes - CEFET-RJ

Prof. Dr. Fernando José Luna de Oliveira – UENF

Prof. Dr. Luís César Passoni – UENF

Para meu pai

Carlos Magno Ferreira Hygino

(Em memória)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e N. S. Conceição por conduzir meus passos, dando-me força, para superar os obstáculos e ter a capacidade de concluir mais uma etapa de minha vida.

Quero agradecer também a minha orientadora Marília Paixão Linhares, ao acolhimento no grupo de pesquisa. Obrigada, Marília, pela confiança, incentivo, apoio constante e pelas sábias palavras na hora certa.

Ao professor Fernando que me incentivou a conhecer a história da ciência que ocorreu no Brasil, pelas várias leituras e reflexão sobre o processo científico.

A minha mãe por todo o companheirismo e dedicação, que sem sua ajuda não teria condições de continuar a percorrer todo este caminho.

A minha filha, Mary, que teve a paciência de esperar as longas e intermináveis horas no computador. Ao meu marido, pelo apoio e paciência com minhas escolhas.

Ao meu pai e minha avó em memória

Aos amigos do grupo, Nilcimar, por sua disposição em ajudar em todos os momentos, pelas longas conversas sobre o trabalho, que contribuíram muito para o crescimento deste trabalho. A Renata, por ter cedido às aulas na turma do PROEJA, sem esse apoio não seria possível ter iniciado o meu trabalho. E aos demais colegas do grupo que também compartilharam desta jornada, Vanessa, Valéria, Karla Cynthia, Maria Helena, Aline e João Paulo.

Aos amigos pelos conselhos e apoio de todas as horas. Em especial, Wellington, Vinícius e Jaqueline.

Obrigada, a turma de eletrônica do IFF, pela recepção e participação no trabalho.

Aos professores que aceitaram compor a banca de avaliação: Andréia Guerra, Fernando Luna e Luís Passoni.

A CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado e o apoio para a realização desta pesquisa no período de 2009 a 2011.

RESUMO

A presente pesquisa tem por objetivo investigar a prática de utilização da história da ciência em aulas de física. Nos últimos anos, tem se verificado o importante papel desempenhado pela inserção da história da ciência, como um recurso pedagógico, na educação científica. Adotando a orientação da literatura da área, elaboramos uma proposta didática utilizando episódios da história da ciência do Brasil, em aulas de física para uma turma da Educação de Jovens e Adultos do curso técnico de eletrônica integrado ao Ensino Médio. Nosso principal objetivo foi favorecer a aprendizagem de conceitos científicos e incentivar a reflexão sobre aspectos relacionados ao processo de construção do conhecimento científico. A proposta didática planejada adotou como estratégia de ensino os Estudos de Caso aliados aos episódios da história da ciência, desenvolvidos em um ambiente virtual de aprendizagem. Foram trabalhados dois Estudos de Caso históricos, durante um semestre letivo. O primeiro tratou do episódio da expedição do francês Pierre Couplet, que chegou à Paraíba em 1698, a fim de, realizar medições sobre a aceleração gravitacional neste ponto da Terra, utilizando um relógio de pêndulo, e teve suas medições citadas por Newton em uma nova edição seu livro *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, publicado em 1713. Este episódio foi relacionado ao conteúdo de física ondulatória. O segundo Estudo de Caso apresentou o episódio do jesuíta astrônomo, Valentim Stansel, que realizou observações de cometas no Brasil no século XVII, e também teve seu relato citado por Newton em sua principal obra, publicada em 1687. Este episódio foi relacionado ao conteúdo de óptica geométrica. Os referenciais da pesquisa-ação guiaram o desenvolvimento metodológico do trabalho. Os Estudos de Caso correspondem aos ciclos reflexivos, com as etapas de identificação de problemas, levantamento de hipóteses, planejamento de ações, execução e avaliação. Os dados obtidos durante a experiência foram submetidos a análise de conteúdo. Os resultados obtidos mostraram que a prática desenvolvida proporcionou maior compreensão dos conceitos científicos estudados, permitiu que os alunos pudessem refletir sobre a natureza da ciência, além de favorecer o enriquecimento cultural dos alunos ao tratar de temas importantes da história da ciência que ocorreu no Brasil. Assim sendo, diante dos resultados obtidos consideramos que a estratégia de Estudos de Caso, aliada aos episódios da história da ciência, se revelou promissora, indicando a possibilidade de sua aplicação por outros professores, em outros contextos.

Palavras-chave: história da ciência, episódios da história da ciência do Brasil, ensino de física

ABSTRACT

This research aims to investigate the practice of using the history of science in physics classes. In recent years, there has been the important role played by the insertion of the history of science as an educational resource in science education. Adopting the stance of the literature, we present a proposal using didactic episodes in the history of science in Brazil, in physics classes to a class of Youth and Adult Integrated electronics technician course in high school. Our main objective was to promote the learning of science concepts and encourage reflection on aspects of the process of building scientific knowledge. The proposal adopted the strategy planned didactic teaching Case Studies allied to episodes in the history of science, developed a virtual learning environment. We worked two historical case studies during a semester. The first episode dealt with the dispatch of French Pierre Couplet, who arrived in Paraíba in 1698, in order, to perform measurements on the gravitational acceleration at this point of the Earth, using a pendulum clock, and had their measurements quoted by Newton in a new publishing his book *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, published in 1713. This episode was related to the content of wave physics. The second case study showed the episode of the Jesuit astronomer, Valentin Stansel, who made observations of comets in Brazil in the seventeenth century, and also had his account quoted by Newton in his major work, published in 1687. This episode was related to the content of geometrical optics. The benchmarks of action research guided the development of methodological work. Case studies are reflective cycles, with steps to identify problems, raise hypotheses, action planning, implementation and evaluation. The data obtained during the experiment were subjected to content analysis. The results showed that the practice developed provided greater understanding of scientific concepts studied, allowed the students to reflect on the nature of science, in addition to promoting the cultural enrichment of students in dealing with issues important in the history of science that occurred in Brazil. Therefore, considering the results obtained we believe that the strategy of case studies, coupled with episodes in the history of science has proved promising, indicating the possibility of its application by other teachers in other contexts.

Keywords: history of science, episodes in the history of science in Brazil, teaching physics

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1.1 - REVISÃO DA LITERATURA.....	2
1.1.1- Artigos que defendem a abordagem história para a discussão sobre a natureza da ciência e para a aprendizagem de conceitos científicos.....	3
1.1.2 - Artigos que analisam as possibilidades e limites da utilização da história da ciência para a formação de professores.....	4
1.1.3 - Artigos que apresentam a utilização da história da ciência como uma ferramenta potencial para o ensino interdisciplinar.....	5
1.1.4- Uma conclusão sobre a revisão da literatura.....	6
1.2 - O DESENHO DA PESQUISA	6
1.3 - A ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	9
A ABORDAGEM DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	11
2.1 – A INCORPORAÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA AO ENSINO DE CIÊNCIAS	11
2.2 - AS CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	14
2.3 - A NATUREZA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	15
2.4 – A APROXIMAÇÃO ENTRE A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.....	17
PESQUISA-AÇÃO	18
3.1 - UMA DEFINIÇÃO PARA A PESQUISA-AÇÃO.....	18
3.2 – PESQUISA-AÇÃO: DIFERENTES ENFOQUES PARA O PROCESSO	19
3.2.1 - Modelo de Lewin	19
3.2.2 - Modelo de Kemmis	20
3.2.3 - Modelo de Elliot	20
3.3 - ALGUMAS CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DA PESQUISA-AÇÃO.....	21
3.4 – A PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA-AÇÃO	22
3.5 – AS MODALIDADES NA PESQUISA-AÇÃO	23
3.5.1 - Pesquisa-ação técnica.....	23
3.5.2 - Pesquisa-ação prática.....	23
3.5.3 - Pesquisa-ação crítica emancipatória	24
3.6 - OS CICLOS DA PESQUISA-AÇÃO.....	24
3.6.1 - Primeira fase: o planejamento da ação.....	25
3.6.2 - Segunda fase: a ação.....	25
3.6.3 - Terceira fase: monitoramento da ação.....	25
3.6.4 - Quarta fase: reflexão sobre a ação	26
3.7- A PESQUISA-AÇÃO COM O PROEJA	26
O CONTEXTO DA PESQUISA	27
4.1 - O PROEJA.....	27
4.2 - AS INSERÇÕES NAS AULAS DE FÍSICA	28
4.3 - O PÚBLICO-ALVO: A TURMA DE ELETRÔNICA.....	29
O PRIMEIRO ESTUDO DE CASO	30
5.1 - PRIMEIRA ETAPA: PLANEJAMENTO DA AÇÃO	30
5.1.1 - A definição dos problemas.....	30
5.1.2 - As hipóteses	31
5.1.3 – Plano de ação	32
5.2 - SEGUNDA ETAPA: IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA	32
5.2.1 - O Episódio.....	33
5.2.2 - Desenvolvimento das atividades.....	36
5.3 – TERCEIRA ETAPA: MONITORAMENTO DA AÇÃO.....	37
5.3.1 - Instrumento de coleta de dados e dados obtidos	37
5.3.2 - A organização dos dados coletados.....	38
5.3.3 – Resultados.....	39
5.3.3.1 - Observações das aulas.....	39
5.3.3.2 - Análise dos textos produzidos pelos alunos	43
5.3.3.3 – Síntese do Estudo de Caso: “Oscilações e medições realizadas no Brasil colonial”.....	50
5.3.3.3.1 - Conceitos relacionados ao movimento do pêndulo simples.....	51

5.3.3.3.2 - Importância da ciência realizada no Brasil.....	52
5.3.3.3.3 - Visões sobre a ciência.....	53
5.4 – QUARTA ETAPA - AVALIAÇÃO SOBRE A AÇÃO	54
O SEGUNDO ESTUDO DE CASO	56
6.1 - PRIMEIRA ETAPA: PLANEJAMENTO DA AÇÃO	56
6.1.1 - A definição dos problemas e as hipóteses.....	56
6.1.2 – Plano de ação	57
6.2 - SEGUNDA ETAPA: IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA	57
6.2.1 - O episódio.....	58
6.2.2 - Desenvolvimento das atividades.....	60
6.3 - 3º ETAPA: MONITORAMENTO DA AÇÃO.....	61
6.3.1 - Instrumento de coleta de dados e dados obtidos	62
6.3.2 - A organização dos dados.....	62
6.3.3 – Resultados.....	62
6.3.3.1 - Observações das aulas.....	62
6.3.3.2 - Análise dos textos produzidos pelos alunos	65
6.3.3.3 - Síntese Estudo de Caso 2	75
6.3.3.3.1 - Importância dos trabalhos de Stansel para a ciência brasileira.....	75
6.3.3.3.2 - Importância da luneta para a ciência da época.....	77
6.3.3.3.3 - Visões dos estudantes sobre a ciência.....	79
6.4 - 4º ETAPA: AVALIAÇÃO SOBRE A AÇÃO	83
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 TELA INICIAL DE UM GRUPO NA VISÃO DO PROFESSOR	8
FIGURA 3.1. CICLO DA PESQUISA-AÇÃO. FONTE: (TRIPP, 2005).....	24
FIGURA 5.1: RELÓGIO DE PÊNDELO (FONTE: EFISICA.IF.USP.BR).	33
FIGURA 5.2. MOVIMENTO MÉDIO DO SOL (FONTE: PRA-FRENTE-BRASIL-AFN.BLOGSPOT.COM)	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1: ARTIGOS DA REVISÃO AGRUPADOS EM CATEGORIAS.....	3
TABELA 5.1: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO A.....	44
TABELA 5.2: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO J.....	46
TABELA 5.3: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO K.....	46
TABELA 5.4: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO M.....	47
TABELA 5.5: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO N.....	48
TABELA 5.6: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO P.....	48
TABELA 5.7: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO R.....	49
TABELA 5.8: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO S.....	50
TABELA 5.9 – SÍNTESE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS EM RELAÇÃO AO MOVIMENTO DO PÊNDULO SIMPLES.....	51
TABELA 5.10 – SÍNTESE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À IMPORTÂNCIA DAS MEDIÇÕES FEITAS POR COUPLET PARA A CIÊNCIA DO BRASIL.....	52
TABELA 5.11 – SÍNTESE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS EM RELAÇÃO A VISÕES DE CIÊNCIAS ..	53
TABELA 6.1: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO A.....	66
TABELA 6.2: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO J.....	67
TABELA 6.3: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO K.....	68
TABELA 6.4: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO M.....	69
TABELA 6.5: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO N.....	70
TABELA 6.6: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO P.....	71
TABELA 6.7: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO R.....	72
TABELA 6.8: US EXTRAÍDAS DO TEXTO DO ALUNO S.....	73
TABELA 6.9 – SÍNTESE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À IMPORTÂNCIA DO TRABALHO DE STANSEL PARA A CIÊNCIA BRASILEIRA.....	76
TABELA 6.10 – SÍNTESE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À IMPORTÂNCIA DA LUNETAS PARA A CIÊNCIA DO SÉCULO XVII.....	78
TABELA 6.11 – SÍNTESE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS EM RELAÇÃO ÀS VISÕES SOBRE A CIÊNCIA MANIFESTADAS PELOS ESTUDANTES.....	80

LISTA DE QUADROS

QUADRO 5.1: TEXTO DO ESTUDO DE CASO	36
QUADRO 6.1 – TEXTO DO SEGUNDO ESTUDO DE CASO.....	60

LISTA DE SIGLAS

AAAS - Associação Americana para o Progresso da Ciência

ABC – Aprendizagem Baseada em Casos

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

EJA – Educação de Jovens e Adultos

EVA – Espaço Virtual de Aprendizagem

IES – Instituto de Ensino Superior

IFF – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

NOS – *Nature of Science*

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PROEJA – Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos

SETEC – Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

US – Unidades de Significação

Neste trabalho fomos desafiados a planejar uma proposta didática de ensino de física para uma turma de Jovens e Adultos do PROEJA¹. Este público apresentava perfil heterogêneo e seus interesses eram bastante diversificados. Buscavam a formação profissional e a elevação do grau de escolaridade no Curso de eletrônica do PROEJA oferecido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF). A turma participava de uma experiência didática conduzida por professores/pesquisadores da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e do IFF, com apoio da CAPES/SETEC², que propunha o uso de tecnologias no ensino integrado de Ciências Naturais (Bastos, 2009, Souza, 2009, Linhares e Reis, 2010). Foram três semestres letivos em que os professores de química, física e biologia programaram e avaliaram a integração curricular com apoio de um ambiente virtual de aprendizagem e dos Estudos de Caso. A disciplina de Física foi além destes três períodos e a experiência hora relatada ocorreu neste momento. A professora titular da disciplina cedeu parte de suas aulas para o desenvolvimento desta proposta.

A opção pelos Estudos de Caso que abordassem episódios históricos da ciência no Brasil colonial decorre da nossa avaliação de que a reflexão sobre o papel da ciência na construção do conhecimento seria uma importante contribuição para formação cultural do grupo de Jovens e Adultos, além de favorecer o aprendizado de conteúdos específicos da Física.

Nossa convicção decorre do crescente interesse que assuntos relacionados à ciência e a tecnologia tem despertado no público em geral. Desde que as discussões científicas têm ganhado cada vez mais espaço no nosso dia a dia, é imprescindível fornecer subsídios para a melhor compreensão sobre os rumos da ciência e sua implicação na sociedade (Quintal e Guerra, 2009; Praia *et al*, 2007).

Um dos caminhos que pode possibilitar o melhor entendimento e reflexão da ciência e também sobre a ciência é por meio da educação científica. Neste sentido, tornou-se cada vez

¹ PROEJA: Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos.

² Projeto contemplado no Edital PROEJA/CAPES/SETEC n°.003/2006: “Educando Jovens e Adultos para a Ciência com tecnologias de informação e comunicação”

mais necessária a busca por novas estratégias para o processo de ensino aprendizagem de ciências, em particular o ensino de física. (Moreira, 2000).

As pesquisas em ensino de ciências que têm sido realizadas nos últimos anos, apontam para o importante papel desempenhado pelo uso da história da ciência no ensino de ciências, por favorecer aulas mais interessantes, desafiadoras e reflexivas, além de proporcionar melhor entendimento de conceitos científicos e reflexão sobre a natureza da ciência (Quintal e Guerra, 2009; Forato, 2009; Matthews, 1995).

Considerando a importância da história da ciência como um recurso pedagógico e a necessidade de propor novas estratégias para a sua utilização em sala de aula, apresentamos aqui, uma revisão da literatura para compreendermos o cenário em que a história da ciência tem sido aplicada no ensino de física. A finalidade é também de conhecermos o público que tem sido contemplado com sua abordagem e também os diferentes objetivos de sua utilização no ensino. Finalizando o primeiro capítulo apresentaremos o desenho de nossa pesquisa.

1.1 - Revisão da literatura

Para um melhor conhecimento sobre a aplicação da história da ciência no ensino de física, realizamos um levantamento bibliográfico sobre o tema nos seguintes periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de física (RBEF), Revista Ciência e Educação, Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Educação e Realidade, Revista Física na Escola, Revista Eletrônica *Ensenanza de las Ciencias* (REEC), Revista *Science & Education* (S&E), Revista Experiências em Ensino de Ciências (EENCI) e Revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), no período compreendido entre janeiro de 2007 e dezembro de 2009. O critério para a escolha das revistas baseou-se nos periódicos que estivessem disponíveis na internet.

Devido as diferentes modalidades de artigos encontrados, realizamos agrupamentos a fim de facilitar a análise. O levantamento bibliográfico indicou um total de onze artigos, que tratam da aplicação da história da ciência em aulas de física, conforme mostra a tabela 1.1, que também apresenta o número de artigos classificados em cada categoria. A análise do conjunto de artigos viabilizou verificar o público que tem sido contemplado com tal proposta e também verificar para quais objetivos tem se utilizado a história da ciência como um recurso pedagógico em aulas de física.

Tabela 1.1: artigos da revisão agrupados em categorias

Item	<i>Categorias</i>	Quantidade
1.1.1	Artigos que defendem a abordagem história para a discussão sobre a natureza da ciência e para a aprendizagem de conceitos científicos	5
1.1.2	Artigos que analisam as possibilidades e limites da utilização da história da ciência para a formação de professores.	4
1.1.3	Artigos que apresentam a utilização da história da ciência como uma ferramenta potencial para o ensino interdisciplinar	2

Cada categoria discriminada na tabela 1.1 aparece, na seqüência, como subitem desta seção. Os artigos são resumidamente apresentados e em seguida são feitos comentários gerais como interpretação.

1.1.1- Artigos que defendem a abordagem história para a discussão sobre a natureza da ciência e para a aprendizagem de conceitos científicos

Nesta categoria reunimos cinco artigos que defendem o uso da história da ciência no ensino de física tanto para a aprendizagem de conceitos científicos quanto para a reflexão sobre a natureza da ciência.

Teixeira, Freire Jr. e El-Hani (2009), trazem resultados da sala de aula referentes à abordagem da história da ciência para a mudança de concepções sobre a natureza da ciência. Neste trabalho, os autores apresentam os resultados de uma pesquisa qualitativa sobre as concepções de estudantes de física de uma universidade acerca da natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual em uma disciplina sobre a mecânica clássica. Para a coleta de dados, os autores utilizaram o questionário VNOS-C e entrevistas semiestruturadas. Os resultados apontaram para uma mudança significativa e favorável das concepções dos estudantes sobre a natureza da ciência, a partir da inserção da história da ciência em conteúdos de mecânica clássica.

Em relação à aprendizagem de conceitos científicos por meio da utilização da história da ciência, destacamos três trabalhos, Hülsendeger, (2007), Batista e Araman (2009) e Quintal e Guerra (2009). O primeiro a autora analisa como a história da ciência pode ser utilizada no ensino da física para favorecer a aprendizagem dos conceitos da termodinâmica. O trabalho envolveu professores das áreas de física, história e redação e trinta alunos da primeira série do ensino médio. No trabalho foi solicitada aos estudantes uma pesquisa escrita sobre o surgimento e desenvolvimento da máquina a vapor, a leitura e interpretação de textos e a

resolução de questões objetivas e dissertativas sobre os conceitos que foram abordados em sala de aula (Hülsendeger, 2007).

O segundo, apresenta o resultado de uma investigação da aplicação da história da ciência para a aprendizagem de conceitos físicos com o público do ensino fundamental, sob a perspectiva da aprendizagem significativa. As autoras utilizaram episódios históricos sobre o tema do arco-íris e durante o desenvolvimento da proposta discutiram estes episódios e solicitaram aos alunos a construção de mapas conceituais (Batista e Araman, 2009).

O terceiro artigo, os autores descrevem uma pesquisa realizada com o público do ensino médio com o objetivo de promover a aprendizagem dos conteúdos de eletromagnetismo. O estudo do eletromagnetismo foi discutido a partir da construção, pelos alunos, de experimentos históricos como o *versorium* de Gilbert, a garrafa de Leyden, a pilha de Volta, os experimentos de Oersted, de Ampère e os de indução de Faraday (Quintal e Guerra, 2009).

Já trabalhos que objetivavam tanto a aprendizagem de conceitos científicos quanto a discussão sobre a natureza da ciência, encontramos apenas um artigo no período. O trabalho de Silva e Martins (2009) descreve uma estratégia didática: o júri simulado. A estratégia, apoiada na história e na filosofia da ciência, teve como público alvo alunos do ensino médio.

Da análise destes artigos, percebemos que em todos os trabalhos os resultados mostraram que o ensino de física tornou-se mais atrativo e significativo. Apesar, de alguns trabalhos mostrarem que houve uma resistência inicial dos alunos, os conceitos estudados tornaram-se com mais significado, proporcionando aos alunos uma visão mais ampla da ciência. Nesse sentido, a literatura aponta que a utilização da história da Ciência contribui significativamente para melhorar a compreensão dos conceitos abordados e também para a reflexão sobre a ciência, oferecendo aos alunos um ensino da ciência e sobre a ciência.

1.1.2 - Artigos que analisam as possibilidades e limites da utilização da história da ciência para a formação de professores

Nesta categoria reunimos artigos que tinham como objetivo utilizar a história da ciência para contribuir com a formação de professores de física. Encontramos quatro artigos que tratam deste tema (Longuini e Nardi, 2009, e Kipnis, 2009 Kokotas *et al*, 2008 e Rosa e Martins, 2009). Em Longuini e Nardi (2009), os autores trabalharam com o público da formação inicial de professores através de um conjunto de situações-problema sobre o tema pressão atmosférica. Nesta proposta, apoiada no uso de episódios da história da ciência, os autores buscaram fornecer subsídios para que os futuros professores pudessem perceber as

dificuldades que envolvem este conteúdo e favorecer a reflexão dos professores ao trabalharem com este tema no ensino fundamental e médio.

No segundo trabalho (Kipnis, 2009), o autor apresenta uma proposta para estudar aprofundadamente a lei de Ohm, de forma a ajudar os professores a promover uma reflexão sobre a natureza da ciência com seus alunos. O estudo foi oferecido em um curso de formação continuada e os professores testaram o material em suas escolas.

Em Kokotas *et al*, (2008), os autores trabalharam com o público da formação continuada de professores a questão da queda dos corpos. Os autores durante o curso trabalham com os episódios de Aristóteles, Galileu e Newton e utilizam várias estratégias para o trabalho com os professores, como por exemplo, trabalhos em grupo, confecção de cartazes, mapas conceituais e simulações. O objetivo do trabalho é oferecer aos professores uma visão mais adequada sobre a natureza da ciência.

No trabalho de Rosa e Martins (2009), As autoras analisam a inserção da história e filosofia da ciência no curso de formação inicial de professores de física e mostram através das análises a necessidade de incluir esses aspectos no currículo dos cursos de formação de professores.

Notamos assim, que a utilização da história da ciência é necessária no currículo de professores, a fim de contribuir para a melhoria de suas práticas didáticas e oferecer uma visão mais adequada sobre a ciência.

1.1.3 - Artigos que apresentam a utilização da história da ciência como uma ferramenta potencial para o ensino interdisciplinar

Neste último agrupamento de artigos, reunimos dois artigos que tratam da abordagem da história da ciência como uma ferramenta didática que favorece o trabalho interdisciplinar (Bernardes e Santos, 2009 e Guerra *et al*, 2007).

O primeiro trabalho analisado apresenta uma proposta interdisciplinar entre química, física e biologia apoiada na história da ciência, com públicos do ensino fundamental e médio. O trabalho teve como objetivo proporcionar aos alunos a possibilidade de questionamento, estimulando o exercício da cidadania, a capacidade de expressão e a formulação de ideias e opiniões. Durante a execução do trabalho os alunos foram incentivados a construir história em quadrinhos e participarem da confecção e encenação de filmes (Bernardes e Santos, 2009).

No trabalho de Guerra e cols. (2007) apresenta uma proposta de inserção do estudo das teorias da relatividade restrita e geral na primeira série do ensino médio. A proposta de cunho histórico e filosófico busca incluir aspectos culturais no ensino de física, a fim de

contribuir com a aprendizagem de conceitos relativos ao tema. O trabalho foi estreitado com a disciplina de história, revelando uma estratégia enriquecedora com os alunos.

1.1.4- Uma conclusão sobre a revisão da literatura

A partir da revisão realizada percebemos que a maioria dos artigos que encontramos nos periódicos vinculava-se a propostas de abordagem da história da ciência no ensino de física, mas não apresentava sua aplicação, por esse motivo a baixa quantidade de artigos revisados, revelando, desta forma, a necessidade de mais aplicações em sala de aula com a abordagem da história da ciência.

Verificamos também, que os trabalhos foram realizados com públicos do ensino superior, médio e fundamental e que nenhum dos artigos analisados no período dedicou-se a abordagem da história da ciência em aulas de física com a Educação de Jovens e Adultos, demonstrando, desta forma, a necessidade de desenvolver estratégias que envolvam a abordagem da história da ciência no ensino de física, com este público.

Também foi possível notarmos que existem diferentes estratégias que contribuem para tornar o ensino de física mais motivador, que proporcione a participação do aluno de forma ativa como, por exemplo, a prática de júri-simulado, a confecção de história em quadrinhos, de filmes, de experimentos históricos e de mapas conceituais e o estudo de episódios históricos e que este último sendo mais frequentemente utilizado. Além disso, a história da ciência se revela também uma importante ferramenta didática para o trabalho interdisciplinar.

Em todos os trabalhos analisados, a história da ciência se apresentou como uma importante ferramenta para ensinar ciência e sobre a ciência.

1.2 - O desenho da pesquisa

Diante do quadro observado, é possível perceber a importância da abordagem da história da ciência em aulas de ciências, em particular em aulas de física. Também podemos verificar a ausência de propostas didáticas sendo realizadas com o público da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Neste sentido, em nosso trabalho buscamos construir e aplicar uma proposta didática que aproximasse a história da ciência ao ensino de física, a fim de avaliar se a prática empreendida implica na aprendizagem de conteúdos específicos e transformações das concepções de ciência dos alunos com o público EJA. Neste momento torna-se clara a questão de nossa pesquisa:

É possível realizar práticas adequadas para o grupo de jovens e adultos que utilize a história da ciência no ensino de física, de modo a contribuir com a compreensão de conceitos científicos e visões adequadas sobre a natureza da ciência?

A partir da definição da questão de nossa pesquisa, temos como objetivos:

- Elaborar e aplicar uma proposta de ensino de física para o público da EJA em consonância com as diretrizes oficiais (Brasil, 2002a, Brasil, 2002b), que apontam para uma visão da ciência como construção histórica e a física como um instrumento para a intervenção no mundo contemporâneo, contribuindo para a formação de cidadãos críticos.
- A partir desse objetivo principal, depreendem-se outros objetivos, tais como:
- Refletir e avaliar os resultados decorrentes da prática realizada em aulas de física com o público de Jovens e Adultos, enfatizando a abordagem da história da ciência.
- Verificar a evolução conceitual dos estudantes em relação aos conteúdos físicos estudados.
- Oportunizar discussões que promovam a reflexão do complexo processo de construção da ciência.

Para a elaboração da proposta didática, primeiramente foi necessário ter claro o referencial teórico a ser adotado. Verificamos que o uso da história da ciência na educação científica já encontra um consenso nos dias atuais, como, por exemplo, para proporcionar um melhor aprendizado de conceitos científicos e evitar visões distorcidas sobre a natureza da ciência.

Em nossa proposta utilizamos Estudos de Caso focalizando episódios da história da ciência. Estudo de Caso é uma estratégia de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas (Linhares e Reis, 2008). Durante a aplicação de um Estudo de Caso o aluno deve ser incentivado, sobretudo, a ler, a se familiarizar com personagens, de forma a compreender fatos, valores e contextos nele presentes visando uma solução, que de modo geral, não é a única, distanciando-se principalmente por esta característica, dos métodos mais tradicionais de ensino de ciências. Os Estudos de Caso constituem uma estratégia de ensino relevante para o desenvolvimento de habilidades fundamentais para a formação profissional e científica, como por exemplo, raciocínio, autonomia, capacidade de dialogar e de tomar decisões e ação.

Os Estudos de Caso no ensino de ciências foram usados com o suporte de um ambiente virtual de aprendizagem modelado pela metodologia de Aprendizagem Baseada em

Casos (ABC), o Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA), dedicado a apoiar as ações didáticas de sala de aula (Reis, 2008).

Diferentemente da maioria das plataformas lançadoras de cursos virtuais, que se eximem da necessidade de uma teoria educacional orientadora, o EVA foi desenvolvido para possuir as seguintes características: “o destaque do aluno como o papel principal, a oportunidade de desenvolver a autonomia dos estudantes, a interatividade no ambiente virtual de ensino-aprendizagem, além da aprendizagem cooperativa” (Reis, 2008).

No EVA, a estrutura das ações de ensino se dá a partir de grupos de estudo, aos quais são disponibilizadas ferramentas que apoiam e flexibilizam as ações de ensino praticadas com os Estudos de Caso. Estas ferramentas são acessadas através de ícones presentes na tela inicial figura 1.1 de cada grupo de estudo, são elas: Painel de controle, Fórum, Calendário, *Chat*, Portfólio, Aviso, Tarefa e *Kit Pedagógico*.



Figura 1.1 Tela inicial de um grupo na visão do professor

Quando trabalham um Estudo de Caso no EVA os estudantes seguem basicamente três passos: No primeiro passo, o estudante lê o texto do Caso e aponta uma solução preliminar, deixando as marcas de suas ideias prévias; no passo seguinte, são indicados textos para leitura e os estudantes devem produzir uma resenha. São ministradas aulas, encaminhadas outras leituras e pesquisas sobre o tema paralelamente ao trabalho no EVA e em sala de aula, todas as atividades devem se constituir momentos de estudo, reflexão e interação; O terceiro passo, etapa de conclusão, cada estudante encaminha sua proposta de solução que deve incorporar elementos das leituras e discussões (Reis e Linhares, 2008).

A duração de um Estudo de Caso pode variar de acordo com os objetivos do professor, porém, enquanto operam os três passos, os estudantes participam de uma série de atividades, como por exemplo, discutem no fórum e no *chat*, trocam mensagens internas, acessam materiais de diferentes naturezas que compõem o *kit* pedagógico, além de frequentarem as aulas presenciais em sala e em laboratório. É fundamental preservar nas aulas presenciais o caráter de reflexão e interação imposto pelo EVA para não dicotomizar os dois ambientes: o virtual e o presencial.

Para o desenvolvimento da pesquisa, adotamos os referenciais de uma pesquisa-ação que visa solucionar problemas a partir do planejamento, execução, análise e avaliação de ações. A pesquisa-ação tem como característica principal ser um processo que se modifica continuamente em ciclos de reflexão e ação. Em nosso estudo os problemas definidos relacionam-se a melhoria da aprendizagem de conceitos científicos e da visão de ciências dos alunos a partir da prática implementada pela professora com a abordagem da história da ciência para a educação científica.

Durante o trabalho com o grupo de Jovens e Adultos, foram realizados dois Estudos de Caso aliados aos episódios da história da ciência. Estes Estudos de Caso históricos foram relacionados a conteúdos de física ondulatória e de óptica geométrica. Nossos dados foram obtidos a partir das observações das aulas e também das respostas dos alunos aos questionamentos levantados no Estudo de Caso.

Após a análise dos dados obtidos foi possível verificar se a estratégia adotada de utilizar a integração entre Estudos de Caso e episódios históricos aliados a uma postura investigativa do professor pode contribuir com a aprendizagem de conceitos científicos e com a reflexão sobre o processo de construção do conhecimento científico.

1.3 - A organização do trabalho

Com o intuito de facilitarmos a leitura, organizamos o presente trabalho em sete capítulos. No primeiro deles, a presente introdução, apresentamos o quadro atual de ensino de física, a revisão da literatura, o desenho, a questão e os objetivos de nossa pesquisa.

O segundo capítulo discute os referenciais teóricos a respeito da abordagem da história da ciência na educação científica. Apresentamos as orientações das pesquisas realizadas na área nos últimos anos e os documentos nacionais que direcionam a importância da utilização da história da ciência no ensino de ciências. Tratamos também das contribuições desse tipo de abordagem para o ensino, ressaltando a importância de focalizar não apenas o estudo da ciência, mas também sobre a ciência. Por último comentamos sobre as dificuldades que têm sido relatadas na literatura sobre o uso da história da ciência no ensino.

No capítulo seguinte, tratamos do referencial metodológico de nossa pesquisa, aqueles relacionados à pesquisa-ação. Fazemos um breve histórico sobre este conceito, destacando seus principais representantes e vertentes. Em seguida, apresentamos os ciclos da pesquisa-ação, explicando cada uma de suas etapas.

No capítulo quatro, focalizamos nossa atenção para o contexto da pesquisa. Procuramos situar o leitor para o cenário da pesquisa, explicamos o motivo pelo qual o trabalho foi realizado com o público da Educação Profissional de Jovens e Adultos. Mostramos como as aulas foram desenvolvidas, a partir de inserções nas aulas de física e por fim apresentamos as características da turma contemplada com a aplicação da proposta didática.

No quinto capítulo, relatamos o primeiro ciclo da pesquisa, no qual definimos os problemas que seriam enfrentados, decorrente da avaliação da prática com a abordagem da história da ciência, a fim de promover a aprendizagem adequada de conceitos científicos e a reflexão sobre a natureza da ciência, em seguida, estabelecemos as hipóteses e elaboramos o planejamento de ação. Nossa ação volta-se para o desenvolvimento do primeiro Estudo de Caso histórico, que traz o episódio da expedição do francês Pierre Couplet ao Brasil em 1698, que foi relacionado ao conteúdo de física ondulatória. Em seguida, descrevemos o desenvolvimento da proposta, a metodologia para a coleta e análise dos dados e os resultados obtidos neste primeiro Estudo de Caso. Por fim, realizamos uma reflexão sobre a prática realizada no primeiro ciclo.

O capítulo seis, é dedicado à descrição do segundo ciclo, nele, apontamos os problemas encontrados no ciclo anterior, como a implementação de uma prática mais voltada para a discussão de aspectos relacionados ao processo de construção do conhecimento científico, em seguida propomos as hipóteses para a sua solução, e a partir disso, elaboramos nosso plano de ação. Este segundo ciclo da pesquisa ação volta-se para o desenvolvimento do segundo Estudo de Caso histórico, que apresenta o episódio do jesuíta astrônomo, Valentin Stansel, que fez observações de cometas no Brasil no século XVII, este episódio foi relacionado ao conteúdo de óptica geométrica. Em seguida, relatamos o desenvolvimento deste segundo ciclo e realizamos a coleta e análise dos dados. Por último, é feita uma reflexão sobre os resultados obtidos neste segundo ciclo.

Finalizamos este trabalho com o capítulo sete, no qual apresentamos nossas considerações finais e tecemos comentários gerais sobre novas perspectivas para a abordagem da história da ciência na educação científica.

A abordagem da história da ciência no ensino de ciências

Neste capítulo, apresentamos o referencial teórico de nossa pesquisa, a abordagem da história da ciência no ensino de ciências. Primeiramente, iremos tratar da tendência de aproximação da história da ciência ao ensino de ciências, que vem ocorrendo nos últimos anos. Também comentaremos a respeito de currículos de alguns países já vir adotando tal aproximação. Apresentaremos em seguida, a discussão presente na literatura sobre a importância das contribuições da história da ciência para a educação científica. Na terceira parte do capítulo, trataremos do seu uso para refletir sobre a ciência e sua natureza. E por último, comentaremos sobre as dificuldades que têm sido encontradas para sua efetiva aplicação em sala de aula e apresentaremos nossa proposta de aproximação entre a história da ciência e a educação científica.

2.1 – A incorporação da história da ciência ao ensino de ciências

Nos últimos anos, tem se verificado a crescente preocupação com a melhoria do ensino de ciências, busca-se favorecer a aprendizagem adequada de conceitos científicos e também contribuir com a percepção da ciência como um saber historicamente construído. Nesse âmbito advoga-se que o conhecimento apropriado da ciência não envolva apenas seus produtos, como o estudo de leis e teorias, mas também a compreensão de seu processo e métodos.

A aproximação da história da ciência tem sido recomendada na educação científica, como um recurso pedagógico com o objetivo de favorecer diferentes propósitos e vem sendo utilizada em diversos países. De acordo com Matthews (1995), a integração entre a história da ciência e a educação científica é encontrada em vários currículos nacionais, como nos Estados Unidos, através do Projeto 2061, da Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS), que corresponde desde a quinta série até a terceira série do ensino médio. Também é vista no novo Currículo Nacional Britânico e nos currículos holandês, dinamarquês e do País de Gales.

No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (Brasil, 2002a) também apontam para a importância desta aproximação, destacando a idéia da ciência como uma construção social.

A História da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos (Brasil, 2002a, p.240).

As Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002b) destacam a importância da história da ciência para o ensino de física como uma das competências essenciais na formação do aluno.

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, 2002b, p.64).

Em relação às competências e habilidades que devem ser adquiridas por estudantes de física, os PCNEM de física orientam:

- Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
- Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.
- Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes (Brasil, 2002a, p. 27).

Claramente estes tópicos apontam para um ensino de física vinculado a questões sociais, mostrando a ciência como construção humana e uma valorização do uso da história da ciência e os aspectos que as cercam.

No que se refere processo de construção do conhecimento científico, o PCNEM também (2002) comenta que a história da ciência permite:

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, 2002a, p. 27)

Este trecho reforça a idéia de que o processo científico é extremamente complexo é através da história da ciência podemos ver que as teorias científicas são construídas através de um esforço coletivo e também por tentativas e erros.

Ao tratar da compreensão do desenvolvimento histórico tecnológico e suas contribuições para a sociedade o PCNEM (2002) comenta que esta abordagem em sala de aula pode proporcionar:

A compreensão do desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas conseqüências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes. Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história. Muitas vezes tecnologia foi precedida pelo desenvolvimento da Física, como no caso da fabricação de lasers, ou, em outras, foi a tecnologia que antecedeu o conhecimento científico, como no caso das máquinas térmicas (Brasil, 2002, p. 14).

É importante reconhecer que a História da Ciência e a Tecnologia estão totalmente relacionadas e acarretaram diversas transformações na sociedade, refletindo em mudanças nos níveis econômico, político e social. A compreensão de como se desenvolveu a História da Ciência num âmbito tecnológico permite ver o desenvolvimento do saber humano, e possibilita uma visão mais crítica sobre a sociedade atual.

2.2 - As contribuições da história da ciência para a educação científica

Para Matthews (1995), além de contribuir com aulas mais interessantes, desafiadoras e reflexivas, a história da ciência também desempenha outros papéis importantes no ensino de ciências. A ampla bibliografia da área aponta para outros objetivos formativos proporcionados pelo uso da história da ciência no ensino de ciências como:

- (i) Permitir a humanização das ciências, mostrando seu vínculo com questões sociais, econômicas, políticas, filosóficas, éticas e culturais (Matthews, 1995).
- (ii) Proporcionar interações entre disciplinas, favorecendo o trabalho interdisciplinar nas escolas (Matthews, 1995; Vannucchi, 1996).
- (iii) Favorecer a maior compreensão de conceitos científicos, ao estudar a gênese de leis e teorias científicas e a evolução das idéias (Forato, 2009).
- (iv) Permitir o melhor conhecimento dos processos e das dificuldades que levaram a construção de leis e teorias são extremamente importantes para os professores, pois auxilia a organização de suas atividades e facilita a compreensão dos problemas enfrentados pelos alunos no entendimento de conceitos chaves da ciência (Pietrocola, 2003).
- (v) Permitir a ampliação da cultura geral do aluno, ao estudar e conhecer episódios da história da ciência (Forato, 2009).
- (vi) Favorecer uma reflexão crítica das implicações científicas na sociedade, ao apresentar a ciência como um produto dinâmico, criado por indivíduos e modificado muitas vezes por interesses políticos (Forato, 2009, Quintal e Guerra, 2009, Praia *et al*, 2007).
- (vii) Permitir uma melhor compreensão da natureza do conhecimento científico (Allchin, 2010, Forato, 2009, Martins, 2006).

De acordo com Forato (2009), o último dos objetivos listados acima tem sido reforçado nos últimos anos por estudiosos da área, com a idéia de possibilitar o questionamento da visão de ciência comumente aceita. A autora ainda aponta para a importância e necessidade de introduzir discussões sobre a natureza da ciência nas aulas de ciências.

2.3 - A natureza da ciência na educação científica

Pesquisas realizadas nos últimos anos no ensino de ciências têm nos mostrado que estudantes e professores destas disciplinas manifestam concepções consideradas inadequadas sobre a natureza da ciência (Praia *et al*, 2007; Gil-Pérez *et al.*, 2001; McComas *et al*, 1998). De acordo com Forato (2009), visões inadequadas sobre a ciência são constantemente reforçadas pela mídia e pelo próprio ensino de ciências, os quais apresentam os cientistas como pessoas geniais, que descobrem verdades absolutas através de um método científico infalível.

Mas, afinal o que é a natureza da ciência?

Este termo proveniente do inglês “*nature of science*” (NOS), surgiu com propostas para a restauração da educação científica nos Estados Unidos, Europa e também em outros países como o Brasil (Moura, 2008, Silva, 2010).

A natureza da ciência é um termo que se refere a uma grande variedade de assuntos relacionados com a filosofia, a sociologia e com a história da ciência. A natureza da ciência compreende um conjunto de 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).

Neste sentido, incorporar reflexões sobre a natureza da ciência na educação científica pode proporcionar visões mais adequadas sobre o fazer científico, favorecendo assim, um olhar mais crítico das implicações da ciência.

Reunimos as visões consideradas deformadas sobre a ciência e a atividade científica mais comumente presentes na literatura, são elas:

i) Empírico-indutivista: entende a observação e a experimentação como atividades neutras e ateóricas (Gil-Pérez *et al*, 2001).

ii) Rígida: acredita em um único método científico que segue um conjunto de etapas mecanicamente (Gil-Pérez *et al*, 2001).

iii) Dogmática: transmite conhecimentos já elaborados, sem mostrar quais foram os problemas que geraram sua construção, sua evolução e suas dificuldades. A ciência é vista como um dogma inquestionável (Gil-Pérez *et al*, 2001).

iv) Analítica: acredita que o conhecimento das partes é suficiente para a compreensão do todo. Esta visão tem caráter reducionista (Gil-Pérez *et al*, 2001).

v) Acumulativa: percebe os conhecimentos como fruto de um crescimento linear, ignorando-se as crises e as revoluções profundas (Gil-Pérez *et al*, 2001).

vi) Individualista: percebe a ciência como obras isoladas de grandes cientistas (Gil-Pérez *et al*, 2001).

vii) Descontextualizada: esquece as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Gil-Pérez *et al*, 2001).

viii) Anacrônica: desconsidera o contexto histórico em que um fato ou episódio ocorreu, interpretando os acontecimentos do período a partir de valores, crenças e ideias de outra época (Allchin, 2004).

Todas estas visões deformadas expressam, em conjunto, uma imagem ingênua e profundamente afastada do que é a construção do conhecimento científico, mas que se consolidou até tornar-se um estereótipo socialmente aceito. Estereótipo reforçado inclusive pela própria educação científica de forma passiva ou ativa (Silva, 2010; Gil-Pérez *et al.*, 2001).

De acordo com El-Hani (2006, p.6), ainda que não exista um consenso na literatura sobre uma “correta” imagem do trabalho científico, existem concepções que apresentam “um grau relativamente alto de concordância” e são essenciais para a atividade científica. Este tipo de visão opõe-se as apresentadas como deformadas e são consideradas visões adequadas sobre a ciência e a atividade científica. São elas:

i) Não-empírico-indutivista: aceita a dependência teórica da observação e da experimentação (Gil-Pérez *et al*, 2001; McComas *et al*, 1998).

ii) Não-rígida: reconhece a existência de uma variedade de métodos científicos (Gil-Pérez *et al*, 2001; McComas *et al*, 1998).

iii) Não-dogmática: compreende que o conhecimento científico é aberto, sujeito a mudanças e reformulações (Gil-Pérez *et al*, 2001).

iv) Não-analítica: sistematiza e unifica os conhecimentos científicos, admitindo sua complexidade (Gil-Pérez *et al*, 2001).

v) Gradativa: reconhece a existência de discussões e críticas durante o processo de construção da ciência, que muitas vezes transformam as ideias iniciais (Martins, 2006).

vi) Coletiva: percebe a natureza cooperativa do trabalho científico (Martins, 2006, Gil-Pérez *et al*, 2001).

vii) Contextualizada: compreende as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Martins, 2006; McComas *et al*, 1998).

viii) Diacrônica: Interpreta os conhecimentos de uma época de acordo com as necessidades e teorias da época estudada (Allchin, 2004).

As idéias acima citadas mostram que é indispensável uma abordagem da natureza da ciência em sala de aula, pois só através deste conhecimento os alunos podem entender como funciona a ciência, impedindo uma imagem distorcida do conhecimento científico que permeia em muitas ações no ensino.

2.4 – A aproximação entre a história da ciência e a educação científica

Diante do que foi visto nas seções anteriores, é fácil perceber a importância da incorporação da história da ciência na educação científica. Várias são as estratégias utilizadas abordando a história da ciência em sala de aula, como por exemplo, júri simulado (Silva e Martins, 2009), experimentos históricos (Quintal e Guerra, 2009), encenação teatral (Medina e Braga, 2010), história em quadrinhos (Bernardes e Santos, 2009) e episódios históricos (Braga *et al.*, 2010; Silva e Martins, 2010; Silveira *et al.*, 2010; Batista e Araman, 2009), sendo este último o método adotado para desenvolvemos nossa proposta didática no PROEJA.

Os episódios históricos constituem-se uma das aproximações da história da ciência ao ensino de ciências mais valorizadas nos últimos anos (Allchin, 2010; Forato, 2009; Martins, 2006). A adequada utilização dos episódios históricos favorece:

- O entendimento das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. A ciência não deve ser vista de forma isolada e atemporal, como se os cientistas elaborassem suas teorias em um passe de mágica e suas ideias não tivessem relações com os pensamentos da época (Martins, 2006).
- A compreensão do processo de desenvolvimento do conhecimento científico como um processo que ocorre de forma lenta e gradativa, com erros, dúvidas, discussão e debates essenciais para a edificação de teorias e leis (Martins, 2006).
- A compreensão do trabalho dos cientistas como um esforço coletivo no sentido de aprimorar e discutir um conhecimento existente (Martins, 2006 e Bastos e Krasilchik, 2004).

Neste sentido, a incorporação de episódios históricos pode suscitar uma compreensão mais adequada do desenvolvimento, estabelecimento e divulgação do conhecimento científico, bem como sobre suas influências sobre a sociedade, sua aceitação ou rejeição, entre outros pontos (Irwin, 2000, Vannuchi, 1996 e Matthews, 1995).

No presente capítulo, apresentamos os referenciais metodológicos da pesquisa realizada. A primeira parte traz uma breve história do conceito de pesquisa-ação, bem como os principais representantes deste tipo de pesquisa. Em seguida, tratamos dos ciclos reflexivos da pesquisa e explicamos cada uma de suas etapas.

3.1 - Uma definição para a pesquisa-ação

Nos últimos anos vem crescendo o número de trabalhos que utilizam a metodologia da pesquisa-ação no cenário educacional (Tripp, 2005). Mas, afinal o que é a pesquisa-ação?

A fim de responder esta questão, apresentamos as definições propostas por alguns autores.

Apesar de variadas definições e diversificados usos e sentidos para este termo, entende-se que a pesquisa-ação é utilizada para descrever as atividades que os professores realizam em sala de aula e tem como objetivo melhorar o sistema educativo e social. A pesquisa-ação é então vista como uma *“indagação da prática realizada pelos professores, de forma colaborativa, com a finalidade de melhorar sua prática educativa através de ciclos de ação e reflexão”* (Latorre, 2007, p.24).

Para Tripp (2005), a dificuldade em definir a pesquisa-ação pode ser explicada por duas razões: primeiro é um processo tão natural que se apresenta, sob muitos aspectos, diferente; e segundo, ela se desenvolveu de maneira diferente para diferentes aplicações. Segundo este mesmo autor.

“a pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos”.

A pesquisa-ação é um dos inúmeros tipos de investigação-ação, um termo genérico para qualquer processo que siga um ciclo, com o objetivo de aprimorar a prática *“pela*

oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela” (Tripp, 2005). Este ciclo se configura em torno de quatro momentos: planejamento, ação, monitoramento e avaliação.

A pesquisa-ação surgiu inicialmente na década de 60, na área da sociologia e hoje tem sua atuação ampliada para o ensino, como uma resposta à articulação entre a teoria educacional e a prática da sala de aula. Pois como o próprio nome já sugere é a união entre a pesquisa à ação ou à prática (Engel, 2000).

A pesquisa-ação para o ensino nasce da necessidade de ajudar os professores na solução de seus problemas em sala de aula, desse modo, *“a pesquisa-ação é um instrumento ideal para uma pesquisa relacionada à prática”* (Engel, 2000).

Diante das definições dos autores, podemos perceber que a pesquisa-ação relaciona-se inteiramente com a prática. Este é um método essencial para a reflexão sobre a prática dos professores. Outro ponto bastante destacado pelos autores é de que a pesquisa deve ser realizada em ciclos reflexivos.

3.2 – Pesquisa-ação: diferentes enfoques para o processo

Existem diferentes concepções para a o processo da pesquisa-ação. Em seguida apresentamos um pequeno resumo dos principais representantes da pesquisa-ação.

3.2.1 - Modelo de Lewin

Em geral, atribui-se a origem do conceito de pesquisa-ação ao psicólogo Kurt Lewin, que em 1944, desenvolveu uma metodologia de pesquisa e intervenção de questões sociais no dia-a-dia. Lewin, que inaugura a corrente norte-americana de pesquisa-ação, propõe um modelo de pesquisa-ação baseado em ciclos de espirais auto-reflexivas (André, 2007).

Cada ciclo se constitui em uma série de passos: planejamento, ação e evolução da ação. O ciclo é iniciado com uma ideia geral sobre um tema de estudo e sobre este é elaborado um plano de ação, de modo a atingir um objetivo pré-estabelecido. O momento da avaliação proporciona ao pesquisador a oportunidade de aprender sobre os procedimentos e a eficácia da ação e dá suporte ao planejamento do próximo passo, iniciando um novo ciclo e assim sucessivamente (Jordão, 2005).

Em síntese, podemos verificar que Lewin preocupava-se em promover uma mudança social, buscando melhorias através da participação dos sujeitos estudados.

3.2.2 - Modelo de Kemmis

A corrente australiana tem como principal representante Kemmis, que apoiado pelo modelo de Lewin elabora um modelo para aplicá-lo no ensino. Para este autor na pesquisa-ação “*os professores são incentivados a questionar suas próprias idéias e teorias educativas, suas próprias práticas e seus próprios contextos como objetos de análise e crítica*” (Kemmis e McTaggart, 1988, p. 174).

Kemmis define a pesquisa-ação como uma forma de investigação auto-reflexiva, realizada por professores para melhorar a compreensão, a racionalidade e a injustiça de suas próprias práticas, bem como as situações sociais nas quais elas ocorrem. Para este autor, a pesquisa-ação deve estar sempre conectada a ação social, incorporando uma dimensão crítica, além de ser uma forma de aprendizagem colaborativa, onde os grupos aprendem a mudar a partir do próprio processo de efetuar transformações, estudando esse processo e as suas conseqüências, bem como elaborando novas tentativas de mudanças.

Assim, a pesquisa-ação é o método principal para a melhoria da prática curricular e a formação de profissionais autônomos e reflexivos.

3.2.3 - Modelo de Elliot

A linha anglo-saxônica, proposta por Elliot, ocorreu originalmente no campo educacional e a preocupação não era apenas com a formação do professor, mas também questões relacionadas ao currículo (André, 2007). Para Elliot a pesquisa-ação pode ser definida como um estudo de uma situação social conduzido para melhorar as ações que nela se desenvolvem.

O modelo proposto por Elliot toma como base o modelo de Lewin e apresenta as seguintes fases:

- Identificação de uma ideia geral e identificação do problema a ser investigado.
- Exploração das hipóteses de ação para utilizar na prática.
- Construção de um plano de ação que envolve: a revisão do problema, as ações, o planejamento de instrumentos para ter acesso às informações.

Elliot define a pesquisa-ação como o estudo de uma situação social, conduzido para melhorar a qualidade das ações que nela se desenvolvem e assim gerar conhecimentos. Esse processo acontece em grupos, nos quais as pessoas partilham seus valores, a fim de modificar os problemas identificados em suas próprias práticas (Jordão, 2005).

3.3 - Algumas características essenciais da pesquisa-ação

De maneira geral, pode-se dizer que a pesquisa-ação sempre implica em um plano de ação baseado em objetivos de mudança a implementação e controle desse plano através de fases de ação, assim como a descrição concomitante do processo cíclico resultante. Porém, Kemmis e McTaggart (1988) identificam várias características básicas da pesquisa-ação que ajudam a distingui-la de outros tipos de pesquisa qualitativa. Segundo eles, a pesquisa-ação:

- é uma abordagem para melhorar a educação através de mudanças e para aprender desde as conseqüências das mudanças;
- se desenvolve através de uma espiral auto-reflexiva de ciclos de planificação, ação, observação sistemática, reflexão, replanificação, nova ação, observação e reflexão;
- é participativa, as pessoas trabalham para melhorar suas próprias práticas;
- é colaborativa, cria grupos auto-críticos que participam e colaboram em todas as fases do processo investigativo;
- envolve os participantes em um processo de teorização sobre suas práticas, questionando circunstâncias, ações e conseqüências dessas práticas;
- requer que as pessoas ponham em xeque suas idéias e suposições com relação às instituições;
- é aberta com relação ao que conta como evidência, ou dados, mas sempre implica manter e analisar registros das conseqüências das ações implementadas;
- permite que os participantes, ao mesmo tempo, mantenham registros de suas próprias mudanças pessoais e analisem criticamente as conseqüências dessas mudanças;
- começa pequena; normalmente com pequenas mudanças que um pequeno grupo, ou talvez uma só pessoa, possa tentar, mas se desloca, gradativamente, rumo a mudanças mais extensivas;
- requer que os participantes analisem criticamente as situações (salas de aulas escolas, sistemas educativos) nos quais trabalham;
- é um processo político porque envolve mudanças nas ações e interações que constituem e estruturam práticas sociais; tais mudanças tipicamente afetam as expectativas e interesses de outros além dos participantes imediatos nessas ações e interações.

Engel (2000), em seu trabalho também reuniu algumas características essenciais da pesquisa-ação. Segundo este autor, na pesquisa-ação:

- o processo de pesquisa deve tornar-se um processo de aprendizagem para todos os participantes e a separação entre sujeito e objeto de pesquisa deve ser superada.

- como critério de validade dos resultados da pesquisa-ação sugere-se a utilidade dos dados para os clientes: as estratégias e produtos serão úteis para os envolvidos se forem capazes de apreender sua situação e de modificá-la. O pesquisador parece-se, neste contexto, a um praticante social que intervém numa situação com o fim de verificar se um novo procedimento é eficaz ou não.

- no ensino, a pesquisa-ação tem por objeto de pesquisa as ações humanas em situações que são percebidas pelo professor como sendo inaceitáveis sob certos aspectos, que são suscetíveis de mudanças e que, portanto, exigem uma resposta prática. Já a situação problemática é interpretada a partir do ponto de vista das pessoas envolvidas, baseando-se, portanto, sobre as representações que os diversos atores (professores, alunos, diretores etc.) têm da situação.

- a pesquisa-ação é situacional: procura diagnosticar um problema específico numa situação também específica, com o fim de atingir uma relevância prática dos resultados. Não está, portanto, em primeira linha interessada na obtenção de enunciados científicos generalizáveis (relevância global). Há, no entanto, situações em que se pode alegar alguma possibilidade de generalização para os resultados da pesquisa-ação: se vários estudos em diferentes situações levam a resultados semelhantes, isto permite maior capacidade de generalização do que um único estudo.

- a pesquisa-ação é auto-avaliativa, isto é, as modificações introduzidas na prática são constantemente avaliadas no decorrer do processo de intervenção e o feedback obtido do monitoramento da prática é traduzido em modificações, mudanças de direção e redefinições, conforme necessário, trazendo benefícios para o próprio processo, isto é, para a prática, sem ter em vista, em primeira linha, o benefício de situações futuras.

- a pesquisa-ação é cíclica: as fases finais são usadas para aprimorar os resultados das fases anteriores.

3.4 – A participação na pesquisa-ação

Após apresentarmos as definições propostas por diferentes autores para a pesquisa-ação, de realizarmos um breve resumo deste conceito e de levantarmos as principais características deste método, serão apresentadas aqui as diferentes formas de participação em um projeto de pesquisa-ação. Segundo Tripp (2005) esta participação pode ocorrer de quatro diferentes modos:

Obrigação: quando um participante não tem opção quanto ao assunto, em geral por haver algum tipo de coação ou diretriz de parte de um superior.

Cooptação: quando um pesquisador persuade alguém a (a optar por) ajudá-lo em sua pesquisa e a pessoa cooptada de fato concorda em prestar um serviço ao pesquisador.

Cooperação: quando um pesquisador consegue que alguém concorde em participar de seu projeto, a pessoa que coopera trabalha como parceiro sob muitos aspectos (uma vez que é regularmente consultado), mas num projeto que sempre “pertence” ao pesquisador (o “dono” do projeto). A maioria das pesquisas para dissertação é desse tipo.

Colaboração: quando as pessoas trabalham juntas como co-pesquisadores em um projeto no qual têm igual participação.

3.5 – As modalidades na pesquisa-ação

Diante da definição e também das características essenciais de uma pesquisa-ação, Latorre (2007), aponta três tipos de pesquisa-ação: técnica, prática e crítica emancipatória.

3.5.1 - Pesquisa-ação técnica

A pesquisa-ação técnica constitui uma abordagem em que o pesquisador segue um “manual”. Nesse tipo de pesquisa, os professores seguem um trabalho já desenvolvido por pesquisadores externos (Latorre, 2007).

Estes agentes externos ao grupo testam seus resultados em outro local e por outras pessoas. Segundo Jordão (2005) este tipo de pesquisa não só pode contribuir para a melhora dos conhecimentos do grupo externo, através do desenvolvimento da prática pedagógica dos professores, mas também pode proporcionar melhorias nas atividades metodológicas dos professores subsidiando-os para que no futuro, organizem e desenvolvam seus próprios projetos de investigação, na ausência de facilitadores externos.

3.5.2 - Pesquisa-ação prática

Neste tipo de pesquisa o professor tem alguma autonomia em relação ao projeto, pois é ele quem escolhe ou projeta as mudanças a serem implementadas. Porém, o professor pode pedir a ajuda de um pesquisador externo (Latorre, 2007).

Os pesquisadores externos, neste caso, relacionam-se cooperativamente com os professores, ajudando-os a articular suas próprias preocupações, a planejar a ação estratégica para a mudança, a detectar os problemas e os efeitos das ações e a refletir sobre sua validade e suas conseqüências, a fim de desenvolver o raciocínio dos professores (Jordão, 2005).

3.5.3 - Pesquisa-ação crítica emancipatória

A pesquisa-ação crítica emancipatória incorpora as ideias da teoria crítica. Este tipo de pesquisa busca emancipar o professor, fazendo-o refletir sobre seus propósitos, práticas e crenças (Latorre, 2007).

Este tipo de pesquisa-ação ocorre quando o grupo de professores assume coletivamente a responsabilidade pelo desenvolvimento e pela transformação da prática, considerando-a social e historicamente construída. Na pesquisa-ação-emancipatória, o papel do facilitador pode ser exercido por qualquer membro do grupo, se houver um agente externo, sua função é apenas a de moderador das discussões, ajudando os professores a problematizar e a modificar suas práticas (Jordão, 2005).

Segundo Tripp (2005), dificilmente os projetos de pesquisa-ação englobam apenas uma dessas modalidades durante toda a pesquisa, mas mudam continuamente de uma modalidade para outra.

3.6 - Os ciclos da pesquisa-ação

Como já comentamos no início deste capítulo, a pesquisa-ação tem caráter cíclico. Segundo Latorre (2007), uma pesquisa-ação pode levar apenas um ciclo ou vários, como ocorre na maioria das pesquisas, o que dependerá do problema e do tempo disponível para o desenvolvimento do projeto. Quando existem vários ciclos fala-se em uma espiral de ciclos. A espiral autoreflexiva tem os seguintes aspectos: inicia com uma situação problemática, analisa-se e revisa o problema a fim de obter melhorias, o plano de ação é implementado, se observa, ou seja, faz um monitoramento desta ação, reflete sobre os resultados obtidos e avalia para repensar um novo ciclo. A seguir, na figura 3.1 estão detalhadas todas as etapas do ciclo da pesquisa-ação.

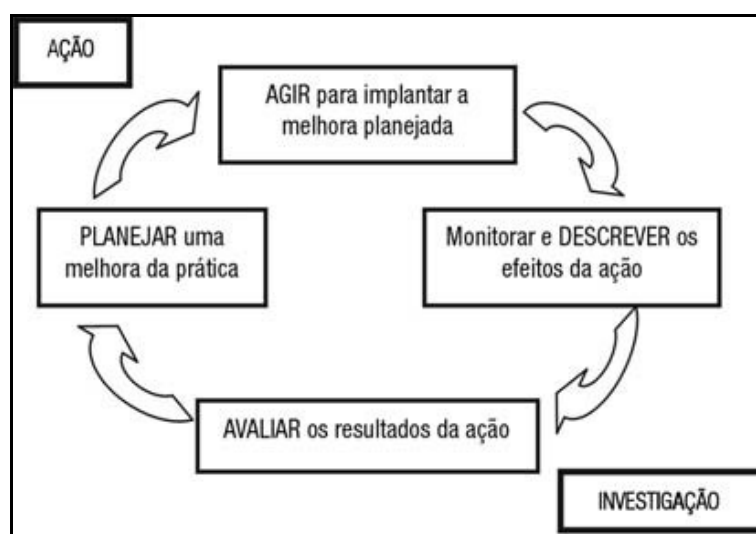


Figura 3.1. Ciclo da pesquisa-ação. Fonte: (Tripp, 2005)

3.6.1 - Primeira fase: o planejamento da ação

Esta etapa do ciclo inicia-se com a definição de um problema, este problema deve ser algo, que segundo Engel (2000) intriga o pesquisador, que pode ser melhorado na área de ensino. E o autor cita alguns destes problemas que podem ser observados pelo professor, como por exemplo:

- falta de interesse ou motivação dos alunos;
- desempenho médio insuficiente por parte dos discentes;
- passividade dos discentes em sala de aula;
- alto grau de absenteísmo;
- número demasiadamente elevado de alunos por sala de aula.

Após a identificação do problema deve-se verificar a relevância e a viabilidade da prática a ser implementada. Deve ser feito um diagnóstico sobre o(s) problema(s) encontrado(s). Nesse momento deve ser feita primeiramente uma pesquisa preliminar, que envolve uma revisão bibliográfica, com o objetivo de identificar os resultados, procedimentos e até mesmo as dificuldades encontradas em pesquisas relativas ao problema levantado. Em segundo lugar, observar a sala de aula, a fim de compreender o que realmente ocorrerá com a situação problemática averiguada. E por último, pode ser realizada um levantamento das necessidades dos estudantes, buscando-se identificar com mais clareza a situação problemática a ser investigada.

A partir das informações obtidas na pesquisa preliminar é a vez de formular as hipóteses para a melhora da prática. Em seguida o plano de ação é desenvolvido.

3.6.2 - Segunda fase: a ação

Este é o momento de implementar a ação que foi planejada na primeira fase. A ação deve ser controlada e deve registrar as informações, que posteriormente darão suporte a reflexão.

3.6.3 - Terceira fase: monitoramento da ação

Esta é a fase de supervisionar a ação, identificar os efeitos ou conseqüências da melhora da prática. Neste momento deve-se recolher os dados obtidos e analisá-los.

Os dados podem ser recolhidos de diferentes formas, como por exemplo, por meio de: testes, provas objetivas, escalas, questionários observação sistemática, entrevista, observação participante, análise documental, gravação de vídeo e/ou áudio e fotografia.

3.6.4 - Quarta fase: reflexão sobre a ação

Este é o momento de encerramento do ciclo é a fase de refletir sobre o trabalho desenvolvido e avaliar a necessidade de se iniciar um novo ciclo da espiral auto-reflexiva.

3.7- A pesquisa-ação com o PROEJA

A partir da orientação metodológica apresentada, decidimos organizar nossa pesquisa em dois ciclos, de maneira que cada um deles durasse cerca de um mês e meio. Em ambos planejamos, agimos, observamos e refletimos com um estudo de caso histórico em aulas de física com o objetivo de superar ou amenizar um problema identificado. Disponibilizamos momentos nas aulas de física para a discussão sobre episódios históricos, conforme a proposta didática elaborada.

O contexto da pesquisa

Este capítulo tem como objetivo situar o leitor sobre o cenário em que a pesquisa foi desenvolvida. Antes de iniciarmos a descrição do processo de aplicação de nossa proposta didática iremos explicar os motivos que levaram ao desenvolvimento do trabalho com o público de Jovens e Adultos iremos, também, apresentar como ocorreu a escolha da turma e descreveremos como foram realizadas as inserções nas aulas de física. Por fim, serão apresentadas as características principais da turma, para que o leitor possa estar mais familiarizado com o público em que a pesquisa foi desenvolvida.

4.1 - O PROEJA

A EJA representa uma parcela da sociedade brasileira que não conseguiu em tempo “regular” cumprir sua escolaridade devido, em grande parte, a problemas de não permanência ou insucesso no ensino fundamental. As desigualdades socioeconômicas, que ainda marcam a população brasileira e que faz as famílias buscarem no trabalho infantil uma fonte de renda, acabam roubando o tempo de escola das crianças. Mais tarde, estes jovens, que por vários motivos abandonaram a escola, retornam com a crença de que com melhor escolaridade poderão ter maiores condições de conseguirem empregos mais dignos.

É nesse sentido, com a intenção de proporcionar o direito de concluir a educação básica e também de ter acesso a uma formação profissional de qualidade que foi criado o PROEJA, inicialmente no âmbito da rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica através do Decreto nº. 5.478/2005 e posteriormente com o Decreto nº. 5.840/2006 (atual instrumento legal regulador do PROEJA) e ampliado às instituições públicas municipais e estaduais.

O PROEJA tem como um de seus principais objetivos resgatar e reinserir no sistema escolar brasileiro, jovens e adultos que ainda não possuem o ensino fundamental e aqueles que já o completaram, mas que não concluíram nem o ensino médio nem um curso que os habilite a uma profissão técnica de nível médio.

Para atender este novo público é necessário ter uma educação que privilegie a reflexão e o conhecimento como ferramenta para transformação e recuperação da humanidade. Neste

sentido, procurou-se pensar novas formas de agir com esta recente modalidade de ensino, o PROEJA. A partir disso, foram financiadas pesquisas acadêmicas, como previa o documento base referente ao Decreto nº. 5.478/2005 e projetos de pesquisa foram escolhidos posteriormente através do edital PROEJA-CAPES/SETEC nº. 03/2006, que destinou cerca de U\$ 1,5 milhão a nove projetos selecionados em todo o Brasil. Cada um deles foi concebido em parceria entre Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IF), que deveriam possuir cursos PROEJA, e Institutos de Ensino Superior (IES), que deveriam possuir cursos de pós-graduação *stricto sensus*.

Um dos projetos contemplados foi o intitulado “Educando Jovens e Adultos para Ciências com Tecnologias de Informação e Comunicação” (Linhares e Reis, 2006), constituído através de parceria entre pesquisadores o IFF e a UENF. Parte do objetivo geral do projeto era “contribuir para transformar a escola em espaço de trabalho, pesquisa e formação em Ciências de jovens e adultos” (Linhares e Reis, op. cit).

Os trabalhos em sala de aula com o público PROEJA, no âmbito do projeto acima mencionado, se iniciaram no primeiro semestre de 2008 em uma turma do curso técnico de eletrônica do IFF. Foi realizado um trabalho interdisciplinar entre química, física e biologia utilizando a estratégia de ensino de Estudos de Caso, com apoio do EVA. O trabalho de Bastos (2009) investigou a participação dos alunos em dois fóruns de discussão, uma das ferramentas disponíveis no ambiente EVA, relacionado aos temas: nanotecnologia e Leis de Newton. O trabalho de Souza (2009) investigou as relações entre a sala de aula e o Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA), com a introdução de um experimento didático em aulas de química. Os resultados dos trabalhos realizados apresentaram êxito com a implementação da estratégia de Estudos de Caso e também com a utilização do EVA.

4.2 - As inserções nas aulas de física

Para nos posicionarmos como educadores que buscavam promover um ensino de ciências mais crítico e reflexivo no ensino de jovens e adultos, decidimos planejar uma proposta didática baseada em inserções semanais, em horários cedidos pela professora titular da turma, na disciplina de física da mesma turma de eletrônica do IFF que havia passado por estratégias diferenciadas em semestre anteriores.

O trabalho foi realizado durante o segundo semestre letivo de 2009. A proposta didática devolvida neste semestre foi realizada pela autora desta dissertação (daqui em diante denominada de pesquisadora), que esteve diretamente envolvida na construção e avaliação da mesma. Neste semestre haveria um total de trinta aulas, duas por semana, de 45 minutos cada. Sendo assim, teríamos quinze semanas letivas no semestre. A pesquisadora desenvolveria sua

proposta nas primeiras aulas, distribuídas por treze semanas, e a professora titular de física da turma ficaria com todas as aulas do segundo horário e poderia desenvolver seu trabalho em todas as semanas letivas daquele semestre.

Os conteúdos do semestre seriam de física ondulatória e de óptica geométrica. A pesquisadora desenvolveria sua proposta didática independente dos conteúdos ministrados pela professora. A única convergência seria no fato de que os conteúdos seriam iniciados por física ondulatória e por último o conteúdo de óptica geométrica.

4.3 - O público-alvo: a turma de eletrônica

A turma em que o trabalho iria ser implementado era composta por oito alunos, com perfis heterogêneos, as idades variavam de 18 a 50 anos, alguns tinham filhos e muitos trabalhavam e/ou residiam em cidades vizinhas. Porém, esta turma de eletrônica que seria contemplada com o trabalho envolvendo a história da ciência, já havia passado por diversas mudanças.

De acordo com Souza (2009), no primeiro semestre de 2008, o IFF disponibilizou 40 vagas para o curso técnico de eletrônica do PROEJA, e apenas 23 alunos matricularam-se, restando assim, 17 vagas ociosas. Após reprovações, principalmente na disciplina de matemática e desistência de alguns alunos por outros motivos a turma passou a contar com 8 alunos no final de 2008 e foi com este grupo de alunos que a proposta com a abordagem da história da ciência foi desenvolvida.

Os resultados dos trabalhos realizados na turma pelo grupo, em semestres anteriores mostraram que a turma era bastante participativa, interagiam durante as aulas e eram receptivos a estratégias diferenciadas. A turma também já havia se adaptado à estratégia de Estudos de Caso e também se mostravam familiarizados com o uso do EVA.

O Primeiro Estudo de Caso

O presente capítulo descreve as etapas do primeiro ciclo reflexivo de pesquisa-ação, implementado em aulas de física do PROEJA. É apresentada a estratégia utilizada e os resultados obtidos no decorrer do primeiro Estudo de Caso trabalhado.

No primeiro momento, iremos definir os problemas que guiarão todo o planejamento da ação deste primeiro ciclo. Em seguida, serão feitas as hipóteses de solução para os problemas levantados, o que culminará no planejamento da ação.

Na segunda etapa deste ciclo, relataremos em detalhes as atividades desenvolvidas durante a implementação da proposta didática realizada durante as sete inserções deste primeiro Estudo de Caso.

A etapa seguinte tratará da metodologia empregada na pesquisa, bem como os instrumentos de coleta de dados e os dados obtidos. Será alvo deste capítulo também o método de análise e os resultados obtidos a partir da implementação da proposta didática.

Na quarta e última etapa será feita uma reflexão sobre as contribuições ocorridas ao fim deste primeiro ciclo.

5.1 - Primeira Etapa: Planejamento da ação

Seguindo as orientações dos ciclos reflexivos da pesquisa-ação, nesta seção, apresentaremos primeiramente os problemas que foram detectados para que em seguida sejam formuladas as hipóteses de solução e finalmente planejada a ação.

5.1.1 - A definição dos problemas

A partir do objetivo proposto pelo projeto “Educando Jovens e Adultos para Ciências com Tecnologias de Informação e Comunicação”, de investigar novas metodologias para o ensino de Ciências da Natureza no PROEJA, com apoio do ambiente virtual EVA, começamos a estruturar a pesquisa que desenvolveria com este público.

Porém, começavam a surgir às dúvidas e as dificuldades na aproximação da história da ciência ao ensino de física:

- Como utilizar a história da ciência no ensino de física com o público PROEJA?
- Como seria a proposta didática?
- Que objetivos pretendíamos alcançar com a abordagem da história da ciência no ensino de física?
- Que postura o professor deveria ter para o desenvolvimento desta prática?

Conforme visto na revisão da literatura, muitas propostas têm sido feitas, mas ainda são poucos os trabalhos que apresentam aplicações da história da ciência em sala de aula.

Diante deste quadro, foi possível então definirmos os problemas que desencadeariam a nossa pesquisa, neste primeiro ciclo:

- Como realizar uma prática utilizando a história da ciência no ensino de física com o grupo de Jovens e Adultos?
- Será que a utilização da história da ciência no ensino pode contribuir com a aprendizagem adequada de conceitos científicos e com uma visão adequada da natureza da ciência, com o público PROEJA?

5.1.2 - As hipóteses

A partir da definição dos problemas, iniciamos a fase de estruturar a proposta didática a ser implementada. Nosso objetivo é refletir se a prática realizada com o uso da história da ciência contribui com a compreensão de conteúdos científicos e com visões adequadas sobre o processo de desenvolvimento do conhecimento científico.

Como exposto no capítulo 4, sobre o contexto da pesquisa, a turma selecionada já havia experimentado estratégias diferenciadas e inclusive conhecia e se mostrava adaptada ao método de Estudos de Caso e ao ambiente EVA. Diante disso, decidimos continuar com a estratégia de Estudos de Caso e também com a utilização do EVA, por três motivos. O primeiro deles se devia a um dos objetivos traçados no próprio projeto, de utilizar tecnologias de informação e comunicação com o público PROEJA, o segundo esta ligado ao pouco tempo que disponibilizávamos para implementar uma outra proposta completamente diferente do que os alunos já estavam adaptados. O terceiro e último motivo, estava relacionado com a utilização do ambiente EVA, pois segundo Souza (2009), o EVA permite que os alunos, mesmo em casa, possam continuar o desenvolvimento das atividades, se tornado assim, um alargamento da sala de aula, o que permite mais tempo para o desenvolvimento do trabalho com os alunos.

Diante dos motivos expostos acima, resolvemos então, utilizar a estratégia de Estudos de Caso integrada a episódios da história da ciência. Conforme discutimos no capítulo dois, o

uso de episódios históricos favorece uma visão mais ampla da atividade científica. Além disso, a revisão da literatura também mostrou que muitos trabalhos vêm utilizando atividades com episódios da história da ciência tem adquirido resultados satisfatórios.

Nesse sentido, procuramos selecionar episódios, para o trabalho com o público PROEJA que tivessem relação com o tema de conteúdos de física, mas que também permitissem tratar de assuntos controversos e trouxessem problemas investigados em determinada época para incentivar a formação de uma visão de ciência na qual sua construção sofre influência da sociedade, é complexa, ocorre de forma lenta e gradativa, sujeita a erros e dúvidas e é realizada de forma coletiva. Além disso, foram priorizados episódios ocorridos no Brasil, pois desta forma, acreditamos estar incentivando a valorização da cultura científica nacional (Santos-Neto, 2007).

5.1.3 – Plano de ação

A partir, da seleção dos episódios da história da ciência que ocorreram no Brasil, construímos um Estudo de Caso tomando como base as orientações de Stinner e cols. (2003), que vêm a estrutura de um Estudo de Caso histórico podendo ser decomposta em três partes: i) contexto histórico; ii) experimento(s) e ideias principais; iii) implicações para a alfabetização científica e o ensino de ciências.

Ao término de nossa busca, chegamos a dois episódios ocorridos no fim do século XVII, no contexto das intensas discussões astronômicas da época. Um dos episódios se relacionava com a dúvida sobre o formato da terra – a terra tem seus pólos achatados ou alongados? – e o outro episódio estava contido nas indagações sobre os cometas – os cometas são fenômenos aéreos ou celestes? –. Ambos os episódios selecionados estão citados no *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* de Isaac Newton.

Procuramos também, em nossa proposta, assumir uma postura investigativa, priorizando as discussões em sala de aula. Propomos assim, dar voz aos alunos para que estes possam compartilhar diferentes pontos de vista, apresentar explicações para os problemas enfrentados e defender posições. De acordo com Vannuchhi (1996), oportunizar momentos de discussão e argumentação em sala pode proporcionar maiores chances de os alunos compreenderem os temas propostos para investigação e também entender os processos de raciocínio envolvidos.

5.2 - Segunda Etapa: implementação da proposta

O primeiro Estudo de Caso foi realizado em sete inserções nas aulas de física, no primeiro semestre de 2009. As aulas eram noturnas com duração de 45 minutos. Nas aulas

apresentávamos o Estudo de Caso, estudávamos e discutíamos o episódio e procurávamos soluções para as questões levantadas.

Este primeiro Estudo de Caso trata do episódio da expedição do francês Pierre Couplet ao Brasil. Para seleção e estudo do episódio histórico recorremos a textos de divulgação científica publicados na literatura por historiadores da ciência. A opção pelos textos de divulgação em detrimento dos textos originais, se deve à facilidade de acesso às informações e a uma linguagem mais próxima do cotidiano dos estudantes. O episódio histórico selecionado ocorreu durante o século XVII e as referências adotadas em nosso trabalho se baseiam nas pesquisas publicadas por Moreira (1991 e 2003).

A seguir, apresentaremos o episódio estudado durante este primeiro ciclo e também mostraremos detalhadamente o desenvolvimento deste Estudo de Caso histórico durante as sete inserções nas aulas de física.

5.2.1 - O Episódio

O episódio está situado nas discussões ocorridas no fim do século XVII a respeito do formato da terra. A dúvida consistia em determinar se ela era alongada nos pólos como defendiam os cientistas franceses ou achatada como sustentava a teoria newtoniana. Para Newton, a Terra deveria ser achatada nos pólos devido a sua lei da atração gravitacional e a aceleração centrífuga, devida à rotação da Terra, enquanto que para os cartesianos franceses, aqueles seguidores de Descartes, a Terra deveria ser alongada nos pólos.

No fim do século XVII os relógios de pêndulo (figura 5.1) começaram a ser utilizados para medir a variação da aceleração da gravidade local. Esta utilização estava embasada nos trabalhos iniciados por Galileu com pêndulos de diferentes massas e comprimentos e na primeira expressão obtida por Huygens para o período de oscilação de um pêndulo simples, a qual diz que o período de oscilação do pêndulo está relacionado com a aceleração gravitacional.



Figura 5.1: relógio de pêndulo (Fonte: efisica.if.usp.br).

Na mesma época, Newton sustentava que o pêndulo sofreria um atraso em regiões próximas a linha do Equador, pois é a região mais distante do centro da Terra e de acordo com sua teoria da Gravitação Universal, a força gravitacional é inversamente proporcional ao quadrado da distância. Já em regiões próximas aos pólos da Terra, o pêndulo seria adiantado, já que nos pólos a distância em relação ao centro da Terra é menor.

Esta discussão somada a outras que ocorriam na mesma época motivaram a realização de várias expedições científicas a diversas partes do globo, entre elas, a expedição do francês Pierre Couplet à Paraíba, no Brasil. A escolha do local esteve fato de sua proximidade com a linha do Equador. Couplet chegou ao Brasil em 1698, trazendo consigo um relógio de pêndulo. Na Paraíba, regulou o seu relógio de acordo com o movimento médio do sol (figura 5.2).

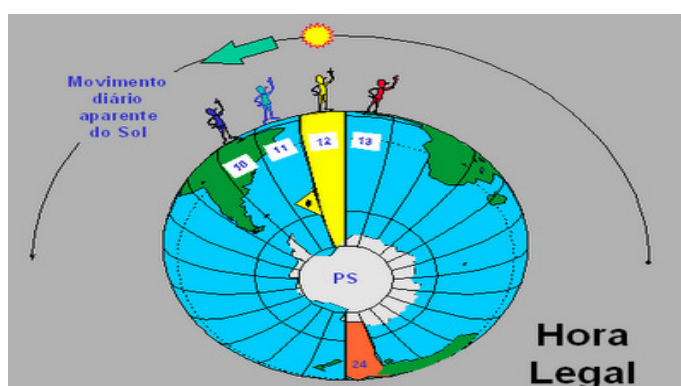


Figura 5.2. Movimento médio do sol (Fonte: pra-frente-brasil-afn.blogspot.com)

Couplet, primeiramente colocou seu relógio de pêndulo com o mesmo comprimento que se encontrava em Paris e começou a observar o seu relógio em relação ao movimento médio do sol, percebendo que seu relógio sofria um atraso de 4 minutos e 12 segundos a cada 24 horas, em relação a este movimento. Couplet encurtou o pêndulo várias vezes até que seu relógio estivesse ajustado de acordo com o movimento médio, conforme o próprio autor das medidas descreve em seu trabalho (Moreira 1991).

Quando cheguei à Paraíba, no mês de março de 1698, meu primeiro cuidado foi o de regular meu relógio e colocá-lo exatamente de acordo com o movimento médio (do sol), tanto para conhecer a diferença do comprimento do pêndulo, como para me preparar para fazer as observações dos satélites de Júpiter para determinar a longitude desta vila. De início, coloquei meu pêndulo no estado em que ele se encontrava quando parti de Paris, e o movimenteí; descobri que atrasava, de seu movimento médio, 4 min 12s a cada 24 horas.

Encurtei, portanto, o pêndulo várias vezes e, após regulá-lo em relação ao movimento médio, achei que o pêndulo devia ser mais curto na Paraíba do que em Paris de 3 linhas e dois traços (Couplet, P., 1700, p. 175, *apud*, Moreira, 1991).

As medidas obtidas por Couplet na Paraíba, juntamente com outras obtidas em expedições realizadas nas proximidades dos pólos, foram incluídas por Newton em uma nova edição do Principia, em 1713, corroborando com suas previsões acerca da forma da Terra e contrariando as afirmações dos cartesianos franceses. Abaixo encontramos a citação de Newton, no Principia, proposição XX, as medições de Couplet na Paraíba.

Depois disto, o Sr. Couplet, o filho, no mês de julho, 1697, no Observatório Real de Paris, regulou seu relógio de pêndulo com o movimento médio do sol, mantendo por um tempo considerável o relógio ajustado com este movimento. No mês de novembro seguinte, após sua chegada a Lisboa, achou que seu relógio de andava mais lentamente do que antes por uma taxa de 2 min 13s, em 24 horas. No mês de março seguinte, indo à Paraíba, achou que seu relógio vibrava mais lento do que em Paris em uma taxa de 44 min 12s, em 24 horas; e ele afirma que o pêndulo que batia o segundo em Lisboa era mais curto $2 \frac{1}{2}$ linhas, e o da Paraíba era mais curto $3 \frac{2}{3}$ linhas do que o de Paris. Ele teria feito melhor se tivesse calculado que estas diferenças eram $1 \frac{1}{3}$ e $2 \frac{5}{9}$ linhas, porque estas diferenças correspondem às diferenças nos tempos de 2 min 13s e 4 min 12s. Mas as observações deste cavalheiro são tão grosseiras que não podemos confiar nelas (Newton, 1962, p.431, *apud* Moreira, 1991).

Percebemos na citação acima que Newton faz algumas críticas as medidas encontradas por Couplet, inclusive sugerindo uma forma alternativa a esta medição, porém não deixa de citá-lo em sua obra. De acordo com Moreira (1991), isso pode ter sido causado por erros tipográficos e desencadeado a confusão nas medidas.

5.2.2 - Desenvolvimento das atividades

Na primeira aula, falamos do trabalho que seria realizado e dos conteúdos que seriam abordados. Os alunos estavam cientes e de acordo com as investigações que seriam realizadas com a turma.

A necessidade de computadores com acesso a internet fez com que providenciássemos salas que disponibilizassem tais recursos. Logo, a partir da aula seguinte, em que seria iniciado o desenvolvimento da pesquisa, todos os encontros seriam realizados no laboratório de telecomunicações, que tinha além do quadro negro, computadores com acesso a internet.

Na semana seguinte iniciamos a apresentação do conteúdo de ondulatória com a abertura do Estudo de Caso: “Oscilações e medições realizadas no Brasil Colonial”. Nosso objetivo era de favorecer a compreensão de conceitos relacionados ao pêndulo simples e refletir sobre a importância das medições realizadas por Couplet para a ciência do Brasil. A partir destas reflexões, buscamos identificar quais visões os alunos possuíam sobre a ciência.

Nesta aula, os alunos leram o texto do Estudo de Caso e responderam o primeiro passo do Estudo no EVA. O quadro 5.1, abaixo apresenta o texto do Estudo de Caso histórico sobre Couplet.

Desde muito tempo atrás o homem vem se interessando em medir fenômenos que acontecem com frequência ou que se repetem. A medida do tempo é um bom exemplo disso. Diversos instrumentos para medir o tempo foram desenvolvidos como: o relógio de sol, relógios d'água, ampulheta, relógios de pêndulos até chegar aos nossos relógios atuais. O relógio de pêndulo, em especial, além de utilizado para medir o tempo também foi importante para comprovar a Teoria de Newton a respeito do achatamento da Terra nos pólos. Para Newton, um pêndulo que batesse o segundo em Paris sofreria um atraso quando fosse levado para as proximidades do equador. Por isso, o pêndulo passou a ser usado em experiências realizadas em vários pontos da Terra para se medir a variação da aceleração gravitacional com a latitude. Foram feitas diversas observações a fim de comprovar a teoria de Newton e uma delas foi realizada aqui no Brasil por Pierre Couplet. Couplet nasceu na França tornou-se professor de matemática e mais tarde membro da Academia francesa de ciências. Couplet na tentativa de comprovar a Teoria de Newton viajou para a Paraíba, no Brasil, em 1698, com um relógio de pêndulo a fim de verificar se este atrasava próximo ao Equador como previa a Teoria de Newton. Suas medições foram incluídas por Newton em sua obra *Principia*, no volume III da edição de 1713. **Com base no episódio apresentado, convidamos você a refletir sobre: a importância das medições feitas por Couplet para a ciência brasileira, e o que influencia o movimento do pêndulo.**

Quadro 5.1: Texto do Estudo de Caso

Após todos os alunos terem respondido este primeiro passo, foram feitos comentários a respeito do tema de estudo. O texto para leitura, o Brasil nos Principia (Moreira, 2003), publicado na revista Física na escola, foi disponibilizado no *Kit* pedagógico do EVA e marcamos nossa próxima aula (segunda) para duas semanas após aquela aula.

Na segunda aula, os alunos já haviam lido o texto proposto e começaram a expor suas idéias sobre o tema, destacando a importância dos experimentos realizados no Brasil. Os estudantes apresentaram dúvidas e tentaram buscar explicações para o movimento do pêndulo simples. A partir, da análise do experimento realizado por Couplet, os alunos começaram a compreender como acontecia este movimento e quais fatores o influenciavam.

Na outra semana, continuamos a discussão do texto sobre o episódio histórico. Os alunos fizeram alguns exercícios de aplicação sobre o pêndulo simples.

Na quarta aula, começamos a discutir aspectos ligados ao processo de construção do conhecimento científico, com base no episódio em estudo. Os alunos debateram a respeito das discussões presentes na época, sobre a forma da Terra. Mostramos como foram importantes as discussões para o desenvolvimento científico. Destacamos a existência de diferentes explicações para um mesmo fenômeno, demonstrando assim, como o processo de elaboração de leis e teorias científicas não ocorre de forma linear.

Na aula seguinte, continuamos a explorar e discutir aspectos relacionados à natureza do conhecimento científico. Resolvemos discutir sobre a importância do trabalho coletivo para o desenvolvimento da ciência. Destacamos a importância das medições realizadas por Couplet, na Paraíba, e de outros cientistas da época para a confirmação da teoria de Newton, desmistificando a existência de gênios que fazem seus trabalhos isoladamente.

Na sexta aula, os alunos elaboraram suas resenhas, realizamos uma síntese do estudo e os estudantes discutiram o que compreenderam, destacando pontos relevantes. Os alunos responderam no EVA o segundo passo do Estudo de caso.

Na sétima e última aula, os alunos responderam no EVA o terceiro passo do Estudo de Caso. Na avaliação, buscamos identificar nos textos produzidos pelos alunos os conhecimentos incorporados a partir do estudo e de nossas discussões em sala de aula.

5.3 – Terceira Etapa: Monitoramento da ação

Nesta seção apresentaremos os instrumentos de coleta de dados e os dados obtidos durante a intervenção de sete semanas. Trataremos também do método de análise dos dados e os resultados obtidos a partir do estudo realizado sobre o episódio da expedição de Couplet à Paraíba, em 1698.

5.3.1 - Instrumento de coleta de dados e dados obtidos

Utilizamos como instrumento de coleta de dados as observações realizadas em sala de aula e o Estudo de Caso.

A observação foi realizada ao longo do estudo e os dados obtidos eram descritos em um caderno de campo, onde eram anotadas as impressões, as reflexões, as dúvidas e afirmações dos alunos. Após o término das aulas o caderno de campo era lido, focalizando as dúvidas que continuavam a persistir entre os alunos, para que na aula seguinte esses pontos fossem retomados.

A segunda forma de obtenção dos dados foram os textos produzidos pelos alunos no primeiro e terceiro passo do Estudo de Caso. No primeiro passo, os alunos responderam aos questionamentos levantados com suas ideias iniciais, já no passo final, os estudantes responderam novamente aos questionamentos, porém incorporando os conhecimentos adquiridos durante o período entre o primeiro e último passo, através de leitura do texto, das pesquisas e das discussões realizadas em sala de aula. Pretendemos com os resultados, verificar se houve uma evolução dos conhecimentos dos alunos entre o primeiro e o último passo.

5.3.2 - A organização dos dados coletados

O primeiro passo para a análise dos dados foi à organização do material coletado. Primeiramente o caderno de campo foi revisto, com a atenção aos dias em que ocorreram as inserções.

Para a análise dos textos produzidos pelos alunos, no primeiro e terceiro passo do Estudo de Caso, utilizamos à técnica de análise de conteúdos proposta por Bardin (2009). De acordo com a autora, a análise de conteúdo segue um processo que envolve três etapas: (i) pré-análise; (ii) Exploração do material (codificação e categorização); (iii) Tratamento dos resultados (inferência e interpretação).

A pré-análise consiste no primeiro contato com o material. Deve ser realizada uma leitura flutuante, e a partir de então, começa-se a elaborar hipóteses e índices, que traduzem a frequência observada no tema em questão.

Em seguida é a fase de exploração do material, onde os textos com as respostas dos alunos são divididos em temas, para o posterior agrupamento das respostas em categorias.

Na última fase, a interpretação dos resultados, realiza-se inferências e interpretações sobre as categorias estabelecidas.

A partir das orientações da autora para o procedimento da análise de conteúdo, seguimos as etapas:

Primeiramente, elaboramos uma planilha para cada aluno com a resposta inicial e final e retiramos destas respostas unidades de significação (US). As US recortadas deveriam expressar os conceitos e ideias dos alunos sobre o tema de estudo de acordo com os objetivos

almeçados, que eram: favorecer a compreensão de conceitos relacionados ao período de oscilação do pêndulo simples, contribuir com a valorização da cultura científica nacional e proporcionar a reflexão sobre aspectos relacionados ao processo de desenvolvimento do conhecimento científico. Em seguida as US, foram agrupadas em categorias para que se permitissem as inferências e interpretações.

O cruzamento das informações provenientes das observações em sala de aula, registradas no caderno de campo e das informações obtidas a partir dos textos produzidos pelos alunos permitiu identificar se ocorreu, ou não, transformações conceituais e se houve mudança de concepções dos alunos sobre a ciência. A partir de tais resultados, será possível fazer uma reflexão sobre a prática implementada, com a abordagem da história da ciência no ensino de física do PROEJA.

5.3.3 – Resultados

Discutiremos aqui os resultados obtidos durante o desenvolvimento do primeiro Estudo de Caso, apresentaremos primeiramente os resultados obtidos a partir das observações realizadas, com base nas anotações do caderno de campo. Em seguida, será realizada a análise dos textos produzidos pelos alunos.

A fim de preservarmos as identidades dos alunos, os chamaremos de alunos A, J, K, M, N, P, R e S.

5.3.3.1 - Observações das aulas

O presente tópico apresentará as anotações realizadas no caderno de campo da pesquisadora. Foram descritos no caderno, algumas falas mais expressivas dos alunos e também as reflexões da pesquisadora sobre os temas discutidos em sala de aula.

Durante a dinâmica da sala de aula, não é possível anotar todas as falas dos alunos, algumas vezes pontos importantes eram apenas mencionados no caderno de campo, para depois serem revistos. A preferência era por continuar a incentivar os alunos a discutirem e expor seus pontos de vista em sala de aula, para que fosse possível reconhecer as visões sobre a ciência que apresentavam e verificar se a estratégia utilizada contribuía com a mudança de concepções.

(CADERNO DE CAMPO, 16/09/2009)

Na primeira aula, na qual os alunos tiveram contato com o estudo do episódio do francês Pierre Couplet, percebemos que o tema despertou a motivação e curiosidade dos alunos. Os estudantes responderam o primeiro passo do EVA em sala de aula.

(CADERNO DE CAMPO, 30/09/2009)

Contexto: Nesta aula, os alunos já haviam recebido o texto e a maioria já havia lido o material. Iniciamos, então, as discussões em sala de aula. Dedicamos a aula a tratar da ciência do Brasil.

Pesquisadora: O que vocês acharam em estudarmos os trabalhos que ocorreram no Brasil, no período colonial?

Aluno M: Eu gostei muito, achei muito interessante conhecermos o que foi feito no Brasil em séculos passados.

Aluna S: Acho que nas aulas isso sempre deveria estar presente.

Aluna R: Eu também concordo com a aluna S.

Pesquisadora: Vocês imaginavam que poderiam existir trabalhos científicos sendo realizados aqui no Brasil?

Aluno M: Eu acredito que sim, nós não podemos deixar de considerar também que já existia a ciência dos índios.

Comentários: Nesse momento os outros alunos também concordam com o aluno M a respeito dos índios.

(CADERNO DE CAMPO, 07/09/2009)

Contexto: Nesta aula, nós dedicamos ao estudo do episódio e sua discussão, priorizamos a questão do achatamento dos pólos e o uso do pêndulo simples por Couplet.

Pesquisadora: O que vocês conseguiram compreender a respeito da teoria do achatamento dos pólos?

Aluno M: Professora (pesquisadora), mas a Terra é realmente achatada?

Aluna R: Eu vi uma reportagem na televisão de que ainda não se sabe a forma exata da Terra.

Comentários: Nesse momento os alunos passaram a discutir sobre a reportagem e ficaram divididos sobre o achatamento da Terra.

Pesquisadora: No episódio de Couplet, nós percebemos que essa era uma discussão intensa na época, e para tentar verificar qual das teorias eram corretas, começaram existir expedições a diversas partes do globo e uma delas foi a de Couplet a Paraíba no Brasil.

Aluno A: Mas porque a Paraíba?

Pesquisadora: a escolha da Paraíba se devia a proximidade com a linha do Equador, pois segundo a teoria de Newton, neste ponto é maior a distância ao centro da Terra.

Aluno M: É maior mesmo professora (pesquisadora)?

Comentários: Neste momento os alunos começaram novamente a discutir e a descreverem o mapa.

Pesquisadora: Como nós vimos no texto, Couplet trouxe com ele um relógio de pêndulo, a fim de verificar se, realmente o pêndulo simples sofreria um atraso próximo à linha do Equador.

Aluno M: Pelo que eu li no texto, houve realmente este atraso, mas por quê?

Aluna S: Professora (pesquisadora), eu também não entendi esta parte.

Comentários: Neste momento os alunos começaram a apresentar as dúvidas em relação às propriedades do pêndulo simples. A pesquisadora continuou explicando a respeito do movimento do pêndulo, que tinha como influência para o seu movimento, o comprimento e a aceleração da gravidade.

Os alunos continuaram a fazer perguntas, outras dúvidas foram surgindo. No fim da aula, após os alunos terem feito alguns exercícios de aplicação do pêndulo simples, foi possível perceber que os alunos demonstraram ter compreendido os conceitos relacionados ao movimento do pêndulo.

(CADERNO DE CAMPO, 14/10/2009, reflexões da pesquisadora)

Nesta aula, resolvemos retomar alguns pontos da aula anterior sobre a questão do movimento do pêndulo simples.

(CADERNO DE CAMPO, 21/10/2009)

Contexto: Nesta aula nos dedicamos a refletir sobre aspectos da natureza da ciência. Focalizamos nossa atenção para a importância das discussões para o desenvolvimento o conhecimento científico.

Pesquisadora: Como foi possível verificarmos no texto do episódio, existiam explicações diferentes para a forma da Terra, se ela, era alongada, como acreditavam os cientistas franceses, ou achatada como sustentava Newton. Qual foi a importância destas discussões para o desenvolvimento da ciência?

Aluno A: Professora, Newton já não tinha dito, ele já não tinha publicado sua Teoria, por que eles continuavam discutindo?

Pesquisadora: Newton havia apresentado uma explicação para a forma da Terra, mas os franceses, seguidores de Descartes, tinham outras explicações. Imagina, se você já estudou um determinado assunto e tem uma teoria para explicar e você acredita nesta teoria, repentinamente aparecem outros cientistas explicando de outra forma, o que você faz?

Aluno N: É sim aluno A, não é por que Newton disse que eles iriam acreditar, mas Newton é Newton!

Comentários: Neste trecho podemos verificar como é forte a crença de gênios na ciência. Os alunos continuaram por mais alguns minutos as discussões sobre isto.

Pesquisadora: Através do estudo do episódio, nós pudemos verificar que, apesar de Newton já ter publicado sua teoria sobre o achatamento dos pólos em 1687, após as discussões que deram origem as expedições e a partir das medições realizadas em diversas partes da Terra, Newton publicou uma nova edição de sua obra em 1713, citando as medições realizadas, inclusive as de Couplet, a fim de confirmar sua teoria. O que vocês podem comentar a respeito deste fato?

Aluno A: Eu pude perceber então que a ciência precisa do esforço de muitas cientistas.

Aluna R: As discussões também foram importantes.

Comentários: Neste momento os alunos também passaram a concordar e a perceber a importância das discussões e do trabalho coletivo no fazer ciência.

(CADERNO DE CAMPO, 28/10/2009, reflexões da pesquisadora)

Esta aula foi dedicada a revisão do episódio, a discussão de pontos importantes. Também fizemos alguns exercícios sobre o pêndulo simples. Estes exercícios foram retirados de livros didáticos de física do ensino médio.

Os alunos responderam o segundo passo no EVA.

(CADERNO DE CAMPO, 04/11/2009, reflexões da pesquisadora)

Neste dia encerramos o primeiro Estudo de Caso, os alunos responderam no EVA o terceiro passo do Estudo de Caso.

5.3.3.2 - Análise dos textos produzidos pelos alunos

Analisaremos aqui, os textos contendo as respostas dos alunos ao primeiro e terceiro passo do Estudo de Caso. As respostas dadas pelos estudantes nestes dois passos consistem em uma reflexão sobre as questões levantadas no texto do Estudo de Caso. Nenhum aluno se preocupou em responder detidamente cada questão. As respostas ao Estudo de Caso eram submetidas como uma percepção única do episódio. Buscamos, então, identificar elementos surgidos naturalmente em suas falas que demonstrassem avanços em relação aos conceitos relacionados ao movimento do pêndulo simples, visão sobre a ciência e à valorização da ciência brasileira.

Em relação aos conceitos presentes no movimento do pêndulo simples, nos orientamos pelo próprio texto do episódio, que continha as informações necessárias para a compreensão do movimento do pêndulo (Moreira, 2003).

Para a análise das respostas dos alunos ligadas a importância dos trabalhos de Couplet para a ciência do Brasil, nos guiamos pelo trabalho de Santos-Neto (2007). Segundo o autor, “a ausência de um recorte nas questões que relacionam a cultura científica do país no ensino da física, poderá contribuir para que a ciência nacional seja percebida pelos cidadãos como desligada das necessidades e questões sociais do país”. De acordo com o autor, valorizar a ciência realizada no Brasil no ensino de ciências pode: i) evitar com que as pesquisas sejam percebidas pelos estudantes como desnecessárias e sem tanto valor. Do contrário, as instituições científicas podem vir a ter dificuldade no futuro de se justificarem e obterem da sociedade e do poder público os recursos e a liberdade de ação necessários para uma busca “desinteressada” e livre do conhecimento científico; ii) contribuir para uma maior valorização no que diz respeito à importância do país na produção e desenvolvimento do conhecimento científico universal, como uma ampla rede social; iii) aproximar os estudos de ciência das características e significações locais, o que também pode tornar as aulas de ciências mais interessantes.

O terceiro alvo de nossa análise esteve em identificar, quais as visões sobre a ciência os alunos manifestavam no início e no fim do estudo. Para orientar nossa percepção das visões sobre a ciência que surgiram naturalmente nos textos dos estudantes nos baseamos nas visões deformadas (empírico-indutivista, rígida, dogmática, analítica, acumulativa, individualista, descontextualizada e anacrônica) ou adequada (não-empírico-indutivista, não-

rígida, não-dogmática, não-anlítica, gradativa, coletiva, contextualizada e diacrônica), comumente encontradas na literatura e discutidas no capítulo dois desta dissertação. Estas visões sobre a ciências apontadas na literatura guiaram a categorização das US recortadas em torno das visões sobre a ciência dos estudantes.

Apresentamos a seguir, os resultados obtidos a partir das falas de cada aluno no primeiro e último passo. Alertamos que podem existir US em maior ou menor quantidade que o número de alunos da pesquisa, visto que, as respostas de alguns alunos poderiam ser agrupadas em mais de uma categoria ou o aluno pode não ter se manifestado sobre o assunto.

Das respostas dadas pelo Aluno A foi possível extrair as US apresentadas na tabela 5.1.

Tabela 5.1: US extraídas do texto do Aluno A.

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • Quem imaginaria que em tempos tão primórdios havia ciência em desenvolvimento neste nosso país • Falando de pêndulo, acho que ele tem a ver com à gravidade, deve possuir algo em sua estrutura sensível à gravidade ou deve ser movido por ela. 	<ul style="list-style-type: none"> • Newton acreditava que a terra era achatada nos pólos enquanto havia a dúvida também se a terra fosse alongada em seus pólos. • Couplet viajou para cá para o Brasil, veio realizar experiências a fim de complementar a teoria de Newton • Pude perceber então que a ciência depende de muitos profissionais, no caso particular do pêndulo foi necessário até mudar de continente para se comprovar esta teoria. • O Couplet teve que ajustar o pêndulo pois ele atrasava, sabemos que o Brasil está próximo a linha do Equador, notamos que a terra neste local é extensa, portanto, nosso país fica longe do centro da terra, a força da gravidade é menor e Couplet teve a ideia de diminuir o comprimento do pêndulo para ajustar o Horário

No passo inicial, encontramos duas US na fala do aluno A. A primeira delas, diz respeito a ciência realizada no país. O aluno assume que não podia imaginar que nesta época poderia haver ciência sendo desenvolvida no Brasil. Na fala do aluno, podemos perceber que este fato pode ter despertado o interesse e a curiosidade sobre o tema, trazendo assim, motivação as aulas, confirmando, desta forma, o que sustenta Santos-Neto (2007), que é

necessário que os alunos conheçam a ciência realizada em nosso país, pois pode promover a motivação e interesse pelas aulas de ciências.

A outra US que identificamos na fala do aluno A, está vinculada a aspectos relacionados ao pêndulo simples. Quando questionado sobre o que influencia o movimento do pêndulo, o aluno responde que este movimento pode ter relação com a gravidade. Porém, percebemos que o aluno não conseguiu desenvolver argumentos, apresentando-se assim, em dúvida, quanto à relação da gravidade com o movimento do pêndulo simples.

No passo final, foi possível recortar quatro US, da fala do aluno A. A primeira delas está relacionada com a discussão presente na época sobre a formato da Terra, entre aqueles que acreditavam que a Terra era alongada em seus pólos e Newton que sustentava que a Terra tinha seus pólos achatados. Nesta fala do aluno A, podemos perceber que o aluno considera relevante que durante o processo de desenvolvimento do conhecimento científico existam discussões e explicações diferentes para os fenômenos, demonstrando, dessa forma, que a ciência não se desenvolve de forma linear, apresentando assim, uma visão gradativa da ciência (Martins, 2006).

A segunda US identificada mostra a importância das medições realizadas por Couplet aqui no Brasil, por contribuir com a confirmação da teoria de Newton, o que demonstra a importância do trabalho coletivo para o desenvolvimento científico. Na terceira US recortada, o aluno reforça a ideia da importância da coletividade na ciência, ao assumir que percebeu que no fazer ciência é necessário muitos profissionais, revelando assim, uma visão coletiva da ciência (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

A quarta e última US identificada, está associada com os conceitos relacionados ao pêndulo simples. Na explicação do aluno sobre a influência no movimento do pêndulo simples, encontramos a experiência realizada por Couplet, a fim de exemplificar como ocorre este movimento. O aluno, em sua explicação descreve que o movimento realizado pelo pêndulo tem a ver tanto com o comprimento, pois Couplet teve que diminuí-lo, quanto com a aceleração da gravidade, informando ainda que a força gravitacional diminui com a distância. Percebemos aqui, que o estudo do episódio da expedição de Couplet à Paraíba, em 1698, contribuiu com a compreensão das relações existentes no período de oscilação do pêndulo simples (Moreira, 2003).

Das respostas dadas pelo Aluno J foi possível extrair as US apresentadas na tabela 5.2.

Tabela 5.2: US extraídas do texto do Aluno J

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • Nos dias de hoje tudo é muito diferente, antigamente era um relógio de pêndulo, hoje já temos o digital, podemos ainda esperar muito mais de toda essa tecnologia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Naquela época o Brasil ainda era muito atrasado e acredito que o país ficou um pouco de cima

Na fala do aluno J, no passo inicial, recortamos uma US. Nela, o aluno demonstra uma visão acumulativa da ciência, pois o aluno acreditava que ocorreu uma evolução no desenvolvimento dos relógios (Gil-Pérez et al, 2001). A única US identificada no passo final mostra que o aluno J considera a ciência do Brasil é inferior a ciência Europeia, ao responder que acredita que o Brasil tenha se elevado um pouco após a expedição de Couplet. Segundo Santos-Neto (2007), esta visão é comum entre os alunos, o que demonstra a necessidade de criar oportunidades para a aproximação da ciência que foi e é realizada no Brasil, com o objetivo de valorizar a cultura científica brasileira.

Das respostas dadas pelo Aluno K foi possível extrair as US apresentadas na tabela 5.3.

Tabela 5.3: US extraídas do texto do Aluno K

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • Na realidade já seria um avanço muito grande para aquela época, até porque não havia a tecnologia para ter um melhor estudo • Como já sabemos Newton dizia que dois corpos de massa distintas eram atraídas, o motivo seria a gravidade 	<ul style="list-style-type: none"> • foi de grande importância o país a confirmação de que a Terra era achatada • depende da aceleração gravitacional, pois quanto maior o raio a aceleração gravitacional seria menor e vice-versa, por isso era necessário o encurtamento do comprimento do pendulo,

No passo inicial, encontramos duas US, na fala da aluna K, a primeira US recortada corresponde a uma visão de ciência, que segundo Allchin (2004), é amplamente difundida na mídia e no próprio ensino de ciências, a visão anacrônica do conhecimento científico. A aluna K, considera que foi um avanço enorme as medições realizadas na época, pois a tecnologia não era suficiente para melhores estudos. A aluna, em sua fala, mostra que olha para o passado com olhos do presente, sobrevalorizando a ciência atual, não reconhecendo assim, que as tecnologias da época eram suficientes para o desenvolvimento dos estudos.

A segunda US recortada, relaciona-se com o movimento do pêndulo simples, a aluna, acredita que este movimento tem relação com a gravidade, porém não traz maiores explicações para esta relação.

Recortamos duas US no passo final, a primeira US recortada, mostra que a aluna K, considera muito importante as medições realizadas aqui no Brasil, já que a partir delas, houve a confirmação de que a Terra é achatada nos pólos.

A segunda, a aluna K apresenta indícios de conseguiu compreender que tanto o comprimento quanto a aceleração da gravidade influenciam no movimento do pêndulo, demonstrando desta forma, a importância do estudo de episódios da história da ciência para a compreensão de conceitos científicos, trazendo mais significados as equações estudadas.

Das respostas dadas pelo Aluno M foi possível extrair as US apresentadas na tabela 5.4.

Tabela 5.4: US extraídas do texto do Aluno M

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
As pesquisas feitas por Pierre em nosso país foi importante para nós porque ele focou uma experiência científica de grande importância para todos nós que foi descrever sobre os movimentos do pêndulo em espaços geográficos diferentes	<ul style="list-style-type: none"> • o pêndulo se mostrou mais lento o qual levou-o a diminuir o seu tamanho para obter os valores antes obtido em Paris • A aceleração que tem haver com o seu movimento.

Encontramos no passo inicial da fala do aluno M, apenas uma US, que mostra a importância das medições realizadas por Couplet para a ciência do Brasil. Nesta fala, o aluno demonstra interesse e motivação sobre o assunto, como já discutido por Santos-Neto (2007).

No passo final, identificamos duas US. As duas US identificadas tem a ver com o movimento do pêndulo. Na primeira, o aluno descreve uma parte da medição realizada por Couplet, no qual o francês, percebendo que o período de oscilação do pêndulo tornou-se mais lento, teve que encurtar o seu comprimento, demonstrando assim, que o movimento do pêndulo esta diretamente relacionado com o seu comprimento. A segunda, o aluno afirma que a aceleração também esta relacionada com o movimento do pêndulo simples. Percebemos na explicação do aluno M, que houve um entendimento a respeito do período de oscilação do pêndulo simples (Moreira, 2003).

Das respostas dadas pelo Aluno N foi possível extrair as US apresentadas na tabela 5.5.

Tabela 5.5: US extraídas do texto do Aluno N

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
	<ul style="list-style-type: none"> • A influência do movimento pêndulo era o comprimento e a gravidade • Couplet contribuiu para a teoria de que a Terra era achatada nos seus pólos.

Verificamos que no passo inicial do aluno N, não houve US que expressassem o que buscávamos identificar.

Já no passo final, identificamos duas US na fala do aluno. A primeira delas, o aluno mostra considerar que o comprimento e aceleração da gravidade, influenciam no período de oscilação do pêndulo simples, demonstrando desta forma, sua compreensão sobre o assunto.

Na segunda, o aluno N demonstra acreditar que os trabalhos de Couplet foram importantes para a elaboração da teoria newtoniana sobre a forma da Terra. Além disso, podemos perceber que o aluno apresenta uma visão coletiva da ciência ao assumir a contribuição de muitos para a elaboração de teorias e leis (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

Das respostas dadas pelo Aluno P foi possível extrair as US apresentadas na tabela 5.6.

Tabela 5.6: US extraídas do texto do Aluno P

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
E há muitos anos atrás já deveria ter cientistas que faziam pesquisa no Brasil, pois a ciência é muito antiga.	• Ele descobriu muitas coisas que nos ajudou e ajudou também a outros países.

Identificamos no passo inicial, apenas uma US, na fala da aluna P. A US recortada, permite inferir que a aluna acredita que já existia ciência em desenvolvimento no país e explica seu ponto de vista, justificando que a ciência é muito antiga.

No passo final, identificamos novamente apenas uma US, esta US recortada mostra que a aluna P acredita que as medições feitas por Couplet aqui no Brasil, foram relevantes não apenas para o país, mas também para outros países. Nesta fala, a aluna demonstra acreditar que a ciência do Brasil também faz parte do quadro científico mundial (Santos-Neto, 2007).

Das respostas dadas pelo Aluno R foi possível extrair as US apresentadas na tabela 5.7.

Tabela 5.7: US extraídas do texto do Aluno R

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • Na verdade, eu acredito que a ciências sempre existiu porque a ciências faz parte da natureza. 	<ul style="list-style-type: none"> • O episódio em que Pierre Couplet contribuiu foram, as verificações experimentais para a aceitação da teoria de Newton sobre a forma da terra. • As discussões que eram feitas na época • A importância para o Brasil na ciência foram as medidas realizadas por Couplet que inseriam em um amplo programa experimental, com o objetivo de verificar as previsões da teoria Newtoniana da gravitação relativa da terra

Verificamos na fala da aluna R no passo inicial, uma US. Nela, a aluna diz acreditar que a ciência faz parte da natureza. Segundo Vannuchhi (1996), esta visão mostra que a ciência se encontra pronta na natureza, faltando apenas “descobri-la”. Este tipo de visão desvincula a ciência de aspectos sociais, econômicos e políticos, acreditando que esta se encontra isolada, a aluna revela assim uma visão descontextualizada da ciência (Gil-Pérez *et al*, 2001).

Na análise do passo final foram recortadas três US. A primeira, mostra que para a aluna R, as medições realizadas por Couplet foram relevantes ao contribuir com a teoria newtoniana sobre a forma da Terra. Nesta fala, podemos perceber que, a aluna assume a importância do esforço coletivo para o desenvolvimento científico, demonstrando desta forma, uma visão considerada adequada da ciência, uma visão coletiva da ciência (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

A segunda, expressa, a importância das discussões no processo de construção da ciência. Neste caso, a aluna demonstra acreditar que no processo científico, ocorrem discussões, dúvidas e debates, apresentando, dessa forma, uma visão gradativa da ciência, ao assumir que a ciência percorre um caminho sem erros ou dúvidas (Martins, 2006).

A terceira e última US recortada da fala da aluna R, se refere à importância das medições feitas por Couplet para o Brasil. Para a aluna R, a partir das experiências de Couplet, o Brasil passou a fazer parte do programa experimental a respeito das discussões presentes na época, sobre a teoria de Newton. Segundo Santos-Neto (2007) é importante que os alunos percebam a participação de seu país no quadro científico mundial.

Das respostas dadas pelo Aluno S foi possível extrair as US apresentadas na tabela 5.8.

Tabela 5.8: US extraídas do texto do Aluno S

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none">• Naquela época não havia estruturas para o desenvolvimento das descobertas da ciência• Foi através das descobertas anteriores que surgiu os equipamentos modernos para facilitar a nossa vida; isso significa avanço da tecnologia através do estudo da ciência.	<ul style="list-style-type: none">• Neste estudo eu pude ver que a determinação da aceleração da gravidade é dada de forma indireta pelo conhecimento do comprimento fio do pêndulo• Enfim ele constatou que Newton estava correto e acabou com as contradições.

A última análise realizada foi sobre o texto produzido pela aluna S. No passo inicial recortamos duas US. Na primeira, a aluna demonstra acreditar que na época não existia conhecimentos ou tecnologias suficientes para o desenvolvimento da ciência. Nesta fala, a aluna apresenta uma visão anacrônica da ciência, no momento em que não percebe que os conhecimentos e tecnologias de uma época são suficientes para os problemas em questão (Allchin, 2004).

Na segunda, percebemos que a aluna acredita em uma evolução linear da ciência, neste caso a aluna pode estar apresentando uma visão acumulativa do conhecimento científico. De acordo com Gil-Pérez e cols (2001), esta visão caracteriza-se pela crença de que durante o processo de construção da ciência, os cientistas têm como objetivo chegar a um único propósito, como se os conhecimentos fossem evoluindo até chegar ao que temos hoje.

No passo final, verificamos duas US, a primeira esta relacionada com o movimento do pêndulo simples. Em sua fala, a aluna afirma que o período de oscilação do pêndulo é influenciado pela aceleração da gravidade e pelo comprimento. A aluna mostra ter compreendido corretamente o movimento do pêndulo simples (Moreira, 2003).

Na segunda, a aluna mostra que a partir das medições feitas por Couplet, foi possível confirmar a teoria de Newton e pôr fim as contradições. Em sua fala, podemos notar a presença de discussões e explicações diferentes para um fenômeno, no processo científico. Segundo Martins (2006), é importante que os alunos percebam como o processo de construção da ciência ocorre em meio a dúvidas e discussões.

5.3.3.3 – Síntese do Estudo de Caso: “Oscilações e medições realizadas no Brasil colonial”

A fim de verificar a evolução dos alunos conjuntamente, realizamos uma síntese de suas respostas. Após a análise dos textos de cada aluno separadamente, dos quais recortamos US,

apresentamos uma síntese dos resultados divididos em três seções. A primeira “Conceitos relacionados ao movimento do pêndulo simples”, nesta seção nossa análise foi orientada pelo trabalho de Moreira (2003). A segunda “Importância dos trabalhos de Couplet para a ciência realizada no Brasil”, nossa análise foi guiada pelo trabalho de Santos-Neto (2007). E por último, a terceira seção “Visões sobre a ciência”, está vinculada às concepções sobre o desenvolvimento do conhecimento científico identificadas nas respostas dos estudantes, nossa análise esteve orientada pelas visões sobre a ciência encontradas na literatura e discutida no capítulo dois.

5.3.3.3.1 - Conceitos relacionados ao movimento do pêndulo simples

O primeiro alvo de nossa análise esteve em identificar, antes e após o estudo, através dos primeiro e terceiro passos, o que os alunos imaginam que influencia o movimento do pêndulo simples.

No tratamento dos textos, recortamos duas US, que organizamos em uma categoria. Já o tratamento das falas do passo final gerou cinco US em duas categorias. As categorias geradas nos dois momentos estão apresentadas na tabela 5.9, bem como o número de US contida em cada uma.

Tabela 5.9 – Síntese das respostas dos alunos em relação ao movimento do pêndulo simples

Categorias do passo inicial (US)	Categorias do passo final (US)
<ul style="list-style-type: none"> • O movimento do pêndulo é influenciado pela gravidade (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • O movimento do pêndulo é influenciado pela gravidade local e pelo comprimento (5)

No passo inicial, dois alunos destacaram que o movimento do pêndulo tem a ver com a gravidade, porém não conseguiram desenvolver argumentos que justificassem tal influência, como por exemplo, na fala do aluno A: “o motivo seria a gravidade?”. Esta fala mostra que os alunos não tinham certeza se era realmente a gravidade que influenciava o movimento do pêndulo simples.

No passo final, após as leituras e discussões em sala, percebemos que grande parte dos alunos conseguiu compreender os fatores que influenciam o movimento do pêndulo, ou seja, a partir da aceleração da gravidade local e do comprimento (Moreira, 2003), como por exemplo, na fala do aluno N: “A influência no movimento do pêndulo era o comprimento e a gravidade”. As explicações dos alunos envolveram elementos do texto lido. Ao formularem suas respostas os estudantes tentaram explicar o movimento do pêndulo relacionando ao experimento realizado por Couplet, demonstrando desta forma, que o estudo minucioso de

trabalhos científicos favorece o entendimento de conceitos, promovendo assim, uma aprendizagem que traz significado aos alunos (Martins, 2006).

5.3.3.3.2 - *Importância da ciência realizada no Brasil*

O segundo alvo de nossa análise esteve em identificar qual a visão que os alunos demonstraram ter a respeito da importância das medições feitas por Couplet para a ciência do Brasil.

No tratamento dos textos, recortamos uma US, organizada em uma categoria. Já o tratamento das falas do passo final gerou oito US em duas categorias. As categorias geradas nos dois momentos estão apresentadas na tabela 5.10, bem como o número de US contida em cada uma delas.

No primeiro passo, apenas um aluno respondeu a respeito da importância das medições feitas por Couplet à ciência do Brasil, porém alguns alunos se apresentaram curiosos, interessados e motivados pelo assunto, como por exemplo, a fala do Aluno A: “acredito veementemente que ele não ficou detido apenas na missão do pêndulo”. Santos-Neto (2007) destaca que incluir aspectos da cultura científica local, se revela uma oportunidade de aguçar a curiosidade do aluno, despertando o interesse.

Outros alunos discutiram se existia ou não ciência no Brasil nessa época, como por exemplo, na fala do aluno A: “quem imaginaria que em tempos tão primórdios havia ciência em desenvolvimento neste nosso país” e na fala da aluna P: “ Há muitos anos atrás já deveria ter cientistas que faziam pesquisa no Brasil”.

Tabela 5.10 – Síntese das respostas dos alunos em relação à importância das medições feitas por Couplet para a ciência do Brasil

Categorias do passo inicial (US)	Categorias do passo final (US)
<ul style="list-style-type: none">• Permitiu que o Brasil contribuísse para uma teoria científica (1)	<ul style="list-style-type: none">• Permitiu que o Brasil se tornasse conhecido cientificamente (4)• Permitiu que o Brasil contribuísse com a elaboração de uma teoria científica (4)

A única categoria gerada no passo inicial é representada pela fala do aluno M: “As pesquisas feitas por Pierre em nosso país foram importantes para nós porque ele focou em uma experiência científica de grande importância”. Nesta fala, o aluno reconhece a importância do trabalho de Couplet para a ciência do Brasil, demonstrando desta forma, que o Brasil é atuante na produção científica (Santos-Neto, 2007).

No passo final, quatro alunos destacaram que os estudos realizados por Couplet, possibilitaram o reconhecimento científico do Brasil, como exemplo, a fala do Aluno P: “Os estudos de Couplet foram muito importantes para nós brasileiros, ele descobriu muitas coisas que nos ajudou e ajudou também a outros países”. Notamos que o estudo do episódio favoreceu um novo olhar a ciência realizada no país, revelando que o Brasil não é ausente do quadro de produção científica (Santos-Neto 2007).

Quatro alunos ressaltaram que a experiência realizada por Couplet foi importante para o Brasil, pois contribuiu com a teoria de Newton, como na fala do aluno R: “A importância para o Brasil na ciência foram às medidas realizadas por Couplet que inseriam em um amplo programa experimental, com o objetivo de verificar as previsões da teoria Newtoniana da gravitação relativa da terra”. Nesta fala, percebemos que os alunos consideraram a ciência e as pesquisas realizadas no Brasil relevante para a elaboração de teorias, reconhecendo a ciência do Brasil como atuante no processo de construção e desenvolvimento da ciência.

5.3.3.3.3 - *Visões sobre a ciência*

O terceiro alvo de nossa análise esteve em identificar as visões dos alunos sobre a ciência. No tratamento dos textos, recortamos seis US, que organizamos em quatro diferentes categorias. Já o tratamento das falas do passo final gerou nove US em duas categorias. As categorias geradas nos dois momentos estão apresentadas na tabela 5.11, bem como o número de US contida em cada categoria.

Tabela 5.11 – Síntese das respostas dos alunos em relação a visões de ciências

Categorias do passo inicial (US)	Categorias do passo final (US)
•Visão anacrônica da ciência (2)	•Visão gradativa da ciência (3)
•Visão descontextualizada da ciência (1)	•Visão coletiva da ciência (4)
•Visão acumulativa da ciência (2)	

No passo inicial, destacamos duas US de dois alunos, que acreditavam que na época da expedição de Couplet, não existia tecnologia suficiente para o avanço da ciência, como na fala do aluno K: “Na realidade já seria uma avanço muito grande para aquela época, até porque não havia a tecnologia para ter um melhor estudo”. Esta concepção expressa uma visão anacrônica da ciência, ou seja, olha-se para o passado com olhos do presente. Os alunos não conseguiram perceber que a tecnologia desenvolvida até aquele momento era pertinente com as práticas científicas realizadas no período (Allchin, 2004).

Na categoria seguinte, na fala de uma aluna, encontramos marcas de concepções de que a ciência não tem relação com fatores sociais, sendo pensada como algo atemporal e desvinculada de atividades humanas. Na fala do Aluno R: “na verdade, eu acredito que a ciência sempre existiu porque a ciência faz parte da natureza”, percebemos que o aluno compreende a ciência como a própria natureza, acreditando que o homem desvenda a ciência na natureza e não a constrói a partir de seus pressupostos teóricos, desvinculando, dessa forma, a ciência de um contexto sócio cultural (Gil-Pérez *et al*, 2001).

A terceira e última categoria criada, traz a US presente no texto dos alunos J e S. Os alunos em suas respostas, demonstram acreditar que a ciência ocorre de forma linear, como se tudo tivesse um único propósito, desconsiderando, os erros e as dúvidas presentes no complexo processo de construção da ciência (Martins, 2006).

No passo final, três alunos responderam que as discussões e controvérsias foram relevantes para o desenvolvimento da ciência. Esta visão considerada adequada demonstra que os alunos perceberam que o processo de construção da ciência ocorre gradualmente, através de debates e críticas, que muitas vezes transformam totalmente os conceitos iniciais (Martins, 2006).

Na outra categoria, três alunos comentaram sobre a importância do trabalho coletivo para a construção do conhecimento científico, conforme destacou o Aluno A: “Pude perceber então que a ciência depende de muitos profissionais”. Percebemos que os alunos demonstraram considerar o caráter coletivo da ciência, desmistificando a ideia de gênios e aceitando que o conhecimento é construído de forma lenta, por meio de várias contribuições, que desempenharam papel fundamental na elaboração de teorias e leis (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

5.4 – Quarta Etapa - avaliação sobre a ação

Da análise realizada, percebemos que no passo inicial nenhum dos alunos apresentou argumentos que explicassem o movimento do pêndulo com conceitos físicos. Notamos também que todos os alunos que manifestaram suas visões sobre a ciência, apresentaram visões consideradas deformadas da ciência.

Entretanto, no passo final percebemos que os alunos conseguiram compreender que o período de oscilação do pêndulo simples se relaciona com a gravidade local e com seu comprimento (Moreira, 2003). O estudo do episódio histórico favoreceu a percepção de que durante o processo de formação do conhecimento científico ocorrem discussões, debates e visões diferenciadas sobre um mesmo fenômeno, e que esse processo é fruto do trabalho coletivo e não de cientistas geniais (Martins, 2006). Durante o trabalho os alunos também

puderam refletir e conhecer um pouco de nossa cultura científica. Conforme aponta Santos-Neto (2007), a aproximação com a nossa cultura científica proporcionam motivação e interesse nas aulas, ultrapassando a crença de que a educação científica seja restrita a saberes e conteúdos escolares, mas que também se insere em uma cultura.

Também acreditamos que a estratégia de Estudos de Caso aliado aos episódios da história da ciência, permitiu que aspectos relacionados ao processo de construção do conhecimento científico fossem problematizados, possibilitando a reflexão, a exposição, o debate e compartilhamento de idéias. O estudo dos conceitos científicos apresentou-se com mais significado, favorecendo a compreensão da importância do uso do pêndulo simples, além de promover um enriquecimento cultural, ao discutir temas relevantes de nossa ciência.

Ao refletir sobre a prática realizada, percebemos que, a postura assumida pela pesquisadora, de incentivar a exposição e discussão das ideias entre os alunos, contribuiu para que as visões sobre a ciência e as crenças dos alunos pudessem ser problematizadas. Porém, acreditamos que outros aspectos sobre a natureza da ciência ainda podem ser discutidos e mais problematizações podem ser feitas sobre a ciência.

O segundo Estudo de Caso

Neste capítulo apresentaremos as etapas do segundo ciclo da pesquisa-ação realizado durante o desenvolvimento do segundo Estudo de Caso com a turma do PROEJA.

Na primeira parte, discutiremos os problemas encontrados, tomando como ponto de partida a reflexão dos resultados obtidos durante o primeiro ciclo. Apresentaremos a estratégia para o desenvolvimento da proposta didática com a turma.

A segunda parte, tratará da descrição da implementação da proposta didática realizada durante as seis inserções nas aulas de física.

Na terceira parte, apresentaremos os instrumentos de coleta de dados, os dados obtidos, o método de análise e os resultados obtidos, a partir da implementação da proposta didática. Na quarta e última parte, será feita uma reflexão a respeito dos resultados encontrados neste último ciclo.

6.1 - Primeira Etapa: Planejamento da ação

Nesta seção, definimos os problemas a serem solucionados durante este ciclo da pesquisa-ação. Em seguida, trataremos das hipóteses, para que enfim seja traçado o plano de ação.

6.1.1 - A definição dos problemas e as hipóteses

A partir da reflexão realizada no final do primeiro ciclo, foi possível percebermos que a estratégia utilizada de integrar os Estudos de Caso aos episódios da história da ciência obteve resultados satisfatórios. Como os alunos já estavam adaptados à estratégia de Estudos de Caso e familiarizados com o ambiente EVA, as atividades com os episódios históricos puderam transcorrer com êxito.

Percebemos também, que a opção em adotar episódios da história da ciência que ocorreram no Brasil colonial proporcionou motivação e maior interesse dos alunos às aulas de física. Portanto, decidimos continuar adotando a estratégia de Estudos de Caso históricos,

com a utilização do EVA. Entretanto, notamos a necessidade de dar maior ênfase a aspectos relacionados à natureza da ciência.

Diante desta conclusão, podemos definir nosso problema para este segundo ciclo, como sendo: **como melhorar a prática com a abordagem da história da ciência no ensino de física, a fim de obter mudanças nas concepções dos alunos sobre a ciência?**

Diante da definição do problema iniciamos a fase de estruturar a proposta didática a ser implementada. Nosso principal objetivo neste ciclo é através da prática realizada pela professora com a abordagem da história da ciência, promover visões consideradas adequadas sobre o processo de desenvolvimento do conhecimento científico, com alunos do PROEJA.

6.1.2 – Plano de ação

Com base nas orientações de Martins (2006), a respeito das contribuições dadas pelo estudo adequado de episódios da história da ciência, resolvemos utilizar o episódio do jesuíta astrônomo, Valentim Stansel, com o objetivo de discutir mais explicitamente o processo de construção do conhecimento científico. Nossa abordagem, mais centrada na discussão de aspectos relacionados ao fazer científico, abrirá o conteúdo de óptica geométrica, apresentando a importância de seu estudo para o desenvolvimento de instrumentos importantes para a óptica como a luneta.

De acordo com Silva (2010), o ensino da óptica ainda encontra-se restrito ao formalismo matemático, como, por exemplo, o uso de raios e ângulos, carecendo de referências a aspectos históricos, políticos e sociais da ciência. Para o autor, direcionar o ensino da óptica para esta dimensão pode trazer mais sentido para o seu estudo.

Continuaremos também, a adotar uma postura investigativa, priorizando as discussões, permitindo assim, que os alunos possam defender e expor seu ponto de vista (Vannuchhi, 1996).

6.2 - Segunda Etapa: Implementação da proposta

O segundo Estudo de Caso foi realizado em seis inserções nas aulas de física, no primeiro semestre de 2009, com duração de 45 minutos. Neste segundo Estudo de Caso, optamos por dar maior ênfase a aspectos relacionados à construção da ciência.

O Estudo de Caso trata do episódio do jesuíta astrônomo Valentin Stansel, que realizou importantes observações sobre cometas no século XVII e teve o relato de suas observações citadas na obra de Newton, *Principia*, publicada em 1687. Para seleção e estudo do episódio histórico, recorreremos novamente a textos de divulgação científica publicados na literatura por historiadores da ciência. Percebemos que os alunos conseguiram compreender o

episódio a partir da leitura destes textos e permitiu o desenvolvimento de discussões em sala de aula. O episódio histórico tem como referência os trabalhos publicados por Camenietzki (1995, 1999, 2003).

A seguir, apresentaremos detalhadamente o episódio estudado durante este segundo ciclo e também mostraremos o desenvolvimento deste Estudo de Caso histórico realizado durante seis inserções nas aulas de física.

6.2.1 - O episódio

Durante o século XVII o debate astronômico ganhava importância, especialmente, na Europa. Na época, discutia-se a respeito da natureza dos cometas, se estes eram fenômenos aéreos (aconteciam na atmosfera) ou celestes (aconteciam nos céus a uma grande distância da terra). Diversos astrônomos da companhia de Jesus participaram desta discussão, defendendo, em sua maioria, que os cometas eram fenômenos celestes. Os jesuítas dispunham de colégios com sólido ensino de astronomia e em diversos desses institutos os padres matemáticos realizavam suas próprias observações (Camenietzki, 2003).

Stansel nasceu em 1621, numa pequena cidade da Boêmia, região da Alemanha, ingressou aos 16 anos na Companhia de Jesus onde começou a estudar filosofia e matemática na Universidade de Praga, se tornando mais tarde professor dessas disciplinas. Após viajar para Roma e Portugal, onde publicou importantes trabalhos, padre Stansel, partiu para o Brasil (Camenietzki 1999).

Chegou ao Brasil em 1663, na quadragésima quinta expedição da Companhia de Jesus e começou a lecionar no Colégio de Salvador, onde também estudava o clima e a natureza local, observava o céu e escrevia livros sobre diversos temas de grande repercussão na Europa.

No Brasil, Stansel observou diversos cometas depois de sua chegada, com auxílio de lunetas, que o próprio construía, já que naquela época era comum os astrônomos construir seus próprios instrumentos de observação. Stansel também participava da discussão sobre a natureza dos cometas, de acordo com Camenietzki, (1995), para Stansel os cometas são compostos de matéria dos planetas e principalmente do sol, que se condensa em partes mais elevadas do espaço, gerando a figura conhecida com núcleo e calda.

Em dezembro de 1664, ele observou pela primeira vez um cometa, que devido sua trajetória, ficava oculto pela luminosidade do sol, tornando a aparecer em janeiro de 1665. Sobre este cometa, Stansel escreveu no segundo semestre de 1665 a obra, *Legatus Uranicus ex Orbe Novo in Veterem*, que circulou por diversas mãos, onde relatava os principais impasses que eram discutidos na época a respeito de cometas, como: matéria, localização no

céu, natureza do seu brilho, trajetória etc. Este trabalho foi publicado em 1683, pelos jesuítas de Praga, acrescentado a esta obra outras observações realizadas na Europa (Camenietzki, 1999, 1995).

Outros cometas foram observados por Stansel no Brasil, como o de 1668. No relato da observação deste novo cometa, Stansel faz uma descrição da posição e do aspecto do cometa, ressaltando que o cometa possuía a cauda oposta ao sol e um brilho intenso. Esta observação foi publicada na Europa em 1673, no periódico *Gionalli dei Literati*. Em seguida, Christiaan Huygens (1629-1695), reconhecido matemático holandês que trabalhava em Paris, traduziu o texto e o encaminhou à Royal Society de Londres para então ser publicado em julho de 1674 no *Philosophical Transactions*. Esse trabalho tornou-se amplamente conhecido por vários cientistas como Isaac Newton e Edmond Halley (Camenietzki, 1999, 2003). Newton, para tentar comprovar sua teoria sobre esse tipo de astro, utilizou os dados de Stansel e o citou em sua obra maior, *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, publicado em 1687, no terceiro livro, proposição XLI, problema XXI:

No Brasil, em 5 de Março de 1668, às 7h da noite, St. N. P. Valentin Stansel, viu um cometa próximo ao horizonte, no sudoeste, com a cabeça pequena e corpo “conpíscuo”, mas com a cauda extremamente brilhante, tão que a reflexão no mar era facilmente vista por todos que se achavam no litoral. Se parecia como uma barra brilhante de 23 graus de comprimento estendendo-se do ocidente para o sul, quase paralela horizonte. Mas esse excessivo esplendor continuou a ser visto por apenas três dias, sofrendo notável decréscimo, e enquanto o esplendor desaparecia o tamanho aumentava (Newton, 1848, p.494).

Todos os relatos sobre os cometas observados e publicados por Stansel foram compilados pelos seus confrades no livro intitulado *Legatus Uranicus ex Orbe Novo in Veterem*, em 1683. O livro analisava as principais teorias sobre os cometas em debate no século XVII, além de expor as teorias astronômicas de Stansel sobre a composição, trajetória e natureza do portentoso. No mesmo ano, esta obra foi resenhada pelo periódico *Acta Eruditium*, tornando Stansel ainda mais conhecido (Camenietzki, 1995).

Em 1705, aos 84 anos de idade, Stansel falece na Bahia, deixando diversas obras científicas, de filosofia natural e algumas de teologia e ascetismo. Nem todos os seus trabalhos foram publicados, alguns se perderam e outros podem ser encontrados ainda manuscritos em bibliotecas europeias (Camenietzki, 2003).

6.2.2 - Desenvolvimento das atividades

O segundo Estudo de Caso histórico foi relacionado ao conteúdo de óptica geométrica. Nosso objetivo com neste estudo foi de levar os estudantes a refletirem sobre a importância dos estudos de Stansel para a ciência brasileira (Santos-Neto, 2007) e da luneta para a ciência da época. A partir da reflexão dos alunos, ao longo do estudo, sobre os temas propostos, pretendemos também verificar suas visões sobre a ciência (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Na primeira aula os alunos responderam no EVA ao primeiro passo do Estudo de Caso. No quadro 6.1 abaixo, encontramos o texto do Estudo de Caso sobre o episódio do jesuíta astrônomo Valentin Stansel.

O Universo sempre despertou a curiosidade dos homens, desde a Antiguidade até os dias atuais. Procuravam explicações para o movimento do Sol, das estrelas, dos planetas, dos cometas, etc. Um grande salto foi dado com o aperfeiçoamento da luneta por Galileu em 1609. Em 2009 comemoramos 400 anos desde que a luneta foi utilizada pela primeira vez como um instrumento para fins científicos, possibilitando observações mais precisas dos astros e abrindo caminhos para novos conhecimentos.

No Brasil, no século XVII, observações astronômicas foram realizadas, com uma luneta, pelo jesuíta Valentin Stansel. O jesuíta chegou à Bahia em 1663 para lecionar no Colégio de Salvador. Os relatos de suas observações, enviados para a Europa, foram publicados em periódicos importantes da época. Desta forma, apesar da distância, Stansel participava das principais discussões que aconteciam na Europa, a respeito da natureza dos cometas, se eram fenômenos aéreos (aconteciam na atmosfera) ou eram fenômenos celestes (ocorriam nos céus, a uma grande distância da Terra). O relato do cometa por ele observado em 1668, chegou ao conhecimento de Isaac Newton e foi incluído na principal obra deste cientista, *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, publicada em 1687, onde são apresentadas as famosas três leis do movimento e a Teoria Gravitação Universal.

O uso da luneta permitiu observações mais precisas e a abertura de caminhos para novas discussões. A partir do episódio do padre Valentin Stansel, convidamos você a refletir sobre: a importância das observações realizadas pelo padre Valentin Stansel para a ciência do Brasil e a importância do uso da luneta para o trabalho científico da época.

Quadro 6.1 – Texto do segundo Estudo de Caso

Após todos os alunos terem respondido esse primeiro passo, foram feitos comentários a respeito do tema de estudo e o texto para leitura, “Nos céus do Brasil” (Camenietzki, 2003), publicado na Revista Nossa História, foi disponibilizado no *Kit* pedagógico do EVA.

Na aula seguinte, os alunos já haviam lido o texto proposto e começaram a expor e compartilhar suas idéias com a sociedade da sala de aula. Os alunos destacaram pontos que consideraram relevantes no texto. Iniciamos nossas discussões a respeito da vinda de Stansel ao Brasil e sobre os trabalhos realizados pelos jesuítas.

Na semana seguinte, continuamos a discussão do texto sobre o episódio histórico. Os alunos destacaram a importância do uso da luneta para o desenvolvimento dos estudos da época. Começamos então a refletir sobre as diferentes explicações que eram dadas para a natureza dos cometas. Os alunos passaram a perceber que apesar de os astrônomos da época utilizarem a luneta para fazerem suas observações, suas explicações eram baseadas em suas teorias e crenças.

Na quarta aula, continuamos discutindo sobre aspectos envolvidos no processo de construção da ciência. Destacamos mais uma vez, a importância das discussões para o desenvolvimento científico e a importância do trabalho coletivo para a elaboração de leis e teorias científicas. Também refletimos sobre a importância das observações de Stansel terem sido realizadas no Brasil colonial, pois é comum se imaginar que no Brasil, nessa época não havia estudos científicos relevantes sendo desenvolvidos.

Na aula seguinte, realizamos uma síntese do estudo realizado, os alunos comentaram pontos que consideraram relevantes no episódio e elaboraram sua resenha, responderam o segundo passo no EVA.

Na sexta e última aula os alunos responderam no EVA ao terceiro passo do Estudo de Caso. Buscávamos novamente identificar suas visões acerca da ciência, da importância da luneta para época e do trabalho de Stansel para a ciência brasileira. Porém, desta vez, os textos não representavam mais visões iniciais, tratava-se de textos com visões modificadas (ou não) pelo estudo e pelas discussões.

6.3 - 3º Etapa: Monitoramento da ação

A presente seção tratará dos instrumentos de coleta e dos dados obtidos durante o desenvolvimento deste segundo ciclo. Em seguida, mostraremos como os dados foram organizados e os resultados encontrados.

6.3.1 - Instrumento de coleta de dados e dados obtidos

Devido aos resultados obtidos no primeiro ciclo, decidimos manter os mesmos instrumentos de coleta de dados, as observações e o Estudo de Caso.

Os dados serão novamente obtidos a partir dos registros das observações no caderno de campo e dos textos produzidos pelos alunos no primeiro e terceiro passo do segundo Estudo de Caso.

6.3.2 - A organização dos dados

Para a organização dos dados, foi feita, em primeiro lugar, uma revisão das anotações do caderno de campo deste segundo Estudo de Caso. E posteriormente, realizamos a análise dos textos produzidos pelos alunos com base na técnica de análise de conteúdo como determinada por Bardin (2009).

Orientamos-nos novamente pelos seguintes passos: primeiramente, elaboramos uma planilha para cada aluno com a resposta inicial e final e retiramos destas respostas US. As US recortadas deveriam expressar os conceitos e ideias dos alunos sobre o tema de estudo de acordo com os objetivos almejados, que eram: verificar a importância dos estudos de Stansel para a ciência brasileira e da luneta para a ciência da época, e a partir da reflexão dos alunos, pretendemos também verificar suas visões sobre a ciência. Em seguida as US, foram agrupadas em categorias para que se permitissem as inferências e interpretações.

6.3.3 – Resultados

Nesta seção, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos durante o desenvolvimento do segundo Estudo de Caso, a partir das observações realizadas, com base nas anotações do caderno de campo e em seguida, será realizada a análise dos textos produzidos pelos alunos.

6.3.3.1 - Observações das aulas

Apresentaremos neste tópico, as observações das aulas anotadas pela pesquisadora em sala de aula, durante o segundo Estudo de Caso. Descreveremos alguns trechos com as reflexões realizadas pela pesquisadora e outros que trazem falas que expressam as concepções dos alunos que gostaríamos de destacar.

(CADERNO DE CAMPO, 11/11/2009, reflexões da pesquisadora)

Contexto: Início do segundo Estudo de Caso, os alunos realizaram a leitura do Estudo e responderam o primeiro passo no EVA.

Os alunos se apresentaram interessados com o tema de estudo, a respeito das observações de cometas no Brasil e também a respeito de Valentin Stansel ser um padre jesuíta.

(CADERNO DE CAMPO, 18/11/2009, reflexões da pesquisadora)

Contexto: Neste momento os alunos já haviam respondido o primeiro passo do Estudo de Caso e já haviam lido o texto proposto. Esta aula seria dedicada ao início da discussão do texto.

Os alunos haviam lido o texto e destacaram pontos que consideraram relevantes. As alunas R e S, acharam muito interessante as atividades científicas desenvolvidas pelos jesuítas. A aluna R comentou a respeito da troca de cartas entre os jesuítas, a fim de manterem-se atualizados sobre os assuntos científicos e também para publicar seus trabalhos na Europa.

O aluno A destacou a importância do uso da luneta e a produção pelos próprios astrônomos da época, inclusive padre Stansel.

Os alunos M e K destacaram a questão dos cometas. O aluno M queria saber sobre a natureza dos cometas de acordo com a teoria vigente.

(CADERNO DE CAMPO, 25/11/2009)

Contexto: Esta aula teve como objetivo principal incentivar os alunos a refletirem sobre aspectos relacionados ao processo de desenvolvimento do conhecimento científico. Foram levantadas algumas questões para que os alunos pudessem refletir em sala de aula.

Pesquisadora: Mais uma vez observamos que trabalhos realizados no Brasil, como as observações que Stansel realizou dos cometas, foram citadas por Newton em sua principal obra, o que vocês compreenderam sobre isto?

Aluna R: As observações de Stansel e de outros astrônomos contribuíram para que Newton pudesse comprovar sua teoria sobre os cometas.

Pesquisadora: O que então nós podemos refletir a partir disso? Será que os fenômenos eram explicados por apenas um cientista?

Aluno A: Como nós vimos até no episódio do Couplet, era preciso várias contribuições para fazer as teorias.

Aluno S: Eles até mesmo trocavam cartas, para se manterem informados e mostrar o que observaram para os outros astrônomos da Europa.

Comentários: Nesse trecho podemos perceber que os alunos já passaram a considerar a ciência como fruto do trabalho coletivo e não como obra de um único e isolado gênio.

(CADERNO DE CAMPO, 02/12/2009)

Contexto: Esta aula foi direcionada para a discussão de aspectos relacionados às diferentes explicações para as observações de fenômenos.

Pesquisadora: Como vimos no episódio do jesuíta Valentim Stansel, existiam discussões a respeito da natureza dos cometas, se eram fenômenos aéreos ou celestes. Como era possível existir diferentes opiniões se os astrônomos observavam os mesmos fenômenos.

Aluno S: No texto mostra que aqueles acreditavam que os cometas eram fenômenos aéreos, ainda consideravam o mundo celeste incorruptível.

Aluno K: Mas antes eu acho que poderia existir essa dúvida, por que eles faziam as observações a olho nu.

Pesquisadora: Mas na época do padre Stansel, a maioria dos astrônomos utilizavam sua própria luneta.

Aluno J: Então o que isso quer dizer, como é possível olhar para o mesmo objeto e dar explicações diferentes?

Pesquisadora: Na época ainda existia a crença de que o mundo supra-lunar, ou acima da lua, era perfeito, incorruptível, e aqueles que acreditavam que os cometas eram fenômenos celestes começavam a questionar e mesmo a romper com essa crença.

Aluno M: É interessante perceber que mesmo Stansel sendo um padre também acreditava que os cometas eram fenômenos celestes.

Aluno A: Isso então quer dizer que Stansel não ficou preso apenas na religião.

Pesquisadora: O que nós podemos entender de tudo isso? Será que as crenças que eles tinham influenciavam suas observações?

Todos: Acho que sim professora (pesquisadora).

Comentários: A partir deste trecho, podemos perceber que os alunos foram avançando nas explicações, procuravam soluções e discutiam entre eles. O papel da pesquisadora era de encaminhar as discussões e levantar mais questões.

Os alunos perceberam como as teorias e crenças dos cientistas influenciam em suas observações e até as explicações para os fenômenos.

(CADERNO DE CAMPO, 09/12/2009, reflexões da pesquisadora)

Nesta aula, os alunos procuraram discutir entre eles sobre a importância dos trabalhos de Stansel e a importância para a ciência brasileira. Em seguida, os alunos responderam o segundo passo no EVA.

(CADERNO DE CAMPO, 16/12/2009, reflexões da pesquisadora)

Este foi o último dia de aula, dia em que foi finalizado o segundo Estudo de Caso e conseqüentemente os ciclos da pesquisa-ação.

Os alunos responderam no EVA o terceiro passo do Estudo de Caso.

6.3.3.2 - Análise dos textos produzidos pelos alunos

Neste tópico, os textos contendo as respostas dos alunos ao primeiro e terceiro passo do Estudo de Caso serão analisados.

Os resultados decorrentes da utilização do estudo de caso histórico relacionado ao episódio das observações astronômicas do padre Valentim Stansel no Brasil, foram gerados através da análise de conteúdo dos textos dos estudantes nos passos inicial e final do Estudo de Caso. As respostas dadas pelos estudantes nestes dois passos consistiam em uma reflexão sobre as questões levantadas no texto do Estudo de Caso. Mais uma vez, nenhum aluno se preocupou em responder detidamente cada questão. Buscamos, identificar elementos surgidos naturalmente em suas falas que demonstrassem suas visões sobre a importância da luneta para a época e a importância dos trabalhos de Stansel para a ciência brasileira e também, investigar quais as visões sobre a ciência estavam impregnadas nas falas dos estudantes.

Em relação ao ensino e estudo da óptica geométrica, procuramos nos guiar pelos trabalhos de Silva (2010) e Vannuchhi (1996), que afirmam que é preciso transformar o ensino da óptica, da simples “decoreba” de formalismos matemáticos para aulas que tragam mais significado aos conteúdos estudados e revele aspectos históricos, políticos e sociais da ciência como, por exemplo, ao mencionar a necessidade que outras sociedades tiveram em aperfeiçoar os seus estudos em lentes, espelhos, lunetas e telescópios, fossem eles para

diferentes fins, econômicos ou até mesmo militares contribuindo, desta forma, para estabelecer conexões entre o estudo da óptica e o mundo que os cerca.

Para a análise das respostas dos alunos ligadas a importância das observações astronômicas realizadas por Stansel, para a ciência do Brasil, nos guiamos novamente pelo trabalho de Santos-Neto (2007). Com relação às visões sobre a ciência nos orientamos pelas visões sobre a natureza da ciência presentes na literatura.

Apresentamos a seguir, os resultados obtidos a partir das falas de cada aluno no primeiro e último passo. Alertamos que podem existir US em maior ou menor quantidade que o número de alunos da pesquisa, visto que as respostas de alguns alunos poderiam ser agrupadas em mais de uma categoria ou o aluno pode não ter se manifestado sobre o assunto.

Das respostas dadas pelo Aluno A foi possível extrair as US apresentadas na tabela 6.1.

Tabela 6.1: US extraídas do texto do Aluno A.

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none">• Stansel, deixou o Brasil, em nível igual ao europeu• Ele fazia intercâmbio de informações	<ul style="list-style-type: none">• Não ficou preso somente na religião• Contribuiu para a teoria de Newton• O Brasil contribuiu para o mundo e provou que o país tem sua história na ciência

Iniciamos nossa análise sobre os textos produzidos pelos alunos, pela resposta do aluno A. No passo inicial identificamos duas US. Na primeira, o aluno mostra acreditar que após as observações de Stansel, o Brasil pôde ser elevado cientificamente, comparando inclusive a ciência do Brasil a ciência europeia. Podemos perceber na fala do aluno, que em sua concepção a ciência da Europa é superior a de outros países. Santos-Neto (2007), considera necessário valorizar a cultura científica do país, pois do contrário, os alunos acabam percebendo a ciência de seu país como sem valor em relação a outros países.

Na segunda, o aluno comenta sobre a importância das trocas de informações da época. De acordo com Camenietzki (2003), os jesuítas trocavam cartas entre si, em uma ampla rede de comunicações, a fim de estarem atualizados com os principais acontecimentos que ocorriam na Europa e em outros países e também para poderem apresentar seus trabalhos. Isso mostra que já no passo inicial, o aluno percebe o caráter coletivo do trabalho científico, reforçando assim, uma visão coletiva da ciência (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

No passo final, encontramos três US no texto produzido pelo aluno A. Na primeira, o aluno comenta que Stansel não ficou preso apenas a religião. Em sua fala, podemos perceber

que o aluno faz relação com elementos do texto e também com as discussões realizadas em sala de aula. Segundo Camenietzki (2003), nessa época havia a discussão sobre a natureza dos cometas, se eram fenômenos aéreos ou celestes. Aqueles que acreditavam que os cometas eram fenômenos celestes mostravam romper com a crença presente na época, de que o mundo celeste é perfeito. Como para a Igreja, os cometas eram imperfeições, ou um aviso de Deus aos homens, este fenômeno não poderia ocorrer no mundo celeste. Porém, quando Stansel, assume que os cometas são fenômenos celestes, ele rompe com os preceitos da Igreja e por esse motivo o aluno comenta que Stansel não ficou “preso” somente a religião. Podemos também notar a presença de diferentes explicações para um mesmo fenômeno, demonstrando desta forma, que as observações são dependentes de teorias e crenças, apresentando assim, uma visão não-empírico-indutivista da ciência (Gil-Pérez *et al*, 2001).

Na segunda, o aluno mostra a importância do trabalho coletivo para o desenvolvimento científico, ao comentar a respeito da contribuição de Stansel para a teoria de Newton (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001). Nesta mesma US, podemos perceber que o aluno considera as observações realizadas por Stansel no Brasil, relevantes para a elaboração da teoria de Newton sobre os cometas.

Na terceira US recortada, o aluno se refere à importância dos trabalhos realizados no Brasil para a ciência.

Das respostas dadas pelo Aluno J foi possível extrairmos as US apresentadas na tabela 6.2.

Tabela 6.2: US extraídas do texto do Aluno J

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • Ele passou algo muito importante para os brasileiros 	<ul style="list-style-type: none"> • Nosso país ficou mundialmente conhecido por proporcionar grandes estudos sobre os cometas • Stansel conclui que eram cometas celestes e não fenômenos aéreos como diziam ser, ajudando a futuros cientistas para novas teorias. • Não esquecendo da luneta, instrumento de grande importância para as pesquisas de Stansel.

Na análise da resposta do aluno J, recortamos apenas uma US no passo inicial, esta US se refere à importância dos trabalhos de Stansel para os brasileiros. Em sua fala, o aluno deixou indeterminado o que considerava importante ter sido deixado aos Brasil por Stansel. Contudo, inferimos, mediante todo o estudo, que ele se referia a um algo, que segundo

Santos-Neto (2007), se insere na cultura, ou melhor, na “tradição cultural científica” de um grupo, agregando valores, hábitos e crenças.

Já no passo final, identificamos três US, a primeira esta relacionada com a importância dos trabalhos de Stansel para o Brasil, pois segundo o aluno a partir das observações astronômicas feitas pelo padre, o país passou a ser conhecido mundialmente. Na segunda, o aluno se refere às diferentes explicações dadas aos cometas na época, se eram fenômenos aéreos ou celestes. Esta visão mostra que não existem observações neutras, que a observação de um mesmo fenômeno pode gerar explicações diferentes, dependendo das teorias e hipóteses, o aluno revela assim, uma visão na-empírico-indutivista da ciência (Gil-Pérez *et al*, 2001).

A última US recortada diz respeito à utilização da luneta na época, pois o aluno a considera um instrumento muito importante para as pesquisas astronômicas que ocorreram no século XVII. De acordo com Silva (2010), é essencial que os alunos percebam a importância do desenvolvimento de instrumentos ópticos e compreendam sua relação com os acontecimentos da época, pois desta forma, o ensino de óptica, pode trazer mais sentido para os alunos.

Das respostas dadas pelo Aluno K foi possível extrairmos as US apresentadas na tabela 6.3.

Tabela 6.3: US extraídas do texto do Aluno K

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • A luneta foi uma evolução naquela época, diríamos que estaria começando a tecnologia 	<ul style="list-style-type: none"> • Os estudos feitos no Brasil e as descobertas feitas foram de grande importância para o país foi o auge nas descobertas ate porque naquela época a ciência estava se iniciando no país • Proporcionando contribuição para Newton da lei mecânica e a teoria da gravitação universal • A luneta foi um instrumento de grande importância e possibilitando com maior visibilidade os cometas estudados

Na análise do passo inicial, encontramos apenas uma US na fala da aluna K. Esta US se refere ao uso da luneta, a aluna acredita que este instrumento óptico representou uma importante evolução para a tecnologia, porém a aluna não faz referência a luneta para as observações astronômicas e para estudos científicos.

Na análise do passo final, recortamos três US. Na primeira, a aluna acredita que as observações realizadas por Stansel, contribuíram para a valorização da ciência do Brasil. Ela considera que, a ciência ainda estava iniciando no país. Percebemos que na resposta da aluna K, começa-se a existir uma valorização a cultura científica brasileira (Santos-Neto, 2007).

Na segunda, podemos notar que a aluna considera importante as contribuições de Stansel a teoria de Newton. Nesta fala a aluna demonstra uma visão coletiva da ciência, desmistificando dessa forma, a ideia de que a ciência é repleta de gênios que constroem as teorias isoladamente (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

A terceira, se refere à importância do uso da luneta. A aluna acredita que este instrumento proporcionou observações mais detalhadas dos astros. Vannucchi (1996) e Silva (2010), consideram essencial que os alunos possam verificar a importância dos conteúdos que estão estudando, como por exemplo, a verificação da importância dos estudos para o desenvolvimentos de lunetas e telescópios.

Das respostas dadas pelo Aluno M foi possível extrairmos as US apresentadas na tabela 6.4.

Tabela 6.4: US extraídas do texto do Aluno M

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • O estudo do padre Valentim teve grande importância no caso dos telescópios • As descobertas do padre veio contribuir para os estudos de Isaac Newton • Foi importante esse acontecimento para o Brasil porque eleva o nosso país ao nível científico mundial como também descobridor 	<ul style="list-style-type: none"> • Ele observava os cometas distantes através da luneta • Ele alcançou reconhecimento de Isaac Newton • Vejo que esse fato acontecido no Brasil é de suma importância para o nosso país.

Na análise do passo inicial do aluno M, identificamos, três US. Na primeira, o aluno afirma a importância dos estudos de Stansel para o desenvolvimento dos telescópios.

Logo na segunda, o aluno comenta sobre a importância dos estudos feitos por Stansel para o trabalho de Newton. O aluno, já no passo inicial, apresenta uma visão coletiva da ciência (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

Ainda no passo inicial, a terceira US, demonstra a visão do aluno em relação à ciência brasileira. O aluno, ao comentar que os estudos empreendidos por Stansel no Brasil, puderam proporcionar avanços a ciência do país, elevando o nível científico do Brasil, como também descobridor, revela que considera a ciência do Brasil como receptora de conhecimentos e não

como também produtora. Santos-Neto (2007) considera que esta é uma visão comum entre os brasileiros, à visão de que a ciência brasileira é inferior à ciência de países desenvolvidos. O autor considera que é preciso apresentar aos nossos estudantes a produção científica do país, não se tratando neste caso, de um nacionalismo exacerbado, mas a tentativa de criar possibilidades para que os alunos reconheçam e valorizem as pesquisas e cientistas do Brasil.

Assim como no passo inicial, identificamos três US no passo final do aluno M. A primeira, diz respeito a importância da utilização da luneta para os estudos da época. Para o aluno M, o uso da luneta permitiu que os cometas mais distantes pudessem também ser observados, neste caso, o aluno demonstra considerar que a luneta permitiu observações detalhadas, possibilitando assim, estudos mais acurados dos astros.

Na segunda, o aluno comenta que os trabalhos de Stansel foram reconhecidos por Newton. Podemos entender que o aluno vê que durante o processo de desenvolvimento do conhecimento científico, os cientistas trabalham em conjunto, demonstrado dessa maneira, que o trabalho científico é coletivo (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

Na terceira e última US, o aluno acredita que as observações realizadas por Stansel no Brasil, são importantes para o país. Podemos compreender da fala do aluno também que conhecer os trabalhos que foram realizados no país é essencial para a nossa cultura científica.

Das respostas dadas pelo Aluno N foi possível extrairmos as US apresentadas na tabela 6.5.

Tabela 6.5: US extraídas do texto do Aluno N

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • Os estudiosos da época tiveram uma grande importância para a ciência de hoje em dia pela sua determinação em buscar aprimoramento de suas pesquisas e criações • Graças ao Stansel o Brasil também teve essa chance de desenvolver 	<ul style="list-style-type: none"> • O importante foi o desenvolvimento e adaptação da luneta • Stansel contribuiu para a teoria de Newton sobre os cometas.

No texto do passo inicial produzido pelo aluno N, encontramos duas US. Na primeira, podemos notar que o aluno expressa uma visão acumulativa do conhecimento científico. Em sua resposta, podemos entender que o aluno percebe que os cientistas têm a tendência de aprimorar os trabalhos de cientistas anteriores, como se ocorresse uma evolução na construção da ciência (Gil-Pérez *et al*, 2001).

A segunda, o aluno considera que, as observações realizadas por Stansel, permitiram que o Brasil também pudesse se desenvolver cientificamente. Esse ponto de vista explicitado

pelo aluno N, mostra que em sua visão, foi apenas após os trabalhos realizados por Stansel, que o Brasil passou a fazer parte do quadro científico.

Já no passo final, na primeira US recortada, o aluno considera que nessa época, teve grande importância o desenvolvimento dos estudos com a luneta. Nesta fala, o aluno reconhece a importância do desenvolvimento de tais estudos, trazendo assim, mais significado às aulas de física, ao estudar o conteúdo de óptica geométrica.

A última US, o aluno apresenta uma visão coletiva da ciência, quando o aluno assume a contribuição das observações feitas por Stansel a teoria de Newton sobre este astro (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

Das respostas dadas pelo Aluno P foi possível extrairmos as US apresentadas na tabela 6.6.

Tabela 6.6: US extraídas do texto do Aluno P

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • O homem era bem curioso queria saber o por que de tudo, o ruim é que eles não deixaram nada para nós pesquisarmos, eles descobriram o que puderam. • Eu gostaria de saber se hoje em dia existem cientistas tentando descobrir coisas novas e mudar a teoria dos outros dos antigos. 	

Na análise do passo inicial da aluna P, encontramos duas US. As duas US identificadas apresentam uma visão considerada deformada da ciência, a visão dogmática. Nesta visão a aluna considera que a ciência já está pronta e acabada, não podendo ser questionada e que as teorias não podem ser modificadas ou refutadas (Gil-Pérez *et al*, 2001). A aluna deixa clara esta visão quando diz que os homens já pesquisaram tudo e não existe mais nada a ser pesquisado. Na segunda, a aluna deixa a visão ainda mais explícita ao duvidar que possam existir cientistas tentando modificar as teorias já elaboradas e testadas.

A aluna não respondeu ao passo final, por esse motivo não existem US extraídas da fala da aluna no terceiro passo.

Das respostas dadas pelo Aluno R foi possível extrairmos as US apresentadas na tabela 6.7.

Tabela 6.7: US extraídas do texto do Aluno R

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • As contribuições do padre Valentim, serviram para as observações astronômicas que foram realizadas através do uso da luneta. • Até hoje, os homens, procuram explicações para saber sobre o movimento do sol, das estrelas, dos planetas e dos cometas. • A importância desse estudo foi que chegou ao conhecimento de Isaac Newton 	<ul style="list-style-type: none"> • Cada um tinha uma idéia diferente sobre os cometas • Eles faziam debate sobre o assunto até que um dia depois de muitas brigas, conflitos religiosos esse debate ganhou uma grande importância. • O uso da luneta já existia na época só que ela não tinha capacidade para uma observação perfeita, por ela não ter lentes para as ampliações. • Stansel não só coletou dados para enriquecer a análise de seus pares europeus • Ele se envolvia em debates astronômicos • Suas obras terem ajudado para algumas das teorias de alguns cientistas

No passo inicial, recortamos três US do texto produzido pela aluna R. Na primeira, a aluna comenta sobre a importância das contribuições dos trabalhos realizados por Stansel, para a astronomia e destaca a utilização da luneta para as observações.

Na US seguinte, a aluna demonstra acreditar que os cientistas continuam investigando os fenômenos, como o movimento do sol, das estrelas e etc. Nesta fala, podemos inferir que a aluna reconhece que a ciência não está pronta, mas é suscetível a transformações, revelando dessa forma, uma visão não-dogmática da ciência (Gil-Pérez *et al*, 2001).

Na última US, a aluna afirma que os estudos de Stansel alcançaram reconhecimento de Newton, mostrando dessa forma, uma visão coletiva da ciência e também destacando a importância das observações realizadas por Stansel, aqui no Brasil, para a teoria newtoniana (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

Já no passo final, foram identificadas seis US. A primeira US encontrada está relacionada com a visão de que não existe uma observação neutra ou apenas uma explicação para um dado fenômeno, apresentando uma visão não-empírico-indutivista da ciência (Gil-Pérez *et al*, 2001). A aluna assume que “cada um tinha” explicações diferentes para os cometas, neste caso, segundo Forato (2009), a fala da aluna pode indicar “um certo” relativismo científico, ao acreditar que cada homem da ciência tinha uma explicação própria

para o fenômeno, não compreendendo que estas explicações fazem parte de diferentes correntes de pensamento da época.

Na segunda, a aluna comenta sobre a importância das discussões presentes na época, indicando assim, uma visão gradativa do conhecimento científico (Martins, 2006).

Na terceira, aluna apresenta uma tendência a uma visão anacrônica do conhecimento científico, a aluna, ao comentar a respeito do uso da luneta, justifica que já existia na época, porém, não com a capacidade dos dias atuais. A aluna, em sua fala demonstra uma sobrevalorização da ciência atual, desmerecendo a ciência e tecnologias da época (Allchin, 2004).

A quarta, a quinta e a sexta US recortadas do texto feito pela aluna, trata das contribuições do trabalho de Stansel a ciência. Na quarta US, a aluna considera enriquecedoras as observações e dados coletados por Stansel, beneficiando os trabalhos de seus confrades na Europa, apresentando uma visão coletiva da ciência (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001). Enquanto, na quinta US recortada, a aluna comenta a respeito dos debates em que Stansel participou na época, mostrando assim, o caráter gradativo da ciência (Martins, 2006). E na sexta e última US recortada a aluna fala explicitamente das contribuições de Stansel a elaboração de teorias de outros cientistas, esta visão explicitada pela aluna, demonstra mais uma vez a importância do trabalho coletivo, no fazer ciência (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

Das respostas dadas pelo Aluno S foi possível extrair as US apresentadas na tabela 6.8.

Tabela 6.8: US extraídas do texto do Aluno S

Unidades de Significação (US)	Unidades de Significação (US)
<ul style="list-style-type: none"> • Foi através da luneta que ele relatava todos os acontecimentos que presenciava na natureza • Um dos fenômenos mais importantes que Stansel ajudou a desvendar aqui no Brasil foi o dos cometas; • Eu acho que a exploração do Homem no universo é super importante para as grandes descobertas, desde que não venha afetar o mundo. • É através das explorações que os cientistas acabam fazendo suas grandes descobertas • Como podemos ver o avanço na 	<ul style="list-style-type: none"> • Foi através da luneta que Valentim Stansel conseguiu desvendar o mistério dos cometas • Como toda ciência, esse acontecimento gerou várias polêmicas. • Foi através de muitas observações e através da luneta que Stansel pode afirmar que os cometas são corpos celestes, que ocorriam nos céus, a uma grande distância da Terra. • Outro ponto importante foi que os jesuítas não vinham para o Brasil apenas para ensinar (lecionar), eles também aproveitavam para desvendar

<p>tecnologia; as observações da astronomia no dia de hoje, são feitos através dos telescópios.</p>	<p>estes mistérios, neste período eles foram de grande importância aqui no Brasil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stansel com as suas observações publicou várias observações e enviou para vários lugares, tornando-se amplamente conhecido por uma brilhante geração cientistas; um deles foi o Isaac Newton • Devido aos avanços tecnológicos as observações são feitas no dia de hoje através dos telescópios.
---	--

Na análise do texto da aluna S, recortamos cinco US, no passo inicial. Na primeira, a aluna considera que através do uso da luneta, Stansel pode relatar suas observações sobre a natureza. A partir da fala da aluna, podemos notar a presença de uma visão deformada da ciência, a visão empírico-indutivista, quando a aluna demonstra crer que somente através de observações Stansel pode interpretar o que ocorre na natureza, sem que não tenha sofrido a influência de teorias e crenças anteriores, apresentando assim, uma visão empírico-indutivista da ciência (Gil-Pérez *et al*, 2001).

A segunda, esta ligada a importância das observações dos cometas realizados por Stansel aqui no Brasil, porém a aluna não faz maiores comentários sobre o assunto.

A terceira e quarta US, a aluna apresenta uma visão da ciência como algo isolado, pois a aluna deixa claro que os avanços científicos não devem interferir no mundo. Neste caso a aluna acredita na possibilidade da ciência estar isolada de influências sociais, econômicas e políticas (Gil-Pérez *et al*, 2001).

Na última US do passo inicial, a aluna deixa clara sua visão a respeito da importância do desenvolvimento dos telescópios, ao proporcionar avanços na astronomia.

No passo final, encontramos seis US na fala da aluna S, a primeira esta relacionada à importância do uso da luneta, a aluna afirma que através de seu uso, Stansel pode observar os cometas.

Na segunda, a aluna demonstra uma visão adequada do conhecimento científico, ao comentar que em toda a ciência ocorrem debates e discussões, ao contrário da visão comum, de que a ciência se desenvolve de forma linear (Martins, 2006).

A terceira, a aluna demonstra acreditar que foi através de muitas observações, que Stansel afirmou sua posição a respeito da natureza dos cometas, de que são corpos celestes, Podemos notar que a aluna ainda persiste com uma visão empírico-indutivista do

conhecimento científico, ao acreditar que apenas com observações Stansel chegou a tal conclusão, ignorando as teorias e hipóteses anteriores (Gil-Pérez *et al*, 2001).

Na US seguinte, a aluna comenta sobre a importância dos trabalhos científicos desempenhados pelos jesuítas no Brasil, ao contrário da crença comum, de que os jesuítas tinham por única missão a catequese dos índios. Podemos perceber aqui que o estudo do episódio também proporcionou enriquecimento cultural, ao tratar de temas que os alunos não conheciam, promovendo também a motivação e despertando o senso crítico destes alunos.

A quinta, a aluna demonstra acreditar na importância do trabalho coletivo para a ciência, ao comentar que as observações de Stansel foram importantes também para outros cientistas da época, desmistificando assim, a ideia de ciência repleta de gênios (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al*, 2001).

Na última US recortada, neste passo final, a aluna acredita que o uso da luneta e o desenvolvimento dos estudos da óptica proporcionaram avanços na astronomia e ainda comenta sobre a importância do uso dos telescópios nos dias atuais.

6.3.3.3 - Síntese Estudo de Caso 2

Com o objetivo de avaliar a evolução dos alunos conjuntamente, realizamos uma síntese de suas respostas. Após a análise dos textos de cada aluno separadamente, apresentamos uma síntese dos resultados divididos em três seções. A primeira trata das visões dos estudantes sobre a importância dos trabalhos de Stansel para a ciência brasileira, orientamos a análise deste tema a partir do trabalho de Santos-Neto (2007). A segunda seção aborda a importância da luneta para a ciência da época. Por último, a terceira seção envolve as visões sobre a ciência manifestadas pelos estudantes, guiamos a análise nesta seção principalmente pelo trabalho de Gil Pérez e cols. (2001).

6.3.3.3.1 - Importância dos trabalhos de Stansel para a ciência brasileira

O primeiro alvo de nossa análise esteve em identificar qual visão os alunos demonstraram ter sobre o impacto do trabalho de Stansel no Brasil para a ciência brasileira.

No tratamento dos textos, recortamos dez US, cinco do primeiro passo, que geraram três categorias, e seis no último passo, que geraram três categorias. As categorias geradas nos dois momentos estão apresentadas na tabela 6.9, bem como o número de US contidas em cada uma das categorias.

Tabela 6.9 – Síntese das respostas dos alunos em relação à importância do trabalho de Stansel para a ciência brasileira

Categorias do passo inicial (US)	Categorias do passo final (US)
<ul style="list-style-type: none"> • Elevou a ciência brasileira ao nível europeu (3) • Legou algo importante aos brasileiros (1) • Contribuiu para a elaboração da teoria de Newton (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Permitiu que o Brasil contribuísse para a construção de uma teoria científica (4) • Permitiu que o Brasil se tornasse conhecido mundialmente (1) • A atuação dos jesuítas como cientistas (1)

No passo inicial, três alunos ressaltaram que as observações realizadas pelo padre Stansel contribuíram para elevar a ciência brasileira ao nível europeu, como por exemplo, a fala do aluno A: “Stansel, deixou o Brasil, em nível igual ao europeu”. Através desta fala, ilustramos a percepção que os três alunos apresentaram sobre a ciência brasileira, de que não participava do quadro de produção científica mundial, ou seja, acreditam ser uma construção exclusiva dos países desenvolvidos, os europeus. Segundo Santos-Neto (2007), esta visão nasce quando se considera sem valor o conhecimento gerado em seu país. Assim, a ciência é vista como fruto do trabalho de alguns países que detém o conhecimento e não como fruto de uma ampla rede social. Esta visão caracteriza-se como um “obstáculo cultural” causado pela inexistência de assuntos que abordem a ciência produzida e desenvolvida com a participação do Brasil (Santos-Neto, 2007).

A segunda categoria criada se refere a US retirada da resposta do aluno J. Em sua fala, o aluno deixou indeterminado o que considerava importante ter sido deixado aos brasileiros por Stansel, porém é possível inferir que o aluno se refere a um algo, que segundo Santos-Neto (2007), se insere na cultura, ou melhor, na “tradição cultural científica”.

Ainda no passo inicial, a terceira categoria está ligada a duas US recortadas dos textos produzidos por dois alunos. Em suas falas, os alunos, demonstraram acreditar na importância das observações astronômicas realizadas pelo padre Stansel para o reconhecimento da cultura científica do Brasil, porém os alunos não trazem maiores argumentos para esta afirmação.

Para interpretação das categorias geradas a partir das falas no passo final, iniciamos pelas falas de quatro alunos que consideraram que as observações realizadas por Stansel permitiram ao Brasil contribuir para a construção de uma teoria científica. Desta forma, estes alunos percebiam a ciência brasileira como também participante da construção de

conhecimento científico, além de assumirem que a ciência é construída por meio de uma ampla rede social (Santos-Neto, 2007).

Um aluno destacou que os trabalhos de Stansel proporcionaram um reconhecimento mundial do Brasil: “Nosso país ficou mundialmente conhecido por proporcionar grandes estudos sobre os cometas” (Aluno J). Percebe-se que o aluno considerou que após os trabalhos de Stansel, o Brasil se tornou mundialmente conhecido, por ser um local propício ao estudo de cometas. Desta forma, vemos que o aluno reconhece como importante os trabalhos realizados por Stansel, mas crê que o Brasil foi apenas o local das observações, hesitando em reconhecer o Brasil como atuante no quadro de trabalhos científicos (Santos-Neto, 2007).

Por último, a aluna S destacou que a partir do estudo desse episódio foi possível perceber a contribuição dos jesuítas à ciência brasileira: “Outro ponto importante foi que os jesuítas não vinham para o Brasil apenas para ensinar (lecionar), eles também aproveitavam para desvendar estes mistérios, neste período eles foram de grande importância aqui no Brasil”. Percebemos que a aluna se referia aos trabalhos dos jesuítas nas boticas, na astronomia, na construção de bibliotecas (Camenietzki, 2003), informações contidas no material proposto para leitura no segundo passo do Estudo de Caso. Os jesuítas são vistos comumente como padres que vieram com a única missão de catequizar os índios, mas a partir do estudo, foi possível destacar, conforme observamos no recorte da fala da aluna, a importância dos padres da Companhia de Jesus para o desenvolvimento de atividades científicas no Brasil colonial, inclusive mantendo-se informados dos acontecimentos científicos da Europa e de outras partes do mundo.

6.3.3.3.2 - Importância da luneta para a ciência da época

O segundo tema de interesse de nossa análise envolveu identificar quais visões os alunos apresentaram, antes e após o estudo, a respeito da importância da luneta como instrumento óptico para o desenvolvimento científico da época. Acreditamos que o reconhecimento da luneta como um importante instrumento histórico de observação astronômica, favorece o conhecimento mais amplo dos conceitos envolvidos no desenvolvimento da óptica geométrica e da astronomia, levando, assim, mais significado aos temas abordados em sala de aula e no EVA (Silva 2010 e Vannucchi, 1996).

No tratamento dos textos, recortamos treze US, cinco do primeiro passo, que geraram duas categorias, e oito no último passo, que geraram quatro categorias. As categorias geradas nos dois momentos estão apresentadas na tabela 6.10, bem como o número de US contidas em cada uma das categorias.

Tabela 6.10 – Síntese das respostas dos alunos em relação à importância da luneta para a ciência do século XVII

Categorias do passo inicial (US)	Categorias do passo final (US)
<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer uma evolução tecnológica dos instrumentos ópticos (3) • Contribuiu para as observações astronômicas (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer uma evolução tecnológica dos instrumentos ópticos (2) • Permitir realizar pesquisas sobre os cometas (1) • Permitir observações detalhadas dos cometas (3) • Contribuiu para realização de observações que subsidiaram Newton na elaboração de sua teoria sobre trajetória dos cometas (2)

No passo inicial, três alunos destacaram que a luneta representou uma evolução tecnológica para a época. Entre as falas destes alunos, destacamos a da aluna K: “Como podemos ver, o avanço na tecnologia e as observações da astronomia nos dias de hoje são feitos através dos telescópios”. De fato, o surgimento da luneta representou algum avanço tecnológico frente às observações realizadas na época, basicamente feitas à olho nu. A luneta também representou um ponto de partida para o aprimoramento de instrumentos ópticos, como os telescópios. Portanto, uma parcela dos alunos compreendeu a importância dos instrumentos ópticos de observação para a época e também para o desenvolvimento de outros instrumentos ópticos atuais. De acordo com Silva (2010), é fundamental que os alunos possam perceber a importância dos conteúdos que estão estudando e estabelecer uma relação com o mundo que os cerca.

Dois alunos perceberam que a importância do uso da luneta para a época relacionava-se apenas com a possibilidade de realizar observações astronômicas, como exemplifica a fala da aluna R, “A importância das contribuições do padre Valentim serviram para as observações astronômicas que foram realizadas através do uso da luneta”. Percebemos na fala desta aluna, uma valorização da construção e do uso da luneta por Stansel, ou seja, houve uma adequação a necessidade de compreensão da ciência destacada por Silva (2010): compreende a importância e as implicações do desenvolvimento tecnológico em determinada época.

Para a interpretação das categorias do passo final, iniciamos pela categoria que destaca a luneta como um avanço tecnológico para a época. Esta categoria, identificada também no passo inicial, traduz a percepção de que a luneta estabeleceu um marco na evolução dos instrumentos ópticos.

A fala de uma aluna, a aluna S, apontou para a visão de que a luneta permitiu realizar pesquisas sobre cometas: “Neste estudo, podemos aprender o quanto o uso da luneta foi importante naquela época, pois foi através dela que Valentim Stansel conseguiu desvendar o mistério dos cometas”. A aluna se reporta às discussões realizadas em sala de aula em torno deste episódio, para destacar o papel da luneta como importante elemento para estudar a natureza e trajetória dos cometas.

Três alunos entenderam que a luneta permitiu observações astronômicas mais detalhadas, como apresentado na fala da aluna K: “A luneta, por sua vez, foi um instrumento de grande importância e possibilitou ter maior visibilidade dos cometas estudados”. Com esta fala, a aluna demonstra reconhecer a importância das observações feitas através da luneta, observações estas, realizadas anteriormente a olho nu, o que dificultava a visualização de astros a uma grande distância.

Por último, dois alunos relacionaram a importância da luneta para as observações que subsidiaram a elaboração da teoria de Newton sobre os cometas. Na fala do aluno J: “o desenvolvimento e adaptação da luneta contribuiu para a teoria de Newton sobre os cometas”, entendemos que o aluno relaciona as contribuições das observações de Stansel, realizadas com a luneta, à teoria de Newton, publicadas no livro, *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* (Camenietzki, 2003).

6.3.3.3.3 - Visões dos estudantes sobre a ciência

O terceiro foco de análise esteve em identificar quais as visões sobre a ciência os alunos demonstraram ter no início e no fim do estudo, a partir dos textos produzidos pelos alunos nos passos um e três, como uma reflexão sobre a importância dos estudos de Stansel para a ciência brasileira e da luneta para a ciência da época. Para orientar nossa percepção das visões sobre a ciência que surgiram naturalmente nos textos dos estudantes, utilizamos as visões deformadas e adequadas sobre a ciência discutidas no capítulo dois.

No tratamento dos textos, recortamos vinte e cinco US, sendo onze no primeiro passo e quatorze no segundo. As treze US do primeiro passo resultaram em sete categorias e as do último passo geraram quatro categorias. As categorias geradas nos dois momentos estão apresentadas na tabela 6.11, bem como o número de US contidas em cada uma das categorias.

Tabela 6.11 – Síntese das respostas dos alunos em relação às visões sobre a ciência manifestadas pelos estudantes

Categorias do passo inicial (US)	Categorias do passo final (US)
<ul style="list-style-type: none"> • Visão dogmática da ciência (2) • Visão descontextualizada da ciência (1) • Visão empírico-indutivista da ciência (2) • Visão acumulativa da ciência (1) • Visão coletiva da ciência (4) • Visão não-dogmática da ciência (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Visão coletiva da ciência (7) • Visão gradativa da ciência (3) • Visão não-empírico-indutivista da ciência (3) • Visão empírico-indutivista da ciência (1) • Visão anacrônica da ciência (1)

Iniciamos a análise das visões sobre a ciência dos estudantes pelo passo inicial, ou seja, nas seis categorias identificadas. A primeira categoria diz respeito ao dogmatismo na ciência. Duas US referentes à aluna P mostraram uma concepção dogmática da ciência, ou seja, vê a ciência como detentora da verdade absoluta, encontrando-se pronta e acabada e as teorias não podem ser questionadas ou refutadas (Gil-Pérez *et al.*, 2001). As US da aluna, que traduzem esta visão foram: “o ruim é que eles não deixaram nada para nós pesquisarmos” e “eu gostaria de saber se hoje em dia existem cientistas tentando descobrir coisas novas e mudar a teoria dos outros, dos antigos”.

Outra importante visão deformada de ciência identificada ocorreu na fala da aluna S. Na fala desta aluna, podemos perceber, que a mesma, considera que a ciência pode se desenvolver desvinculada das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, conforme percebemos em sua fala: “Eu acho que a exploração do homem no universo é super importante para as grandes descobertas, desde que não venha afetar o mundo”. Esta visão deformada sobre a ciência relaciona-se com a percepção que muitas pessoas têm dos cientistas, como pessoas “acima do bem e do mal”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções” (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

A aluna S também demonstra acreditar que o processo de construção do conhecimento científico ocorre por descobertas a partir de observações: “é através das explorações que o cientistas acabam fazendo suas grandes descobertas”. A aluna atribui à essência da atividade científica à experimentação seguida de descobertas. Segundo Gil-Pérez e cols. (2001), esta percepção empírico-indutivista e atórica é a visão deformada de ciência mais comum citada na literatura. “É uma concepção que destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação, não influenciadas por ideias apriorísticas, esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação” (Gil-Pérez *et al.*, *op. cit.*).

Outra categoria identificada que representa uma visão deformada sobre a ciência estava contida no texto do aluno N, que indicava uma visão de desenvolvimento linear e acumulativa da ciência. Deste aluno, recortamos a seguinte unidade de significação: “os estudiosos da época tiveram uma grande importância para a ciência de hoje em dia pela sua determinação em buscar o aprimoramento de suas pesquisas e criações” (Aluno N). Nesta fala percebe-se indícios de que em sua concepção, durante o processo de construção do conhecimento, os cientistas procuravam resolver os mesmos problemas levantados anteriormente, descartando as crises e revoluções durante o processo (Martins, 2006, Gil-Pérez *et al.*, 2001, Forato, 2009).

Muitos alunos, inclusive os que apresentaram visões deformadas de ciência, também demonstraram visões de ciência consideradas adequadas. Identificamos nas falas de quatro alunos visões opostas às concepções individualistas e elitistas da ciência, ou seja, visões da ciência como uma atividade coletiva. Um exemplo desta visão está no recorte do aluno M: “as descobertas do padre veio contribuir para os estudos de Isaac Newton”. Gil- Pérez e cols. (2001) afirmam que não se pode ignorar o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes. A importância dos alunos demonstrarem esta visão está em perceberem que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe não podem ser suficientes para verificar, confirmar ou refutar uma hipótese ou toda uma teoria.

Por último, a aluna R apresentou elementos em sua fala de uma visão oposta a visão dogmática da ciência, ou seja, de que a ciência permanece em evolução, não está pronta e é mutável (Gil-Pérez *et al.*, 2001). A fala da aluna R, “até hoje eles procuram explicações para saber sobre o movimento do sol, das estrelas, dos planetas e dos cometas”, indica que ela percebe que mesmo após os trabalhos de Stansel e das citações deste trabalho nos *Principia* de Newton, que ainda não há um consenso sobre o movimento dos cometas e de outros astros.

Finalizamos a análise do passo inicial com a percepção de que a grande maioria dos estudantes demonstraram visões deformadas da ciência, embora muitos também apresentaram visões adequadas.

No terceiro passo, houve a identificação de cinco categorias a partir das US recortadas. A maioria das US e das categorias geradas demonstraram uma visão oposta as consideradas deformadas por Gil-Pérez e cols. (2001).

Inicialmente, destacamos que sete US correspondentes às falas de seis alunos demonstraram que entendiam a ciência como construção coletiva, como segue na fala da aluna S: “Stansel com as suas observações publicou várias observações e enviou para vários lugares, tornando-se amplamente conhecido por uma brilhante geração cientistas; um deles foi o Isaac Newton”. Esta visão é oposta a de que a ciência é produzida de forma individualista e

elitista, como obra de gênios isolados. Esta categoria é significativa, pois cinco entre os sete que responderam o último passo reconheceram a importância da cooperação do trabalho científico (Martins, 2006 e Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Outra categoria gerada está relacionada com a visão gradativa da ciência. Contribuíram para a formação desta categoria dois alunos com três US. Os alunos consideraram que durante o processo de construção do conhecimento, ocorrem dúvidas, debates entre idéias contrárias e controvérsias, como por exemplo, neste recorte da aluna R: “eles faziam debates sobre os assuntos até que um dia depois de muitas brigas e conflitos religiosos esses debates ganharam uma grande importância” Neste sentido, a aluna identifica que o conhecimento não ocorre de forma linear e acumulativa, mas sim, de forma gradativa (Martins, 2006).

Três alunos apresentaram visões contrárias à concepção de neutralidade na ciência, ou seja, uma visão não-empírico-indutivista da ciência. O aluno A, por exemplo, diz “Ele foi muito importante, pois ele observou os cometas e não ficou preso somente na religião”. Com esta fala, percebemos que ele entende a condição de Stansel como padre e associa às discussões da época a respeito da natureza dos cometas, se eram fenômenos aéreos ou celestes. Na época, aqueles que sustentavam que eram fenômenos aéreos, se detinham a uma crença religiosa de que os cometas deveriam acontecer na atmosfera, pois o mundo celeste era incorruptível. Portanto, o aluno valoriza as observações do padre e suas proposições de novas ideias, contrárias às da igreja. Esta visão do aluno caminha no sentido do que Gil-Pérez e cols. (2001), afirmam a respeito da neutralidade na observação de fenômenos: não existe neutralidade na observação, pois ela é influenciada por ideias apriorísticas.

A quarta categoria, diz respeito a uma visão deformada da ciência, a visão empírico-indutivista da ciência, na qual a aluna S mostra acreditar que apenas com observações Estancel foi capaz de obter suas próprias conclusões sobre a natureza dos cometas (Gil-Pérez *et al.*, 2001).

Finalizando, um aluno ainda apresentou uma visão anacrônica do conhecimento científico, como vemos na fala da aluna R: “o uso da luneta já existia na época só que ela não tinha capacidade para uma observação perfeita, por ela não ter lentes para as ampliações”. Ao afirmar que a luneta não permitia observações perfeitas devido à ausência de lentes de ampliação, a aluna demonstra claramente o olhar do presente sobre o passado (Allchin, 2004). Não reconhece, portanto, a luneta como um instrumento que atendia as necessidades do trabalho posposto na época.

6.4 - 4º Etapa: Avaliação sobre a ação

A partir da análise dos resultados encontrados neste segundo Estudo de Caso, percebemos que os alunos, de uma forma geral, conseguiram identificar a luneta como um instrumento de observação importante no século XVII, que possibilitou gerar debates sobre temas considerados, até os dias atuais, fundamentais na história da ciência.

Ao longo do trabalho os alunos puderam conhecer e refletir alguns momentos sobre a cultura científica brasileira. De acordo com Santos-Neto (2007), esta aproximação com a cultura científica nacional proporciona motivação e interesse nas aulas, além de inserir a cultura científica na cultura local. Desta forma, pode-se superar a crença de que a educação científica seja restrita a saberes e conteúdos escolares.

O estudo deste episódio histórico permitiu, também, compreender que durante o processo de formação do conhecimento científico ocorrem discussões, debates e visões divergentes sobre um mesmo fenômeno, e que esse processo é fruto do trabalho coletivo e não de cientistas geniais (Martins, 2006).

Percebemos assim que, a prática realizada com a abordagem da história da ciência, aliada a uma postura investigativa do professor, que possibilita aos alunos participar de forma ativa, expondo e defendendo suas opiniões, permitiu que alcançássemos os objetivos estabelecidos *a priori*, de construir e aplicar uma prática envolvendo a história da ciência, em aulas de física, com o público PROEJA, a fim de, proporcionar maior compreensão de conceitos científicos e favorecer a reflexão sobre aspectos relacionados à natureza da ciência.

Considerações Finais

Após iniciar o mestrado e me inserir no projeto de pesquisa “Educando Jovens e Adultos para Ciências com Tecnologias de Informação e Comunicação”, que tem como objetivo principal, investigar novas metodologias para o ensino de Ciências da Natureza no PROEJA, com apoio do ambiente virtual EVA, iniciei o processo de elaborar uma proposta didática, que utilizasse a abordagem da história da ciência no ensino de física.

Porém, iniciavam-se aí os desafios, o *como*, aplicar a história da ciência na educação científica com este público. A revisão da literatura realizada já sinalizava que, embora existisse um amplo consenso em se incorporar à história da ciência no ensino, ainda eram poucas as propostas concretas, que se traduzissem em exemplos para a sala de aula (Martins, 2007). Os desafios neste sentido são amplificados, pois se trata de uma nova modalidade de ensino com o público da EJA.

O ponto de partida para a elaboração da proposta iniciou-se desde os trabalhos na graduação, quando comecei a estudar episódios da história da ciência que ocorreram no Brasil. A motivação e interesse que este tema proporciona era uma chave para o processo de elaboração da proposta.

Mas como levar estes episódios para a sala de aula de física de alunos do PROEJA?

A revisão bibliográfica realizada também apontou para a importância do estudo e discussão de episódios da história da ciência, como um meio de promover uma aprendizagem adequada de conceitos científicos e também de refletir sobre a ciência e seu processo (Forato, 2009 e Martins, 2006). Diante, deste quadro, o passo seguinte foi pensar em como trabalhar com estas atividades em sala de aula e qual a postura do professor, para que as aulas não se tornassem monótonas, somente com a leitura de textos, que não trouxessem reflexão para os alunos.

Orientados pelos referenciais da pesquisa-ação, procuramos em todo momento refletir sobre a prática que estava sendo implementada, buscando avaliar, se os trabalhos que estavam sendo desenvolvidos com o grupo de alunos iam ao encontro dos objetivos almejados (Latorre, 2008).

A oportunidade de poder desenvolver a proposta didática na mesma turma em que outras experiências do grupo de pesquisa haviam realizado foi indispensável para o rápido andamento do trabalho, já que tínhamos pouco tempo disponível. A turma, contemplada com o desenvolvimento da prática envolvendo a abordagem da história da ciência já havia passado por um ano e meio de atividades com a estratégia de Estudos de Caso e com o ambiente EVA (Souza, 2009 e Bastos, 2009).

Sendo assim, a proposta seguiria também estes passos, integrando a estratégia de Estudos de Caso aos episódios da história da ciência e organizando as atividades no espaço virtual, EVA.

A partir de então, a proposta didática passou a adquirir um desenho de pesquisa, onde sua questão de investigação e os objetivos foram definidos: Como promover uma prática envolvendo a história da ciência em aulas de física com o público PROEJA, a fim de possibilitar a aprendizagem de conteúdos científicos e a reflexão sobre a ciência?

As atividades com os episódios históricos integrados aos Estudos de Caso foram então planejadas, resolvemos utilizar para o estudo dos episódios históricos, textos de divulgação científica, pois apresentam uma linguagem mais acessível aos estudantes, em detrimento das fontes primárias.

Adotamos uma postura investigativa em sala de aula, procurando sempre dar voz aos alunos, lançando problemas e questões para que os estudantes pudessem refletir, tomar posição, discutirem e exporem pontos de vista (Vannucchi, 1996).

A pesquisa foi desenvolvida durante um semestre letivo, através de inserções em aulas de física. Trabalhamos dois episódios da história da ciência que ocorreram no Brasil. O primeiro trata da expedição do francês Pierre Couplet à Paraíba em 1698, que teve como objetivo realizar medições da aceleração gravitacional neste ponto da Terra, este episódio foi relacionado ao conteúdo de física ondulatória. O segundo episódio apresenta as observações de cometas realizadas pelo padre Valentim Stansel no Brasil, no século XVII, com auxílio da luneta, este episódio foi relacionado ao conteúdo de óptica geométrica.

As atividades foram organizadas no ambiente EVA e realizávamos discussões em sala de aula, sobre o episódio, buscávamos compreender as relações entre conceitos relacionados aos conteúdos de ondulatória e óptica geométrica e também questionar algumas ideias equivocadas sobre a ciência, mostradas pelos alunos.

Assim como, apontado pela literatura da área (Forato, 2009, Moura, 2008, Silva, 2010, Quintal e Guerra, 2009, Matthews, 1995), nossos resultados também mostraram que a abordagem da história da ciência em aulas de física, permite a aprendizagem de conceitos científicos com maior significado, proporcionando, um melhor entendimento do conteúdo

estudado e contribui com a reflexão sobre a natureza da ciência, possibilitando, estudar aspectos, que em aulas tradicionais, jamais seriam vistos, promovendo uma visão crítica dos alunos em relação à ciência e sua influência em toda a sociedade.

E muito além destes resultados, também pudemos perceber que, a utilização da história da ciência na educação científica, pode promover o enriquecimento cultural, ao tratar de temas que contribui para a formação integral dos estudantes.

Quanto à metodologia adotada, acreditamos, assim como Latorre (2008), que a utilização dos ciclos da pesquisa-ação, possibilita uma maior organização da pesquisa, permitindo um olhar mais crítico e reflexivo sobre a nossa prática, estabelecendo, desta forma, uma melhoria da prática realizada.

A utilização da estratégia de Estudos de Caso, também contribuiu para verificar a evolução dos alunos, promovendo uma revisão crítica por parte dos próprios estudantes. Além disso, permitiu o desenvolvimento de outros propósitos formativos que se traduzem, em sua maioria, em habilidades e atitudes fundamentais para uma formação integral, que compreenda a formação básica e a profissional técnica, como por exemplo, o hábito de leitura e escrita e a capacidade de refletir, dialogar, expor ideias oralmente e buscar soluções e alternativas para os problemas encontrados. Essas habilidades e atitudes observadas decorrem das opções metodológicas para as atividades empreendidas durante a proposta didática. Dos textos propostos para leitura, alguns deles deveriam ser resenhados e, conseqüentemente, interpretados pelos alunos. A discussão a respeito destes textos em sala de aula criou uma atmosfera propícia para que os alunos refletissem e manifestassem suas opiniões sobre os temas de estudo. Ao formularem opiniões próprias sobre os assuntos abordados, os alunos puderam exercer sua capacidade crítica a fim de propor soluções e alternativas para os problemas que eram levantados durante o estudo do episódio.

Assim como verificado por Souza (2009), também percebemos que o uso do ambiente EVA possibilitou auxiliar na inclusão digital dos estudantes, pois ao trabalharem com o computador no contexto do EVA, eles são incentivados a utilizarem mecanismos de pesquisa na Internet, navegar entre páginas da *Web* e utilizarem aplicativos de edição de texto. Além disso, o EVA foi uma ferramenta que contribuiu para o professor ampliar os limites de sua sala de aula, pois as atividades que solicitava aos estudantes poderiam ser feitas em outros locais, que não a escola, rompendo assim, com algumas limitações de tempo. Desta forma, o EVA contribuiu decisivamente para alcançarmos os resultados descritos, pois apenas com as aulas disponibilizadas pela professora, seria dificultada a realização do trabalho.

A opção em adotar episódios da história da ciência permitiu que os alunos pudessem perceber as controvérsias, as dúvidas e os debates durante o processo de elaboração de teorias

e leis. Os estudantes também puderam perceber a importância do trabalho coletivo na construção da ciência, distanciando assim, da crença frequentemente disseminada de gênios isolados na ciência (Forato, 2009, Martins, 2006).

Esse trabalho nos trouxe a oportunidade de, em nossa prática, assim como orienta o documento base para o PROEJA (Brasil, 2007), criar relações entre educação profissional, ensino médio e EJA, “*trançando os fios que entrelaçam a perspectiva de pensar de forma integrada um projeto educativo*” (ibidem).

Os desafios descritos acima, o desenvolvimento da proposta mostrado e os resultados encontrados, apontam que é possível realizar práticas que aproximem a história da ciência da sala de aula, com diferentes públicos, proporcionando um ensino de física mais motivador, mais interessante, possibilitando um entendimento maior da ciência e sobre a ciência.

Acreditamos que, ainda existe muito a ser feito e que um dos primeiros passos foi dado aqui. Pretendemos continuar a contribuir com mais práticas envolvendo a história da ciência no ensino de física.

Referências Bibliográficas

ALLCHIN, D. From Rhetoric to Resources: New Historical Problem-Based Case Studies for Nature of Science Education, In: Primeira Conferencia Latino Americana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group (IHPST-LA), 28., 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2010.

_____, Pseudohistory and pseudoscience, **Science & Education**, 13: 179-195, 2004.

ANDRÉ, M. **Etnografia da prática escolar**, Campinas, SP, Papirus, 13ª Edição. 2007.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 5.ed. Lisboa: edições 70, 2009.

BASTOS, R. P. F. **Contribuição de um fórum virtual ao ensino de física no PROEJA**, Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais), PPGCN/UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2009.

BASTOS, F., KRASILCHIK, M., Pesquisas sobre a febre amarela (1881-1903): Uma reflexão visando contribuir para o ensino de ciências, **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 417-442, 2004.

BATISTA, I.L. ARAMAN, E.M.O, Uma abordagem histórico-pedagógica para o ensino de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental, **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** vol.8 n.2, 2009.

BERNARDES, O.A. e SANTOS, R.A., História da ciência no ensino fundamental e médio: de Galileu às células-tronco, **Revista Física na Escola**, v. 10, n. 2, 2009.

BRAGA, M., GUERRA, A., REIS, J.A., The Role of Historical-Philosophical Controversies in Teaching Sciences: The Debate Between Biotand Ampère, **Science & Education**, *published online*, 2010.

BRASIL. **Decreto nº 5.478**, de 24 de junho de 2005. Institui, no âmbito federal, o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA, e dá outras providências. Brasília, DF. 2005.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Programa de Integração da Educação Profissional Técnica de Nível Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA. **Documento Base**, fevereiro de 2006.

_____. CAPES/SETEC. Edital nº 003/2006.

_____, Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002a.

_____, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002b.

CAMENIETZKI, C. Z.; Nos céus do Brasil, **Nossa História**, v. 1, pp.30-34, 2003.

_____. Esboço Biográfico de Valentin Stansel (1621-1705), matemático jesuíta e missionário na Bahia, **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência: SBHC** 1999.

_____. O Cometa, o Pregador e o Cientista Antonio Vieira e Valentin Stansel observam o céu na Bahia no século XVII, **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência: SBHC**, n.14, p. 37-52, 1995.

EL-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.

ENGEL, G.I. Pesquisa-ação. **Educar**, Curitiba, n. 16, p. 181-191. 2000.

FORATO, T. **A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da natureza da luz**, Tese (Doutor em Educação) USP, 2009.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I, A., J; CACHAPUZ, A; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, 7(2), 125-153 2001.

GUERRA, A., BRAGA, M., REIS, J.C. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.29, n.4, p.575-583, 2007.

IRWIN, A.R. Historical case studies: teaching the nature of science in context. **Science Education**, v. 84, n. 1, pp. 5-26, 2000.

JORDÃO, R.S., **Tutoria e Pesquisa-ação no estágio supervisionado: contribuições para a formação de professores de biologia**, Tese (Doutorado em Educação), USP, 2005.

KEMMIS, S.; McTAGGART, R. **The action research planner**. 3. ed. Canberra: deakin university, 1988.

KIPNIS, N. A law of physics in the classroom the case of Ohm`s law. **Science Education**, v. 18, pp. 349-382, 2009.

KOKKOTAS, P., PILIOURAS, P.; MALAMITSA.K.; STAMOULIS, E., Teaching Physics to In-Service Primary School Teachers in the Context of the History of Science: The Case of Falling Bodies, **Science & Education** 18:609–629, 2009.

LATORRE, A. **La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa**, gráfico-general, 1º ed., 2008.

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.

_____. Ensino de Ciências com Tecnologias: um Caminho Metodológico no PROEJA, **Educação e Realidade**, n.1, v.35, p.129-150, 2010.

_____. Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. **Ciência e Educação**, v.14, n.3, p. 555-74, 2008.

LONGHINI, M.D, NARDI, R., Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a história da ciência e pesquisas na área, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 1: p. 7-23, abril, 2009.

MARTINS, R. Introdução: A história e seus usos na educação. **In: Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino**, organizado por C.C. Silva, Livraria da Física, São Paulo, 2006.

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

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

MEDINA, M., BRAGA, M. O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2: p. 313-333, agosto, 2010.

MCCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H. e CLOUGH, M. P. (1998). The Nature of Science in Science Education: An Introduction. **Science & Education** (Dordrecht), 7, 6, 511-532.

MOREIRA, I. C. A expedição de Couplet à Paraíba-1698, **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v.5, p.23-31, 1991.

_____. O Brasil nos Principia: Observações Astronômicas de Couplet na Paraíba, **Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 2003.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectivas e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 22(1), 91-99, 2000.

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.

NEWTON, I., **The Mathematical Principles of Natural Philosophy**, 1848. Disponível em <http://books.google.com/>

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.

PRAIA, J., GIL-PEREZ, D., AMPARO, V., O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

QUINTAL, J.R.; GUERRA, A., A história da ciência no processo ensino-aprendizagem, **Revista Física na Escola**, v. 10, n. 1, 2009.

REIS, E. **Limites e possibilidades de um espaço virtual de aprendizagem no ensino e na formação de professores de Física**. 2008. 354f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais), PPGCN/UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.

- ROCHA, J.F.M, O conceito de “campo” em sala de aula – uma abordagem histórico-conceitual, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 1604 2009.
- ROSA, K., MARTINS, M.C. Approaches and methodologies for a course on history and epistemology of physics: analyzing the experience of a brasilian university. **Science & Education**, v.18, p. 149-155, 2009.
- SANTOS-NETO, E., **Física no Brasil para o ensino médio: uma abordagem para compreensão da ciência e da atividade científica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) USP, 2007.
- SILVA, B. V. C., **Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática**, Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática), UFRN, 2010.
- SILVA, B. V. C e MARTINS, A. F, P, A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da história e da filosofia da ciência no ensino médio, **Revista Experiências em Ensino de Ciências** , v. 5(2), pp. 71-91, 2010.
- _____., Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica, **Revista Física na Escola**, v. 10, n. 1, 2009.
- SILVEIRA, A. F, ATAÍDE, A. R. P. SILVA, A. P. B e FREIRE, M, L, F., Natureza da ciência numa seqüência didática: Aristóteles, Galileu e o movimento relativo, **Revista Experiências em ensino de ciências**, v. 5 (1), p. 57-66, 2010.
- SOUZA, N. S., **Ensino de química no PROEJA: uma proposta integradora das relações entre a sala de aula e o Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA)**. Monografia (Graduação em Química) Centro de Ciência e Tecnologia da UENF, 2009.
- STINNER, A.; MCMILLAN, B.; DON METZ; JILEK, J.; KLASSEN, S.. The Renewal of Case Studies in Science Education, **Science & Education**, 12: 617–643, 2003.
- 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.
- TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica, **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez., São Paulo, 2005.
- VANNUCCHI, A., **Historia e filosofia da ciência: da teoria para a sala de aula**, Dissertação (Mestrado em Educação) USP, 1996.