

**ESTABELECIMENTO DE RELAÇÕES ENTRE A FORMAÇÃO
INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA E O ENSINO DESSA
DISCIPLINA PARA JOVENS E ADULTOS: UMA INVESTIGAÇÃO
PAUTADA EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS**

João Paulo Casaro Erthal

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES / RJ

JULHO - 2011

Tese de Doutorado

ESTABELECIMENTO DE RELAÇÕES ENTRE A FORMAÇÃO
INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA E O ENSINO DESSA
DISCIPLINA PARA JOVENS E ADULTOS: UMA INVESTIGAÇÃO
PAUTADA EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF

João Paulo Casaro Erthal

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias da Universidade Estadual do
Norte Fluminense, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Doutor em Ciências Naturais.

Orientadora: Marília Paixão Linhares

Campos dos Goytacazes – RJ

Julho de 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCT / UENF**

46/2011

Erthal, João Paulo Casaro

Estabelecimento de relações entre a formação inicial de professores de física e o ensino dessa disciplina para jovens e adultos: uma investigação pautada em atividades experimentais / João Paulo Casaro Erthal. – Campos dos Goytacazes, 2011.

xviii, 203 f. : il.

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

Orientador: Marília Paixão Linhares.

Área de concentração: Ensino de Ciências.

Bibliografia: f. 158-173.

1. Ensino de física 2. Formação inicial de professores 3. Atividades experimentais 4. Educação de jovens e adultos 5. Teoria de Vygotsky I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Ciências Físicas II. Título.

CDD 530.07

ESTABELECIMENTO DE RELAÇÕES ENTRE A FORMAÇÃO
INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA E O ENSINO DESSA
DISCIPLINA PARA JOVENS E ADULTOS: UMA INVESTIGAÇÃO
PAUTADA EM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF

João Paulo Casaro Erthal

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias da Universidade Estadual do
Norte Fluminense, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Doutor em Ciências Naturais.

Aprovada em: 30/07/2011

Banca Examinadora:

Prof. D.Sc. Alberto Gaspar - UNESP

Prof. D.Sc. Juraci Aparecido Sampaio - UENF

Prof. D.Sc. Silvia Alicia Martinez - UENF

Prof. D.Sc. Marília Paixão Linhares - UENF

Campos dos Goytacazes – RJ

Julho de 2011

DEDICATÓRIA

***Aos meus pais: Joaquim José Erthal
e Nanci Aparecida Casaro Erthal***

***“A MENTE QUE SE ABRE A UMA
NOVA IDÉIA NUNCA VOLTARÁ
AO SEU TAMANHO ORIGINAL”***

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A elaboração de uma tese requer uma rede de contribuições durante todo seu desenvolvimento. Inúmeras pessoas ajudaram para que essa tese fosse finalizada.

Agradeço primeiramente aos meus pais, que são as pessoas que mais me apóiam em todos os momentos de minha vida e que são responsáveis pela realização dessa nova etapa. Sem dúvida, meus melhores amigos.

Agradeço também a minha irmã, Ana Amélia, e minha sobrinha Lorena, por toda força que me deram e por terem me proporcionado alguns dos momentos mais felizes de minha vida.

A minha noiva, Karla Kury, pelo amor, incentivo e carinho. Agradeço por ter me auxiliado a produzir e enobrecer esse trabalho e pelos momentos encantadores e inesquecíveis que vivenciamos durante esses anos. Agradeço também a seus familiares por toda apoio e amizade.

A professora Marília Paixão Linhares, que foi quem me acolheu, me ajudou me orientou e por toda sua amizade, carinho, generosidade, e pela confiança em mim depositada. Obrigado por ter sempre me incentivado, me auxiliado a seguir os caminhos corretos e por ser crucial para meu amadurecimento profissional. Mais do que uma orientadora, uma grande amiga que estará sempre presente em minhas boas lembranças.

Agradeço a Édson Terra, secretário do PGCN, pela amizade e pela boa vontade de me auxiliar com as burocracias durante meus anos de UENF.

Agradeço também a todos os meus familiares pelos momentos felizes e alegres que passamos juntos e pelo espírito de família que possuímos.

Aos meus avós Nono, Ercília e Geralda pelo amor incondicional.

Aos companheiros de doutorado, Maria Helena, Ernesto Reis, Renata Caldas, Nilcimar, Cassiana, Karla Cinthya, entre muitos outros, pelos inúmeros momentos de descontração, discussão e reflexão, essenciais nessa jornada.

Aos Professores, e amigos, Cristiano Leal e Monique que gentilmente disponibilizaram suas turmas para a realização desse trabalho.

Aos professores e alunos das turmas de EJA, e aos professorandos que participaram das etapas do trabalho. Esses atores de forma direta ou indireta foram responsáveis pelo bom andamento desse trabalho.

A todas as amizades que fiz durante esses anos, que sem dúvida não caberiam nessa folha, pelas boas risadas, cervejas tomadas, capoeiras jogadas e *Rock and Roll* escutado.

Finalmente agradeço a Deus por ter colocado todas essas pessoas em meu caminho!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IXII
LISTA DE QUADROS	XIIV
LISTA DE SIGLAS.....	XVI
RESUMO.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
Capítulo 1: INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	1
1.1 Motivações iniciais do pesquisador.....	1
1.2 O delineamento da pesquisa	2
1.3 A Educação de Jovens e Adultos.....	4
1.4 A formação de professores de Física.....	8
1.5 Objetivos	13
Capítulo 2: REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLOGICO.....	14
2.1 Referencial Teórico: Pressupostos de Vygotsky.....	14
2.1.1 A teoria Vygotskyana	17
2.1.1.1 A mediação.....	18
2.1.1.2 A internalização do conhecimento	19
2.1.1.3 A formação dos conceitos.....	20
2.1.1.4 A zona de desenvolvimento proximal (ZDP).....	22
2.1.2 A teoria de Vygotsky no ensino de Ciências.....	24
2.2 Referencial Metodológico: A pesquisa-ação	27
2.2.1 Os ciclos da pesquisa-ação	32
2.2.2 Objeções à pesquisa-ação	35
2.3 Pressupostos teóricos sobre experimentos com ênfase histórica.....	36
Capítulo 3: O RECONHECIMENTO DA SITUAÇÃO E OS TRABALHOS INICIAIS	44

3.1 O trabalho inicial com a turma da Licenciatura em Física.....	44
3.2 Investigações iniciais com uma turma de Educação de Jovens e Adultos	53
3.2.2 Elaboração e aplicação de questionários para professores de turmas de EJA	56
3.2.3 Inserção inicial na EJA.....	61
3.3 Consolidação dos resultados dos trabalhos voltados para EJA.....	66
3.4 Considerações finais sobre o reconhecimento da situação	67
Capítulo 4: PRIMEIRO CICLO: DESVENDANDO CARACTERÍSTICAS DO ENSINO DE FÍSICA EXPERIMENTAL DURANTE A FORMACAO INICIAL....	69
4.1 A turma de Laboratório de Mecânica	69
4.2 A turma de Laboratório de Ondulatória	77
4.3 Atividades didáticas desenvolvidas pelas turmas	84
4.4 Considerações sobre o primeiro ciclo.	88
Capítulo 5: SEGUNDO CICLO: PRÁTICA DOCENTE A PARTIR DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS.....	91
5.1 A estrutura da disciplina.....	91
5.1.1 A fundamentação teórica	93
5.1.2 Produção de aparatos experimentais e orientações para o trabalho com os mesmos.....	95
5.1.3 Aulas ministradas pelos professorandos	102
5.2 Conclusões sobre o segundo ciclo.....	116
Capítulo 6: TERCEIRO CICLO: UTILIZAÇÃO E AVALIACAO DE UM MODELO DIDÁTICO COM TURMAS DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	120
6.1 A elaboração do modelo didático.....	121
6.2 O trabalho sobre a queda dos corpos com a turma de Módulo 1 do PROEJA.....	123
6.3 O trabalho com os geradores de eletricidade para a turma de Módulo 3 do PROEJA.....	134
6.4 Considerações Finais sobre o terceiro ciclo.....	144

Capítulo 7: CONSIDERAÇÕES FINAIS	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	158
Anexo 1: O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA	174
Anexo 2: A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O ENSINO DE CIÊNCIAS	175
Anexo 3: QUESTIONÁRIO DE CIÊNCIAS NATURAIS	177
Anexo 4: VISÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA	180
Anexo 5: TEXTO DE APOIO: A QUEDA DOS CORPOS.....	193
Anexo 6: TEXTO DE APOIO: GERADORES DE ELETRICIDADE	195

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fases do ciclo básico de uma pesquisa-ação.....	32
Figura 2: Resultados quantitativos das respostas dos alunos de PROEJA ao questionário.....	54
Figura 3: Elevador Hidráulico.....	62
Figura 4: base da mini cama de pregos.....	62
Figura 5: Conjunto da mini cama de pregos.....	62
Figura 6: Mesa de Forças.....	63
Figura 7: Representação da mesa de forças feita pelos alunos.....	66
Figura 8: Quantitativo das respostas da primeira questão sobre a queda dos corpos.....	73
Figura 9: Quantitativo das respostas da segunda questão sobre a queda dos corpos.....	74
Figura 10: Quantitativo das respostas da terceira questão sobre a queda dos corpos.....	75
Figura 11: Aparatos construídos para o estudo das forças de atrito.....	77
Figura 12: Quantitativo das respostas da primeira questão sobre a dispersão da luz.....	81
Figura 13: Quantitativo das respostas da segunda questão sobre a dispersão da luz.....	82
Figura 14: Quantitativo das respostas da terceira questão sobre a dispersão da luz.....	82
Figura 15: Materiais confeccionados pelos estudantes para a aula sobre a queda dos corpos.....	85
Figura 16: Material confeccionado pelos estudantes para a aula sobre atração de massas.....	85
Figura 17: Material confeccionado pelos estudantes para a aula sobre o movimento de rotação da Terra.....	86
Figura 18: Materiais utilizados pelos estudantes para a aula sobre Interferência da Luz.....	87
Figura 19: Fenômenos de interferência produzidos em sala de aula.....	87

Figura 20: Esquema representando as etapas do trabalho que auxiliaram na elaboração da disciplina optativa.....	92
Figura 21: Estudantes construindo o modelo experimental para trabalhar a queda dos corpos.....	97
Figura 22: Confeção dos materiais para montagem da pilha de Volta...	98
Figura 23: Pilha montada e em funcionamento.....	98
Figura 24: Montagem do modelo do experimento de Oersted sendo realizada pelos professorandos.....	99
Figura 25: Modelos confeccionados pelos estudantes em funcionamento.....	99
Figura 26: Equipamentos utilizados para demonstrar a indução eletromagnética.....	100
Figura 27: Professorandos realizando a montagem de um motor de indução.....	100
Figura 28: Modelo do experimento de Cavendish confeccionado pelos professorandos.....	101
Figura 29: Equipamentos utilizados durante a aula sobre o experimento de Arquimedes.....	104
Figura 30: Explicação sobre o funcionamento e montagem da luneta.....	105
Figura 31: Luneta montada pelos participantes durante a aula.....	105
Figura 32: Apresentadores realizando a transmissão de ondas de rádio..	106
Figura 33: Estudantes confeccionando um modelo para o experimento das fendas de Young.....	107
Figura 34: Estudantes confeccionando capacitores cilíndricos e modelo de máquina eletrostática.....	108
Figura 35: Materiais utilizados para realizar as atividades experimentais: A) Pena e chumbada; B) Folhas de papel; C) Potes com massas diferentes; D) e E) Parafuso e pena no interior de pote transparente utilizados na aula; F)Tubo de Newton utilizado durante a aula.	125
Figura 36: Pesquisador utilizando o tubo de Newton.....	128
Figura 37: Resultados da situação problematizadora sobre a queda dos corpos.....	131
Figura 38: Resultados da primeira questão da avaliação.....	132

Figura 39: Resultados da segunda questão da avaliação.....	133
Figura 40: Resultados da terceira questão da avaliação.....	134
Figura 41: Estudantes realizando a montagem da pilha junto ao pesquisador.....	138
Figura 42: Pesquisador demonstrando os experimentos de Oersted e Faraday.....	141
Figura 43: Resultados da primeira questão da situação problematizadora	142
Figura 44: Resultados da segunda questão da situação problematizadora.....	142
Figura 45: Resultados da primeira questão da avaliação.....	143
Figura 46: Resultados da segunda questão da avaliação.....	143
Figura 47: Resultados da terceira questão da avaliação.....	144
Figura 48: Réplica do Plano Inclinado de Galileu.....	194

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Experimentos Científicos eleitos como os mais belos de todos os tempos.....	39
Quadro 2: Capítulos do livro “Termodinâmica: um Ensino por Investigação”	46
Quadro 3: Capítulos do livro: “Em Debate Cientificidade e Educação em Ciências”	47
Quadro 4: Temas dos trabalhos apresentados pelos estudantes.....	48
Quadro 5: Ficha avaliativa utilizada nas apresentações.....	49
Quadro 6: Questões para avaliação do curso.....	51
Quadro 7: Problematização sobre a queda dos corpos.....	72
Quadro 8: Problematização sobre a Dispersão da Luz.....	80
Quadro 9 : Questões iniciais para o trabalho com a pilha de Volta...	97
Quadro10: Exemplificação de questões que podem ser previamente elaboradas para orientar a discussão durante uma atividade em sala de aula.....	102
Quadro 11: Situação problematizadora inicial sobre a queda livre dos corpos.....	124
Quadro 12: Avaliação aplicada aos alunos sobre a queda dos corpos.....	130
Quadro 13: Situação problematizadora inicial sobre geradores de eletricidade.....	135
Quadro 14: Avaliação aplicada aos alunos sobre geradores de eletricidade.....	141

LISTA DE SIGLAS

ABC Aprendizagem Baseada em Casos

ECA Estatuto da Criança e do Adolescente

EJA Educação de Jovens e Adultos

ENCCEJA Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos

EVA Espaço Virtual de Aprendizagem

GRAF Grupo de Reelaboração do Ensino da Física

IFF Instituto Federal Fluminense

INEP Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC Ministério da Educação e Cultura

PCN Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PIBID Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

PNE Plano Nacional da Educação

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

UENF Universidade Estadual do Norte Fluminense

UFES Universidade Federal do Espírito Santo

ZDP Zona de Desenvolvimento Proximal

ZDR Zona de Desenvolvimento Real

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma investigação ação que buscou identificar particularidades na formação inicial de licenciandos em Física e na Educação de Jovens e Adultos, de modo a estreitar as relações educacionais entre esses públicos. Para isso o doutorando se inseriu em grupos de licenciandos durante quatro disciplinas do curso e realizou intervenções e pesquisas pontuais com professores e alunos de turmas de jovens e adultos. Os trabalhos em sala de aula seguiram orientações da teoria de Vygotsky, devido à empatia do pesquisador e pela necessidade pessoal de aprofundamento nessa teoria. Os procedimentos foram desenvolvidos nos moldes de uma pesquisa-ação, sendo iniciados por um reconhecimento da situação nos públicos alvo, e por mais três ciclos investigativos, nos quais os resultados de cada ciclo serviam de base para as investigações futuras. A compilação dos resultados desses ciclos apontou para a elaboração de uma estratégia didática baseada na utilização experimentos com ênfase histórica, no ensino por investigação e em elementos da teoria vygotskyana. A partir da análise do desenvolvimento de atividades didáticas com esses elementos pelos professorandos pode-se concluir que as mesmas são capazes de auxiliar na produção de aulas mais eficazes e produtivas. A estratégia didática elaborada se mostrou adequada para ser trabalhada com turmas de educação de jovens e adultos, visto que foi capaz de promover o aprendizado dos conteúdos abordados e de exteriorizar atitudes relacionadas à motivação e participação efetiva dos estudantes na construção do conhecimento. Nos trabalhos realizados durante as quatro disciplinas lecionadas pelo doutorando, foi possível verificar, a partir de relatos dos licenciandos, que as atividades desenvolvidas foram capazes de fomentar diferentes ferramentas que servirão para a prática futura desses estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física, Formação inicial de professores, Atividades Experimentais, Educação de Jovens e Adultos, Teoria de Vygotsky.

ABSTRACT

The present work shows an action-investigation that tried to identify particularities in the initial formation of undergraduates in physics and the Youth and Adult Education, in order to strengthen the educational links between these groups. For this, the doctoring student took part in undergraduate groups during four subjects of the course and achieved inserts and researches with the teachers and students of classes of youth and adults groups. The work in the classroom followed guidelines in Vygotsky's theory, because the empathy of the researcher and the personal need to deepen the same. The procedures were developed along the lines of an action research, being started by a recognition of the situation in the target audience, and three more cycles investigative, in which the results of each cycle served as a basis for future investigations. The compilation of these cycles results pointed to the development of a teaching strategy based on experiments using historical emphasis on the teaching investigation and by elements of Vygotskian theory. From the analysis of the development of learning activities with these elements by undergraduates can be concluded that they are able to assist in the production of more effective and productive lessons. The teaching strategy developed was adequate to be worked with groups of youth and adults, since it was able to promote the learning of content covered, and to externalize attitudes related to the motivation and active participation of students in the constructing knowledge. In the work during the four courses taught by doctoring student, was possible to verify that, from reports of the undergraduates, that the activities were able to promote different tools that will serve for future practice of themselves.

KEYWORDS: Physics Education, Initial teacher education, experimental activities, Youth and Adults, Vygotsky's Theory.

1.1 Motivações iniciais do pesquisador

Durante minha graduação e meu mestrado tive a oportunidade e o prazer de conhecer e estudar um pouco sobre a teoria da mediação de Vygotsky, sobre a produção e utilização de estratégias de ensino que privilegiam atividades experimentais e de aprofundar meus conhecimentos em tópicos específicos de Física. Após concluir meu mestrado, passei um tempo lecionando para o ensino médio e superior, sempre tentando adequar os conhecimentos adquiridos à minha prática docente. Percebi que apesar dos anos de estudo havia muito a aprender e investigar, pois a implementação desses conhecimentos em sala de aula não era nada trivial.

No primeiro semestre do ano de 2008, após muitas leituras e conversas com os integrantes de nosso grupo de pesquisa, que foi contemplado com o projeto: “Educando jovens e adultos para a ciência com tecnologias de informação e comunicação”, coordenado pela professora Marília Paixão Linhares, comecei a me indagar sobre como poderia fazer um trabalho que pudesse auxiliar no ensino de Física para esse público que estava surgindo nas escolas brasileiras, e que parecia, a priori, necessitar de um tratamento diferenciado em relação às turmas regulares.

Outra preocupação que permeava meus pensamentos estava relacionada à formação inicial dos licenciandos em Física. Quando formei, me senti bastante inseguro em relação à forma de agir em sala de aula para o exercício do magistério e logo percebi que tal insegurança não era somente minha, e muito menos apenas dos colegas que se formaram na mesma instituição que eu. Em conversas em congressos e em outras universidades, pude constatar que muitos recém-formados em Licenciatura em Física passaram pela mesma situação que passei e muitas vezes acabavam repetindo práticas de seus antigos professores em sala de aula, mesmo que discordassem delas.

Perante minha experiência de docência para o ensino médio, assim como pelo contato com outros professores e pela leitura de artigos voltados para o ensino de ciências, pude verificar que existem muitas dificuldades dos

estudantes em relação ao aprendizado de Física neste nível de ensino. Comecei a imaginar como poderia ser difícil para alunos que estão alguns anos sem estudar, como os da Educação de Jovens e Adultos (EJA), aprender Física da maneira como ela vem sendo ministrada na maioria de nossas escolas. Refletindo sobre esses pensamentos, algumas questões vieram à tona.

Que mudanças na prática docente são mais adequadas para o ensino de Física na EJA?

Seriam o ensino experimental e a abordagem histórica boas alternativas, quando trabalhadas na perspectiva da teoria da mediação de Vygotsky?

Como as disciplinas de formação inicial poderiam auxiliar a melhorar as futuras práticas de professorandos de um curso de licenciatura em Física, visando o público de jovens e adultos?

Seria possível articular os elementos da prática profissional com os quais os estudantes do curso de licenciatura em Física mais se identificam com o ensino de Física para EJA?

Daqui em diante, para um melhor entendimento da leitura, o termo “professor-pesquisador” refere-se ao autor desta tese atuando como professor e pesquisador em disciplinas da Licenciatura em Física. O termo “pesquisador” refere-se ao autor desta tese atuando pontualmente em turmas de EJA, nas quais não era o professor regular.

1.2 O delineamento da pesquisa

Para responder a estas questões foi necessário planejar intervenções em aulas da EJA e investigar junto aos professorandos diferentes propostas para o ensino de Física.

Devido ao desdobramento das questões formuladas foi necessário obter respostas para outras que surgiriam ao longo do caminho e com isso foi iniciada uma investigação ancorada em elementos da pesquisa-ação.

Foi planejado inicialmente que seriam feitas intervenções em turmas de EJA do Instituto Federal Fluminense (IFF) e da Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF). Esses trabalhos objetivaram reconhecimento da situação e o levantamento de dados iniciais

desta pesquisa. Para isto, o professor-pesquisador buscou identificar quais estratégias de ensino despertavam mais interesse em um grupo de professorandos de Física, lecionando no primeiro semestre de 2008 a disciplina “Estratégias para o Ensino de Física II”. Nessa disciplina foram desenvolvidas atividades utilizando dois estudos de caso visando à discussão de estratégias pautadas no ensino por investigação, com auxílio do Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA) desenvolvido por Reis (2008). Paralelamente a esse trabalho foi realizada uma pesquisa com o objetivo de identificar os principais entraves para o ensino de Física para turmas de EJA na cidade de Campos dos Goytacazes. A partir dos resultados de questionários distintos, aplicados a professores e alunos de turmas de EJA, foram verificados os fatores que mais dificultam o ensino de Física nos grupos pesquisados.

Depois desse levantamento o pesquisador investigou quais seriam as reações de alunos de uma turma de Educação de Jovens e Adultos perante uma aula de Física baseada em atividades experimentais. Contando com a colaboração de professores do Instituto Federal Fluminense (IFF), na cidade de Campos dos Goytacazes, foram trabalhadas algumas atividades experimentais com uma turma do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), com objetivo de verificar quais seriam suas reações, motivações, habilidades e atitudes perante essa estratégia. Foi verificado que a utilização de atividades experimentais em sala de aula motivou a participação dos alunos do PROEJA, despertando o interesse pelo estudo.

Na sequência foi iniciada uma investigação para o aprofundamento de conhecimentos de práticas no laboratório de Física. Esse trabalho foi realizado dentro dos laboratórios de Física da UENF, durante as disciplinas Laboratório de Mecânica e Laboratório de Ondulatória, ministradas pelo professor-pesquisador, nas quais foram realizadas investigações sobre diferentes maneiras de se trabalhar atividades experimentais. Concluiu-se que dependendo da maneira como são conduzidas, as aulas de laboratório podem não ter significado para a prática futura dos professorandos. Em vista disso o professor-pesquisador pensou como poderia auxiliar na prática futura desses professorandos no que se refere ao ensino com atividades experimentais.

Esse pensamento foi crucial para a próxima etapa desta pesquisa, na qual foi criada uma disciplina optativa para a Licenciatura em Física, intitulada “Prática docente a partir de experimentos históricos”.

Durante essa disciplina optativa, os alunos aprenderam a confeccionar atividades experimentais com ênfase histórica e foram discutidas estratégias de como trabalhar de maneira a explicitar toda a atmosfera social presente na época em que o experimento foi realizado. Ao final do curso, os alunos tiveram que produzir um experimento inserido nessa perspectiva e ministrar uma aula de acordo com as ideias discutidas.

O caminho para resposta das perguntas iniciais estava se estreitando cada vez mais, porém faltava investigar se a utilização de alguns dos experimentos com ênfase histórica trabalhados na disciplina optativa promoveria o aprendizado de conceitos de Física para turmas de jovens e adultos. Em vista disso, o pesquisador foi a uma unidade do IFF, na localidade de Guarus, onde trabalhou nos mesmos moldes que foram transpostos para os professorandos durante a disciplina optativa, alguns tópicos de Física utilizando experimentos com ênfase histórica com aporte na teoria de Vygotsky.

Os procedimentos, os resultados e as conclusões de cada uma destas etapas, assim como os referenciais que as orientaram, serão apresentados nos capítulos seguintes.

1.3 A Educação de Jovens e Adultos

Durante muitos anos, em diversas escolas brasileiras, o ensino médio vinha sendo considerado como uma preparação para o ensino universitário, tendo como objetivo último o sucesso no vestibular. De acordo com a LDB, o ensino médio tem como objetivos: a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos; a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores; o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; e a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos

processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Atualmente, a escolaridade média vem sendo bastante ampliada assim como o espaço de atuação social dos egressos da escola média, que não necessariamente buscam o ensino superior. O objetivo da escola média deve estar voltado para a formação de jovens independente de sua escolaridade futura. Jovens que adquiram instrumentos para raciocinar, compreender as causas e as razões das coisas, exercerem seus direitos, cuidar da saúde, participar de discussões, ou seja, instrumentos para a vida (KAWAMURA e HOSOUME, 2003).

A evolução acelerada das informações no mundo atual e a busca necessária a novos conhecimentos têm levado a um repensar dos objetivos da educação escolar. A preocupação para a preparação de uma cidadania plena vem emergindo a cada dia, o que leva a uma busca constante para que a aprendizagem possa ocorrer de forma integrada entre sujeito, sociedade e educação condizentes com um mundo cada vez mais globalizado e complexo.

Dentre as diversas modalidades de ensino atuais, destaca-se a Educação de Jovens e Adultos. De acordo com o Parecer CNE/CEB nº 11/2000, a Educação de Jovens e Adultos no Brasil “é vista como uma dívida social histórica não reparada para com aqueles que não tiveram acesso à educação e nem tampouco o domínio da leitura e da escrita como bens sociais, na escola ou fora dela”.

Historicamente falando, na constituição de 1934 surge o direito à EJA, mas este só foi consolidado na Carta Constitucional de 1988, a qual declara a educação para todos, pautada no pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. A educação tornou-se um direito público, tanto para crianças, jovens e adultos que usufruem à medida que exigem. A partir dessa data, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA/1990), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/1996), o Plano Nacional da Educação (PNE/2001) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN 1999) trouxeram avanços fundamentais para o conhecimento da EJA como uma modalidade de ensino e sua obrigatoriedade e gratuidade.

A procura e o interesse por essa nova modalidade de ensino vêm crescendo bastante nos últimos anos. Segundo os dados estatísticos fornecidos pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), no Brasil, são aproximadamente quatro milhões e quinhentos mil alunos matriculados na EJA e estima-se o aumento significativo ao ano deste número de matriculados. Esses dados reforçam o já difundido diagnóstico do grande número de jovens e adultos que não tiveram acesso ou não lograram conclusão na educação básica em idade própria.

Dados recentes do IBGE apontam que cerca de 65 milhões de brasileiros com mais de quinze anos de idade nunca ingressaram ou tiveram acesso parcial aos sistemas de ensino, sem concluir sequer o ensino fundamental.

A EJA de acordo com a Lei nº 9.394/96 (LDB), passando a ser uma modalidade da Educação Básica nas etapas do ensino fundamental e médio, usufrui de uma especificidade própria e, como tal, deveria receber um tratamento consequente (Parecer CNE/CEB nº 11/2000).

A EJA apresenta uma especificidade etária porque tem o olhar para jovens, adultos e idosos, que não tiveram acesso à escola na faixa etária da chamada escolarização (dos 7 aos 14 anos) ou foram “evadidos” ou “expulsos” da escola. Não são crianças, mas pessoas jovens, adultas e idosas com experiência de vida e profissional.

Existe uma complexidade nessa especificidade etária que precisa ser considerada. Face ao processo educacional entre os jovens, os adultos e os idosos há diferenças de interesses, de motivações e de atitudes no âmbito das práticas pedagógicas.

O jovem tem um olhar para o futuro. Na transição da infância para a fase adulta está ligado às inovações tecnológicas e às mudanças que ocorrem no mundo. O adulto está interessado em ser inserido no mercado de trabalho, olhando para a sua situação de vida presente. O idoso busca ser cidadão, viver a sua vida em sociedade, sendo respeitado como pessoa pelo seu passado e pela sua história de vida.

Exige-se dos jovens e adultos serem maiores de 15 anos para conclusão do ensino fundamental e maiores de 18 anos para conclusão do ensino médio.

A EJA aparece na essência da questão da democratização do ensino, do acesso e permanência de todos os indivíduos à escola pública. Do

reconhecimento dos excluídos, por fatores de idade e de classe, ao direito à educação, ao direito de ler e de escrever; de indagar e de avaliar; de ter acesso a recursos e de desenvolver e praticar habilidades e competências individuais e coletivas.

Perante este novo olhar, de acordo com o Parecer CNE/CEB nº 11/2000, novas funções foram estabelecidas para a EJA, tais como:

- *reparadora* - ao reconhecer a igualdade humana de direitos e o acesso aos direitos civis, pela restauração de um direito negado;
- *equalizadora* - ao objetivar propor igualdade de oportunidades de acesso e permanência na escola; e,
- *qualificadora* - ao viabilizar a atualização permanente de conhecimentos e aprendizagens contínuas.

O princípio norteador da EJA passa a ser a igualdade compreendida como forma pela qual se distribuem os bens sociais de modo a garantir uma redistribuição e alocação em vista de mais equidade, consideradas as situações específicas. Nesse sentido, os desfavorecidos frente ao acesso e permanência na escola devem receber proporcionalmente maiores oportunidades que os outros (PARECER CEB 11/2000. In: SOARES, 2002, p. 39).

Outra iniciativa a ser destacada é o PROEJA, instituído pelo Decreto 5.478 de 2005, posteriormente reformulado pelo Decreto 5.840 de 2006. Segundo este último Decreto, o PROEJA abrange os seguintes cursos e programas de educação profissional: a) formação inicial e continuada, cuja oferta pode ser articulada com a elevação de escolaridade em nível de Ensino Fundamental; e b) educação profissional técnica de nível médio, que poderá ocorrer de forma integrada ou concomitante à elevação de escolaridade em nível de ensino médio.

De acordo com o Decreto 5840 de 13 de julho de 2006, o PROEJA deve ser oferecido através da Universidade Federal Tecnológica do Paraná, dos Centros Federais de Educação Tecnológica, das Escolas Técnicas Federais, das Escolas Agrotécnicas Federais, das Escolas Técnicas Vinculadas às Universidades Federais e do Colégio Pedro II.

Estabelecia-se, também, que do total de vagas oferecidas em todos os cursos de cada unidade educacional, no ano de 2005, 10% deveriam ser

destinados ao referido projeto, reservando-se ao MEC a atribuição de definir os novos quantitativos nos anos subsequentes.

O Parecer CNE/CEB nº 11/2000 destaca a necessidade de formulação de projetos pedagógicos próprios e específicos para a Educação de Jovens e Adultos, que leve em consideração o perfil e a situação de vida do aluno na sua organização. Apesar dessa necessidade, poucos são os relatos de trabalhos e de estratégias voltadas para o ensino de Física investigadas e testadas com a EJA.

A educação para este público exige uma prática pedagógica fundamentada em princípios éticos-políticos de valorização da pessoa humana, de suas experiências de vida e cultural. Deve ser pautada em uma prática educativa dialógica e solidária que possibilite a formação e o desenvolvimento dos educandos como seres humanos e cidadãos.

De acordo com Vilanova e Martins (2008), atingir os objetivos do ensino de ciências na EJA não é uma tarefa fácil, porém o que se tem é um terreno fértil para inovações práticas e teóricas, sendo que as instituições formadoras de professores devem voltar parte de seus esforços para essa modalidade de educação.

1.4 A formação de professores de Física

A pelo menos quatro décadas, problemas tradicionais presentes no processo de ensino e aprendizagem de Física vêm sendo investigados por pesquisadores da área, apontando para novas direções e, conseqüentemente, novos desafios. Entre esses problemas podemos citar:

- 1) Fragmentação, ou seja, o enfoque unicamente disciplinar, desconsiderando-se a complexidade do mundo real;
- 2) Desvinculação entre o “mundo da escola” e o “mundo da vida”;
- 3) Desmotivação, falta de significado atribuído ao que se faz na escola;
- 4) Ensino propedêutico;
- 5) Concepção de ciência-tecnologia neutras e redentoras dos problemas enfrentados pela humanidade; e,

6) Possivelmente vinculado a todas as dimensões anteriores, o baixo nível de aprendizagem dos alunos, assim como limites à formação de uma cultura de participação (MUENCHEN *et al.* 2004).

De acordo com Jacobucci (2006), as visões de vários autores sobre a década de 1970 (CANDAU, 1982; PEREIRA, 2000; DAMIS, 2003; PALMA FILHO e ALVES, 2003) apontam para a relação da formação de professores nessa época com a instrumentalização técnica, a partir de um enfoque funcionalista, em que o professor era tido como um agente secundário do processo de ensino e aprendizagem, visto que competia ao especialista a elaboração dos módulos de instrução programada para que o professor os aplicasse e avaliasse. Para Candau (1982), essa visão do processo de formação do professor, como uma dimensão técnica, foi fortemente influenciada pela psicologia comportamental e pela tecnologia educacional.

O educador dos anos 1980 surge em aversão ao especialista de conteúdo, ao facilitador de aprendizagem, ou ao técnico da educação tão amplamente divulgado nos anos 1970. Dessa maneira, pretendia-se que os educadores percebessem cada vez mais seu papel como agentes sócio-políticos. Essa distinção entre professor e educador permaneceu forte até a segunda metade da década de 1980, quando alguns questionamentos começaram a surgir, como o de Nagle (1986), segundo o qual, a palavra “educador” era tida como uma palavra mágica, sem se saber ao certo o que significava. Durante toda a década de 1980, foi travado um debate intenso e polêmico sobre a competência técnica e o compromisso político do educador (JACOBUCCI, 2006).

No final da década de 1980 e no início da década de 1990, os estudos sobre a formação de professores e o pensamento educacional brasileiro voltaram-se para aspectos relacionados ao papel do agente sujeito (JACOBUCCI, 2006). Nesse cenário, privilegiou-se a formação do professor-pesquisador-reflexivo (PEREIRA, 2000 *apud* JACOBUCCI, 2006).

Já no início do século XXI, o professor necessita desenvolver novos papéis perante novas realidades educacionais. Deve estar atento à extensão do ser de cada aluno, à natureza compartilhada da educação, à necessidade de aprendizagem continuada, ter responsabilidade pela qualidade, enfatizar a importância do trabalho coletivo na escola e trabalhar a inovação e criatividade.

O mundo globalizado e a rápida evolução dos conhecimentos em todas as áreas do saber fazem com que o professor seja desafiado a atuar criticamente na elaboração e execução dos projetos sociais, na indicação do material pedagógico que é proposto ao aluno e a decidir sobre metodologias na busca da construção do conhecimento em sala de aula, bem como no uso de novas tecnologias. Nos dias atuais, o professor precisa buscar atualização e prosseguimento de estudos para poder fazer frente aos novos conhecimentos e interpretações, e assim preparar os alunos para o exercício da cidadania, o trabalho em geral e o desenvolvimento de habilidades e de competências fundamentais para a resolução de problemas cotidianos.

Em países com baixos índices escolares, como o Brasil, é necessário que o professor se torne um agente da revolução do conhecimento, desenvolvendo conceitos, ideias, investigações, pesquisas e questionamentos que promovam relações interdisciplinares, sociais, políticas e afetivas.

Na complexidade da prática escolar, não basta saber ensinar. É preciso também saber o que ensinar e para quem ensinar. Que saberes a escola possibilita aos seus alunos? Alunos de diferentes realidades são expostos aos mesmos saberes? Alunos de diferentes modalidades aprendem da mesma maneira?

De acordo com Gadotti e Romão (2003, *apud* MALTA, 2004):

Os pontos de partida são diversos, mas o de chegada deve ser comum, independente de se estar trabalhando com crianças, adolescentes e adultos da metrópole ou das pequenas comunas, de classes abastadas ou pobres, se da zona urbana ou da zona rural. Não se trata de manter os alunos no nível cultural em que se encontram: o que significaria acentuar, especialmente para as camadas dominadas, a discriminação já imposta pelas determinações sociais.

Se os pontos de partida são diversos, o professor deve estar preparado para saber trabalhar com diferentes estratégias em sala de aula, de modo que possa promover a aprendizagem de determinados conteúdos em variadas situações perante diferentes públicos. Especificamente no ensino da disciplina

de Física, a qual deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, o professor deve explicitar o conhecimento físico como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado a outras formas de expressão e produção humanas. É necessário ainda que se crie uma cultura em Física, incluindo a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (BRASIL, 1999).

O ensino atual de Física tem sido desenvolvido mediante a apresentação de conceitos, leis e formalismos de maneira desarticulada, afastada da realidade vivenciada por alunos e professores, tornando-se, em muitos casos, vazios de significado. Existe uma valorização da teoria e da abstração desde o primeiro momento, se contrapondo a um desenvolvimento gradual da abstração a partir de exemplos práticos ou concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas e de situações artificiais, que nem tanto auxiliam na compreensão do significado físico efetivo. Em muitos casos, o conhecimento é apresentado como um produto acabado da obra de uma mente genial (BRASIL, 1999).

Atualmente, várias estratégias vêm sendo desenvolvidas dentro das universidades para auxiliar na formação inicial dos futuros professores, fato claro e notório devido ao aumento contínuo de publicações referentes à formação inicial de professores de Física (BREZINSKI e GARRIDO, 2001; BREZINSKI, 2009; ANDRÉ *et al.*, 1999; MARCELO, 1998; ZEICHNER, 2009; ROLDÃO, 2009).

Mesmo assim, muitos profissionais, ao iniciarem suas atividades com as turmas, acabam repetindo o mesmo modelo de aula tradicional que conviveram durante sua escolaridade, mesmo que antes discordassem deles. Essa constatação já tinha sido argumentada nas orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, em que “Muitos deles tem se sentido perdidos, sem os instrumentos necessários para as novas tarefas, sem orientações mais concretas em relação ao que fazer” (BRASIL, 1999, pg. 2).

Segundo Colombo Junior (2009), em boa parte dos cursos de Licenciatura em Ciências Exatas, a maior ênfase é dada às disciplinas específicas enquanto que disciplinas pedagógicas e questões práticas são menos trabalhadas. Tal fato não auxilia ao professor a chegar mais seguro e preparado em sala de

aula. Nos últimos anos, vários foram os trabalhos abordando as dificuldades de professores iniciantes da prática docente (TABACHNICK e ZAICHNER, 1988; GUARNIERI, 1996; GARCIA, 1998; FONTANA, 2000; TARDIF e RAYMOND, 2000; HUBERMAN, 2000).

De acordo com Slongo e colaboradores (2010), as questões relacionadas à formação de professores encontram-se em evidência em nosso país, tanto no âmbito das políticas públicas quanto no das instituições de ensino superior. As reformas recorrentes na LDB/1996 e a recente Política Nacional de Formação dos Profissionais do Magistério são exemplos dessa evidência.

Apesar desse fato, em um estudo realizado por André (2009), foi constatado um decréscimo no número de investigações sobre a formação inicial de professores, gerando preocupações, pois ainda há a necessidade de conhecimentos sobre as metas, os conteúdos e as estratégias mais efetivas para formar professores.

Além disso, existe a necessidade de uma reflexão de como a inserção e a discussão de temas sobre a prática futura do professor vem sendo apresentada aos estudantes das licenciaturas. Será que os temas geralmente discutidos em disciplinas menos valorizadas, tanto por professores como por estudantes, voltados para a formação do professor reflexivo estão sendo capazes de conduzir os professorandos a tomarem atitudes novas e diferenciadas? Pimenta (2006, p. 22) adverte que:

O ensino como prática reflexiva tem se estabelecido como uma tendência significativa nas pesquisas em educação, apontando para a valorização dos processos de produção do conhecimento docente a partir da prática e situando a pesquisa como um instrumento de formação de professores, em que o ensino é tomado como ponto de partida e de chegada da pesquisa. Concordando com a fertilidade dessa perspectiva, cabe, no entanto, indagar: que tipo de reflexão tem sido realizada pelos professores? As reflexões incorporam um processo de consciência das implicações sociais, econômicas e políticas da atividade de ensinar? Que condições têm os professores para refletir?

Em vista de toda esta problemática exposta quanto ao ensino para a EJA e a formação de professores, especificamente os professores de Física, este trabalho visa pesquisar quais modificações na prática inicial de professorando em Física têm o potencial de propiciar aulas mais efetivas para turmas de jovens e adultos, com a adequação das abordagens dos conceitos físicos, levando em consideração as principais dificuldades apresentadas por esse público.

1.5 Objetivos

Iniciais

- Atuar na Licenciatura em Física, articulando resultados de pesquisas em sala de aula ao processo de formação de professores.
- Contribuir com os professorandos de Física para uma preparação mais efetiva de suas futuras atividades em sala de aula.
- Atuar na EJA, propondo e avaliando estratégias inovadoras para o ensino de Física, de maneira mais adequada à realidade vivenciada pelos mesmos.

Oriundos da pesquisa-ação

- Identificar as principais dificuldades apresentadas por alunos EJA/PROEJA em relação ao ensino de Física.
- Investigar a eficácia de diferentes estratégias para o trabalho com experimentos didáticos no curso de Licenciatura em Física.
- Incrementar a percepção dos licenciandos a respeito da importância das atividades experimentais e da história da ciência, assim como sua relação com a construção da ciência e tecnologia atual.
- Eleger experimentos com ênfase histórica, adequados para motivar os alunos e promover a apropriação dos conceitos científicos.
- Verificar se os experimentos históricos e sua utilização com grupos de EJA foram capazes de motivar os alunos e propiciar a apropriação de conceitos relacionados aos temas discutidos.
- Avaliar se a estratégia didática adotada para o trabalho com esses materiais é adequada para ser desenvolvida com turmas EJA/PROEJA.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

Neste capítulo serão descritos os conceitos fundamentais relativos aos referenciais adotados, os quais auxiliaram a guiar esta pesquisa. A escolha pela teoria de Vygotsky se deu pelo conhecimento e pela empatia que o pesquisador possui por essa teoria, assim como pelo fato de ela não exigir condições especiais para ser realizada. A escolha pela pesquisa-ação se deu pela preocupação do pesquisador em poder pesquisar e refletir sobre a sua própria prática, buscando melhorar as ações futuras dentro de sala de aula, assim como pela disseminação das ideias dessa teoria junto aos licenciandos em Física. A escolha pela utilização de atividades experimentais com ênfase histórica se deu devido aos resultados obtidos na pesquisa-ação realizada.

2.1 Referencial Teórico: pressupostos de Vygotsky

De acordo com uma nota de Lúria (1989), Lev Semyonovich Vygotsky nasceu em 5 de novembro de 1896, na pequena cidade de Orsha, no nordeste de Minsk, na Bielorrússia, mas logo após seu nascimento sua família mudou-se para a cidade de Gomel, ao sul do país. Numa família de oito filhos foi o segundo a nascer. Seu pai, Semyon, era chefe de departamento no Banco Unido e representante de uma companhia de seguros. Sua mãe, Cecília, era professora, porém não exercia a profissão, mas incentivava bastante o estudo dos filhos. Os pais conheciam várias línguas e partilhavam o gosto pela literatura e pela arte, o que certamente influenciou Vygotsky e seus irmãos. Vygotsky teve uma educação judaica tradicional, aprendeu várias línguas (francês, alemão, inglês, hebraico, latim e grego) e teve um tutor particular nos seus estudos iniciais até os 15 anos de idade. Nesse período já demonstrava interesse por teatro, literatura, poesia e filosofia. Em 1913, terminou seus estudos secundários em um colégio particular em Gomel e, em 1914, ingressou no curso de Medicina na Universidade de Moscou, mas acabou mudando de curso e formou-se em Direito em 1917.

Paralelamente, Vygotsky estudou também filosofia, psicologia, literatura e história na Universidade Popular de Shanjavski, que não era uma universidade oficial. Depois de formado, voltou a Gomel e, de acordo com Valsiner e Van Der Veer (2006), Vygotsky foi uma figura importante e destacada na vida cultural da cidade, visto que atuou como professor em vários colégios. Fundou uma editora, um Laboratório de Psicologia no qual realizou investigações psicológicas e, também, escreveu vários artigos em jornais e periódicos da cidade (LÚRIA, 1989).

Em 1924, Vygotsky foi convidado para trabalhar no Instituto de Psicologia de Moscou, onde conheceu um grupo de jovens pesquisadores, dentre eles Aleksander Romanovich Luria (1902-1977) e Aleksei Leontiev (1904 - 1979), que se tornaram amigos e colaboradores, sobretudo nos estudos sobre a abordagem histórico-cultural. Nesse mesmo ano contraiu tuberculose ao estar em contato com a mãe e o irmão mais jovem que haviam contraído a doença (ANDRADE e SMOLKA, 2009).

A partir de 1925, Vygotsky investiu intensamente num período que é marcado pela produção de trabalhos teóricos e práticos relacionados à psicologia e à educação. Ainda em 1924, ele organiza um Laboratório de Psicologia para a Infância Anormal, que se torna referência de outros centros de atendimento de ordem educacional e psicológica infantil (ANDRADE e SMOLKA, 2009).

No dia 11 de junho de 1934, em um sanatório em Moscou, Vygotsky morre de Tuberculose. Somente após cerca de vinte anos, algumas de suas obras começaram a ser estudadas e publicadas na Rússia e apenas na década de 1960 é que os primeiros textos de Vygotsky foram publicados nos Estados Unidos. No Brasil, as primeiras publicações aconteceram na década de 1980 (ANDRADE e SMOLKA, 2009).

Em seu curto tempo de vida, o pensamento de Vygotsky, contudo, não era divulgado e o mundo ocidental não o conhecia como relata Garcia (2008, p.4):

Devido a vários fatores, inclusive a tensão política entre os Estados Unidos e a União Soviética após a última guerra, o trabalho de Vygotsky permaneceu desconhecido a grande

parte do mundo ocidental durante décadas. Quando a Guerra Fria acabou, este incrível patrimônio de conhecimento deixado por Vygotsky começou a ser revelado. O nome de Vygotsky hoje dificilmente deixa de aparecer em qualquer discussão séria sobre processos de aprendizado.

A teoria histórico-cultural, segundo Valsiner e Van der Veer (2006), começa a ser elaborada no final da década de 1920 e início de 1930, ou seja, poucos anos antes de sua morte.

Vygotsky leu Marx e Engels e neles encontrou uma das bases para a edificação de seus argumentos sobre a história do comportamento humano. Engels defendeu o fator “trabalho”, Vygotsky destacou o fator “uso de instrumentos”, mas, acima de tudo, é a utilização dos recursos da natureza, como forma de transformação do mundo e de si mesmo, que marca a construção teórica vygotskyana. Ele também leu Darwin, e o impacto da teoria da evolução das espécies é perceptível em vários de seus trabalhos (VYGOTSKY, 1997; 2003), formando o segundo grande pilar de sustentação de sua abordagem histórico-cultural (ANDRADE e SMOLKA, 2009).

Vygotsky utilizou as ideias que sustentam tanto a Biologia evolucionista quanto a teoria marxista, que partilham de alguma forma, as noções de movimento, dinâmica e transformação, para defender que a psicologia humana, para se tornar científica, também precisa utilizar a base dos estudos históricos para a elaboração de seus métodos investigativos. Ou seja, é pelo estudo da natureza, da gênese e dos processos de transformação (biológicas, psicológicas, sociais etc.) que conseguimos entender os motivos do comportamento humano.

Tal desígnio vai culminar na construção da “história do desenvolvimento das funções psicológicas superiores”. Vygotsky iniciou pelo estudo do instrumento, do signo, da linguagem e da consciência, e então, depois de estudar (por diferentes perspectivas) a historicidade dessas construções, voltou a elas como quem identifica, pela materialidade histórico-dialética, os resultados de um complexo processo de evolução cultural humana. Smolka (2004) afirma que a originalidade da contribuição vygotskyana está justamente no fato de o autor ter articulado diferentes questões e áreas de investigação de

tal forma que contemplassem os processos de “significação como atividade humana, como prática social”.

De acordo com Cole e Scribner (2000, p. 15), Vygotsky concentrou seu tempo e seus esforços “em abrir novas linhas de investigação ao invés de perseguir uma linha em particular até esgotá-la”. As linhas de investigação do trabalho do autor foram muitas e se tornam intrigantes unidades de análise. Essas unidades instigam justamente por guardarem, na complexidade de seus “não-acabamentos”, muito da significação do que o autor suspeitava como sendo o processo de desenvolvimento humano.

2.1.1 A teoria Vygotskyana

Devido aos “não acabamentos” de sua obra, a nomenclatura da teoria desenvolvida por Vygotsky foi sendo modificada, porém seus pressupostos permaneceram os mesmos. Inicialmente foi caracterizada como teoria sócio-interacionista, depois como sócio-cultural, sócio-histórica, teoria da mediação e, atualmente, como sócio-histórica-cultural. Autores como Gaspar (2006) classificam-na apenas como teoria de Vygotsky, sem maiores preocupações a respeito de denominações. Particularmente, neste trabalho foi adotada a ideia desse autor, sem maiores preocupações com uma terminologia específica, porém todas as nomenclaturas citadas podem vir a aparecer no texto, de acordo com a maneira que foram descritas pelos autores dos textos consultados.

A escolha por esta teoria justifica-se por ela oferecer um sistema de referência capaz de contribuir para a melhoria do ensino sem implicar condições ou recursos não existentes na grande maioria das escolas e universidades. Sabe-se que Vygotsky não escreveu a sua teoria com base na aprendizagem escolar, contudo ela tem sido de grande valia para todos aqueles que buscam alternativas para melhor ensinar.

Neste trabalho foi dado destaque a quatro pontos desta teoria: a mediação, a internalização do conhecimento, a formação de conceitos e a zona de desenvolvimento proximal.

2.1.1.1 A mediação

De acordo com Rosa e Rosa (2004), mediação é a etapa do desenvolvimento do pensamento centrada na presença de estímulos e signos, o que faz com que o homem modifique as suas atividades psíquicas.

Para Vygotsky, as relações do homem com o mundo não ocorrem diretamente, e sim de forma mediada pelo uso de instrumentos e signos. Instrumentos e signos são palavras-chave na teoria de Vygotsky.

Instrumento é qualquer objeto ou elemento que tem alguma utilidade prática. Por exemplo, garfo, colher, enxada, etc. Esses tipos de instrumentos são chamados de instrumentos físicos. Signos são elementos que lembram ou simbolizam algo e, portanto, podem ser usados para significar alguma coisa que foi criada ou imposta por uma experiência. Por exemplo, “fumaça indica fogo”, é um dos tipos de signos, conhecido como indicador. Outro tipo de signo é o icônico que é a imagem ou desenho daquilo que significa. Por último, existem os signos simbólicos, que são abstrações daquilo que significam, por exemplo, palavras, números, equações, gestos.

Instrumentos e signos são criações sociais, portanto, são elementos historicamente e culturalmente construídos. Dessa forma, se signos são construções sociais, indivíduos de diferentes culturas, podem ter signos diferentes entre si, ou ainda, determinados signos para uns, não os são para outros, porque viveram em contextos diferentes ou porque não foram capazes de internalizá-los.

Para Vygotsky, a fala é o principal sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo, porque ela relaciona o concreto com o abstrato, o real com o simbólico, permitindo no decorrer do desenvolvimento, generalizar as variadas situações que não ocorreram durante a aprendizagem. Segundo Vygotsky (1996), a fala é tão importante para a criança quanto a sua ação durante a execução de uma tarefa. Em certas circunstâncias, a fala adquire uma importância tão vital que a proibição do seu uso em atividades mais elaboradas torna as crianças pequenas incapazes de resolver a tarefa.

As crianças não ficam simplesmente falando o que elas estão fazendo; sua fala e ação fazem parte de uma mesma função

psicológica complexa, dirigida para a solução do problema em questão... Quanto mais complexa a ação exigida pela situação e menos direta a solução, maior a importância que a fala adquire na operação como um todo (VYGOTSKY, 1989, p.34).

A palavra constitui o signo mais fundamental no qual a linguagem deve ser entendida como um sistema complexo de signos. O ponto de partida no processo de aprendizagem, para Vygotsky (1988), é a palavra, que desde o início, é uma generalização ou um conceito. Para Vygotsky, a invenção e o uso dos signos como meios auxiliares para solucionar determinados problemas psicológicos, tais como: lembrar, escolher e comparar coisas, é semelhante à invenção e ao uso de instrumentos. O signo atua como um instrumento da atividade psicológica e tem a mesma função que os instrumentos utilizados pelo homem no trabalho. A semelhança mais fundamental entre signo e instrumento repousa na função mediadora que os caracteriza.

Uma atividade de ensino em sala de aula que objetive utilizar elementos da teoria de Vygotsky deve privilegiar ações mediadas entre todos os envolvidos no processo, utilizando de instrumentos e signos capazes de auxiliar na mediação.

2.1.1.2 A internalização do conhecimento

Segundo Vygotsky (1989), a internalização é a reconstrução interna de uma operação externa. O processo de internalização consiste numa série de transformações:

1 – Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente. É de fundamental importância para o desenvolvimento dos processos mentais superiores a transformação da atividade que utiliza signos, cuja história e características são ilustradas pelo desenvolvimento da inteligência prática, da atenção voluntária e da memória.

2 – Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal. Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social (interpsicológica), e depois, no nível individual (intrapsicológica). Isso se aplica igualmente para a atenção voluntária, para a

memória lógica e para a formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos.

3 – A transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento. O processo, sendo transformado, continua a existir e a mudar como uma forma externa de atividade por um longo tempo, antes de internalizar-se definitivamente.

A internalização das atividades socialmente enraizadas e historicamente desenvolvidas constitui o aspecto característico da psicologia humana e é base do salto qualitativo da psicologia animal para a psicologia humana. O momento de maior significado no curso do desenvolvimento intelectual, que dá origem às formas puramente humanas de inteligência prática e abstrata, acontece quando a fala e a atividade prática, então duas linhas completamente independentes de desenvolvimento, se convergem (VYGOTSKY, 1989).

2.1.1.3 A formação dos conceitos

De acordo com Rosa (2011), a formação de conceitos é um dos problemas mais importantes para o ensino de Ciências. Vygotsky enxerga a formação de conceitos como uma extensão do processo de internalização, caracterizando-se pelo confronto entre o conhecimento espontâneo e o científico. Vygotsky foi um dos pesquisadores mais influentes no desenvolvimento desse tema ao longo do século XX. Um conceito pode ser entendido como uma abstração que trás em si os elementos essenciais de um conjunto de objetos concretos ou abstratos, representada geralmente por uma palavra. Assim, por exemplo, a palavra “armário” denota um conjunto de objetos concretos que possuem certas características comuns: são usados para o armazenamento de objetos, têm portas, possuem gavetas, etc. Deve-se observar que a palavra armário não é o conceito, mas sim o seu signo.

Em suas investigações, Vygotsky (1996) realizou um estudo experimental, com trezentos participantes, referente ao processo de formação de conceitos apresentando para crianças alguns conjuntos de objetos de formas e cores diferentes. Na face inferior de cada objeto havia uma palavra, que não existe no idioma dos pesquisados, a qual nomeia aquele objeto. A finalidade é

averiguar se a criança é capaz de desvendar o conceito representado pela palavra. Na análise do processo a atenção está toda nas condições funcionais da formação de conceitos.

Nessa pesquisa Vygotsky concluiu que é na adolescência que a formação dos conceitos começa a ocorrer de fato e o que ocorre até esta idade são formas de classificação dos objetos, as quais evoluem de uma fase inicial caracterizada por agrupamentos desorganizados até a fase caracterizada por pseudoconceitos, que antecede a fase de formação dos conceitos (VYGOTSKY, 1996).

De acordo com Rosa (2011), na fase inicial, chamada de amontoado ou agregação desorganizada, não há fundamentos para o agrupamento dos objetos e existem três subfases de agrupamentos: tentativas e erros; contiguidade temporal ou espacial; e baseamento nos agrupamentos formados nas duas subfases anteriores.

Na segunda fase, chamada pensamento por complexos, os objetos são agrupados em famílias e as ligações entre seus componentes são fatuais e não abstratas. Vygotsky diferencia cinco tipos de complexos: associativo, de coleções, em cadeia, difusos e pseudoconceitos, sendo que este último serve de elo entre o pensamento por complexos e o pensamento por conceitos.

Na terceira fase, chamada pensamento conceitual, aparecem duas características que diferenciam o pensamento por conceitos do pensamento por complexos: as capacidades de síntese e análise que não estão presentes no pensamento por complexos. Essa fase é subdividida em: agrupamento por grau máximo de semelhança, agrupamento com base em um único atributo (conceitos potenciais) e conceitos verdadeiros.

Para Vygotsky, os processos que levam à formação dos conceitos evoluem ao longo de duas linhas principais. A primeira é a formação dos complexos, baseada no agrupamento de objetos comuns, e a segunda é a formação de “conceitos potenciais”, baseados no isolamento de certos atributos comuns. Em ambos os casos, o emprego da palavra é parte integrante dos processos de desenvolvimento, e a palavra conserva a sua função diretiva na formação dos conceitos verdadeiros, aos quais esses processos conduzem (VYGOTSKY, 1996). Os conceitos espontâneos são formados a partir da interação do sujeito com o mundo físico do dia a dia, ou

seja, são construídos com base na observação, manipulação e vivência direta dos sujeitos e compreendidos como uma construção social, mediada pela interação com o outro (REGO, 1996). Os conceitos científicos, normalmente são enunciados no ambiente formal do ensino, não tendo, portanto, a mesma gênese dos conceitos cotidianos.

O processo de desenvolvimento dos dois tipos de conceitos é completamente diferente também. Os conceitos cotidianos são usados pelo sujeito e após são generalizados. Já os conceitos científicos já nascem como generalizações da realidade. Os conceitos científicos pressupõem certo grau de generalização e de sistematização tendo necessidade, desde o início, de um processo de mediação por outros conceitos (REGO, 1996).

Segundo Vygotsky (2001, p. 348), “no pensamento infantil, não se separa os conceitos adquiridos na escola dos conceitos adquiridos em casa”. Os conceitos constituem um sistema de relações e generalizações contido nas palavras e determinados por um processo histórico-cultural.

Para Vygotsky (2001), o desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos são processos intimamente interligados, que exercem influência uns sobre os outros, possibilitando que atinjam novos níveis de desenvolvimento. O conceito espontâneo da criança se desenvolve de baixo para cima, das propriedades mais elementares e inferiores às superiores, ao passo que os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, das propriedades mais complexas e superiores para as mais elementares e inferiores. Nesse processo, os conceitos são entendidos como um sistema dinâmico de relações e generalizações contido nas palavras e determinado por um processo histórico-cultural.

2.1.1.4 A zona de desenvolvimento proximal (ZDP)

De acordo com Rosa (2011), os conceitos científicos exigem a existência de um sistema de generalização, enquanto que os conceitos cotidianos prescindem deste sistema. Além disso, destaca que Vygotsky atenta sobre a existência de uma história que precede cada situação de aprendizagem. Isso nos remete ao pensamento que a aprendizagem no ambiente escolar difere da aprendizagem em outros ambientes externos. Com intuito de entender mais

claramente esses fatores, Vygotsky elabora a Zona de Desenvolvimento Real (ZDR) e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A Zona de Desenvolvimento Real compreende as funções psíquicas e habilidades já dominadas pelo sujeito.

A ZDP indica aquele conjunto de habilidades potenciais onde o sujeito pode ter sucesso, se assistido por um adulto ou alguém mais experiente. Nessa região estão as habilidades ainda em desenvolvimento pelo indivíduo. Dois estudantes que possuam exatamente as mesmas habilidades para uma tarefa, conseqüentemente mesma ZDR, podem ter graus de sucesso diferentes na solução de problemas assistidos. As habilidades nas quais os estudantes apresentam sucesso na solução de problemas assessorados serão aquelas onde o sujeito poderá ter sucesso sozinho depois de algum tempo, se o desenvolvimento seguir o seu curso normal. Segundo Vygotsky (1999, p. 113), “aquilo que a criança pode realizar com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã”. Assim, para Vygotsky, a região onde a escola deve trabalhar é a da ZDP de modo a alavancar o processo de desenvolvimento dessas funções (VYGOTSKY, 1989). Segundo Gaspar (1993), o conceito de ZDP é o mais original e de maior repercussão, em termos educacionais, da teoria de Vygotsky.

Com intuito de estabelecer estratégias para o bom emprego da ZDP do aprendiz, Wertsch (1984) propôs três construtos teóricos para compreender melhor e tornar mais eficiente o mecanismo da interação social: a definição de situação, a intersubjetividade e a mediação semiótica.

De acordo com Wertsch (1984), a definição de situação pode ser entendida como a forma pela qual cada um dos participantes entende a tarefa dentro do contexto da interação. Segundo o autor, é importante para a efetividade da interação que todos os participantes estejam conscientes do que tratam e que busquem resolver o mesmo problema. A intersubjetividade pode ser entendida como a ação entre os sujeitos participantes da interação com o objetivo de estabelecer ou redefinir a situação inicialmente proposta. Os processos envolvidos na mediação semiótica são às vezes conceituados operacionalmente como independentes da fala, um ponto de vista que erradamente supõe que a fala simplesmente dá nome ou reflete uma definição de situação previamente existente. Fica claro então que é necessário um

acompanhamento da atividade realizada pelo aprendiz para que este construa um modelo o mais similar possível daquele concebido por quem o supervisionou.

2.1.2 A teoria de Vygotsky no ensino de Ciências

Na Educação em Ciências, as ideias de Vygotsky têm auxiliado a configurar novas perspectivas teóricas, considerando o contexto social do estudante. O autor, apesar de ter focado seus estudos na Psicologia, interessou-se, também, pela Pedagogia, Artes, Literatura, Direito, Filosofia e História, o que reflete seu percurso marcado pela inter-transdisciplinaridade (PEREIRA *et al.*, 2009).

De acordo com Lemke (2001 *apud* PEREIRA *et al.*, 2009, p.379):

Ter uma perspectiva sociocultural no ensino de ciências significa vislumbrar a pesquisa como uma atividade social pautada em aportes teóricos institucionais e culturais, vendo os objetos de estudo como “atividades sociais”. A metodologia de análise da pesquisa deve, de alguma forma, estar relacionada com fatores culturais, históricos ou institucionais específicos. Isto implica, antes de tudo, formular questões sobre o papel da interação social no ensino de ciências e na aprendizagem, isto é, dar um peso teórico substancial ao papel da interação social, considerando-a como central e necessária para a aprendizagem e não meramente auxiliar ou secundária.

Segundo Vygotsky (1989), o ambiente escolar é visto como o lugar social privilegiado para o desenvolvimento dos conceitos científicos, já que nele pode ocorrer o confronto de seus conceitos e conhecimentos cotidianos com os conhecimentos sistematizados e acumulados historicamente pela humanidade, ocorrendo, então, gradativamente, a elaboração de diversos níveis de abstrações e generalizações culminando nos conceitos científicos. Infelizmente, não é isso que vem sendo observado nas escolas brasileiras, onde o ensino ainda é voltado para a memorização de fórmulas e conceitos,

sem que a criança desenvolva uma real compreensão destes conceitos e saiba, também, aplicá-los para compreender o mundo onde está inserida.

Na perspectiva vygotskyana, o professor deve aproveitar os conhecimentos dos estudantes e uni-los às atividades que deseja desenvolver em sala de aula. Deve desafiar o aluno de modo que este possa reproduzir uma operação mental que não seria produzida isoladamente.

Especificamente na disciplina de Física, pode-se atentar para o ensino voltado para a troca de ideias entre os integrantes de uma classe (professores e alunos), baseado no diálogo, na participação coletiva, oportunizando aos alunos a exposição de suas ideias e contribuindo, desta forma, para a aprendizagem coletiva. As atividades de aprendizagem realizadas dessa maneira priorizam a aquisição do conhecimento como um processo cognitivo e não mecânico, sem a necessidade de recorrer a recursos tecnológicos, métodos de descoberta ou sofisticadas técnicas de ensino. As proposições de Vygotsky podem ser aplicadas ao cotidiano da sala de aula tal como ela se apresenta na maioria das escolas, isto é, não há necessidade de investimentos financeiros, pois ela trata de uma mudança na maneira do professor ensinar.

Outro ponto de relevância no ensino da Física dentro da perspectiva de Vygotsky, voltado para o social, é a função da linguagem no desenvolvimento mediado. O contato dos alunos com os signos e símbolos relacionados ao seu meio favorece o processo de internalização dos conhecimentos. Atualmente, o ensino de Física é marcado pela memorização de signos que na maioria dos casos não possuem significados para os aprendizes. Além disso, muitos educadores não adéquam os instrumentos e signos que utilizam em suas aulas à realidade vivenciada pelo estudante, o que dificulta o processo de interação entre os participantes.

Muitas investigações no campo da educação na década de 80 desenvolveram a visão de que a aprendizagem é um processo social e cultural no qual a linguagem desempenha um papel fundamental (LEMKE, 1997 *apud* PEREIRA *et al.*, 2009). O educador que utiliza em suas práticas pedagógicas uma linguagem próxima a do contexto sociocultural dos seus alunos atingirá de maneira mais significativa os seus objetivos.

Os professores devem assumir uma postura diferenciada, fazendo uma análise prévia do assunto e ensinando de maneira participativa dentro de uma

visão mais crítica e aberta de ensino. A exposição, a confrontação e a discussão de ideias devem ser utilizadas no processo de avaliação da eficácia do ensino, pois, desta forma, aumenta-se a probabilidade do aluno realmente aprender o assunto discutido (ROSA e ROSA, 2004).

O professor deve procurar conhecer as possibilidades e as limitações de seus alunos para fornecer-lhes as condições básicas de crescimento, sempre levando em conta suas individualidades e as especificidades.

O professor deve conduzir as atividades em sala de aula sempre atento para não perder o foco no assunto proposto, estando sempre pronto para elaborar questões que direcionem a discussão rumo à construção do conceito desejado.

Segundo Japiassu (1983, p. 45 *apud* ROSA e ROSA, 2004, p.8):

O educador que se limita a transmitir um programa de ensino ou que procura adaptar a inteligência do educando aos códigos ou modelos pré-estabelecidos do saber e não faz de seu ensino um meio de favorecer e desenvolver a reflexão de educando, só é educador por eufemismo.

Em relação a uma pedagogia pautada em atividades experimentais para o ensino de Física, Gaspar (2006) destaca cinco critérios orientadores inspirados na teoria de Vygotsky:

1 - Estar ao alcance da zona de desenvolvimento imediato do aluno sem restrições ao tema da atividade.

2 - Garantir que um parceiro mais capaz participe da atividade, o qual deve orientar a atividade e para isso deve ter familiaridade com o assunto e com os conceitos envolvidos.

3 - Garantir o compartilhamento das perguntas propostas e das respostas pretendidas, ou seja, o professor deve indicar claramente os procedimentos, as perguntas e, conseqüentemente, as respostas pretendidas.

4 - Garantir o compartilhamento da linguagem utilizada, ou seja, todos os sistemas de signos e instrumentos devem ser compreendidos por todos os participantes.

5 - Selecionar equipamentos para as atividades experimentais. O critério fundamental para a escolha de uma atividade experimental é a adequação do conteúdo da atividade ao planejamento do curso. Como podem existir várias atividades experimentais adequadas para um determinado tema, o professor provavelmente será obrigado a fazer uma nova escolha com base em seu bom senso. Além disso, equipamentos podem ser montados por estudantes, o que influi na motivação e afetividade perante a tarefa, somado ao conhecimento do funcionamento do equipamento construído ou montado. Os processos de construção, ajustes, trocam de ideias e discussões que invariavelmente surgem oferecem momentos únicos de aprendizagem (GASPAR, 2006).

Os fatores primordiais para serem levados em conta no ensino, de acordo com a perspectiva Vygotskyana, são: o papel fundamental do professor como mediador na aquisição de significados contextualmente aceitos, o indispensável intercâmbio de significados entre professor e aluno dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, a origem social das funções mentais superiores e a linguagem, como o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo. O ensino se consuma quando professor e aluno compartilham significados. Sem a interação social ou sem intercâmbio de significados, dentro da zona de desenvolvimento proximal do aprendiz, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo (ERTHAL e GASPAR, 2006).

2.2 Referencial Metodológico: a pesquisa-ação

A pesquisa-ação originou-se nos trabalhos do psicólogo social Kurt Lewin em 1946, o qual buscava mudanças de hábitos alimentares da população e também mudanças de atitudes dos americanos no período pós-guerra. Ancorava-se em um conjunto de valores, como: a construção de relações democráticas; a participação dos sujeitos; o reconhecimento de direitos individuais, culturais e étnicos das minorias e a tolerância a opiniões divergentes, caracterizando-se por uma pesquisa experimental de campo. As origens da pesquisa-ação apontavam na direção da transformação de uma realidade com direta participação dos sujeitos envolvidos no processo, cabendo

ao pesquisador assumir os dois papéis, de pesquisador e de participante (FRANCO, 2005).

De acordo com Melo Neto (2011), uma das grandes vantagens iniciais dessa metodologia é que ela pode adequar-se para o campo ou a cidade e, ainda, em trabalhos que envolvam grupos diferenciados, como negros, índios, brancos, camponeses ou outros.

Durante os estudos do pesquisador desta Tese, para compreender um pouco mais sobre a pesquisa-ação, de maneira que pudesse utilizar seus elementos neste trabalho, foram encontradas diferentes definições, porém todas apontando para uma mesma direção, de acordo com a experiência vivenciada por cada um dos autores dos trabalhos lidos.

Segundo Engel (2000), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa participante engajada, em oposição à pesquisa tradicional, que é considerada como “independente”, “não-reativa” e “objetiva”. Para o citado, autor a pesquisa-ação se caracteriza pela intervenção na prática de modo inovador no decorrer do próprio processo de pesquisa e não apenas como possível consequência de uma recomendação na etapa final do projeto.

Krafta (2010) diz que pesquisa-ação é um método de condução de pesquisa aplicada, orientada para elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções.

Tripp (2005) define pesquisa-ação como uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática.

Segundo Thiollent (1997, p.36), a pesquisa-ação pressupõe uma concepção de ação, que “requer, no mínimo, a definição de determinados elementos: um agente (ou ator), um objeto sobre o qual se aplica a ação, um evento ou ato, um objetivo, um ou vários meios, e um campo ou domínio delimitado”.

Tripp (2005) diz que a dificuldade de definição de pesquisa-ação está atrelada a duas razões: seu processo é tão natural que se apresenta sob aspectos diferentes, sendo que ela se desenvolveu de maneira diferente para diferentes aplicações. O autor comenta que pouco tempo após Lewin haver cunhado o termo na literatura, a pesquisa-ação foi considerada um termo geral para quatro processos diferentes: pesquisa-diagnóstico, pesquisa participante,

pesquisa empírica e pesquisa experimental (Chein; Cook; Harding, 1948 *apud* TRIPP, 2005). No final século XX, Deshler e Ewart (1995 *apud* TRIPP, 2005) conseguiram identificar seis principais tipos de pesquisa-ação desenvolvidos em diferentes campos de aplicação.

Pode-se verificar que a pesquisa-ação pressupõe uma concepção específica de pesquisa inserida na ação, que foi o que o doutorando buscou fazer durante este trabalho de Tese, por meio de intervenções em grupos da Licenciatura em Física.

Desroche (1990 *apud* ABDALLA, 2005) destaca três aspectos referentes à aplicação da pesquisa-ação: 1- a pesquisa sobre os atores sociais, suas ações, transações e interações, objetivando a explicação; 2 - a pesquisa para dotar as práticas espontâneas de uma prática racional, destacando a finalidade da aplicação; e, 3 - a pesquisa pela ação, isto é, assumida por seus próprios atores, tanto em suas concepções como em sua execução e acompanhamento, que tem por meta a implicação.

Para Gamboa (1982, p.36 *apud* MELO NETO, p.2, 2011), a pesquisa-ação “busca superar, essencialmente, a separação entre conhecimento e ação, buscando realizar a prática de conhecer para atuar”.

Pode-se pensar na pesquisa-ação como um processo no qual pesquisa e ação devem andar juntas num contexto dinâmico, com objetivos de resolver problemas, entender práticas e produzir conhecimentos, a partir de procedimentos flexíveis que se ajustem às características do grupo no qual se está inserido de modo a fazer com que os participantes se tornem futuros pesquisadores.

Conforme Stringer (1996 *apud* KRAFTA *et al.* , 2010), a pesquisa-ação compreende uma rotina composta por três ações principais: observar, para reunir informações e construir um cenário; pensar, para explorar, analisar e interpretar os fatos; e agir, implementando e avaliando as ações.

De acordo com Engel (2000), os padrões de pesquisa estão sujeitos à mudança, não havendo, portanto, uma metodologia científica universal e histórica. Isso deixa claro que apesar das várias indicações de como se realizar uma pesquisa-ação, não existe uma receita pronta para que tal seja realizada. Um dos fatores primordiais é que a pesquisa-ação deve partir de preocupações

e interesses de pessoas envolvidas numa determinada prática com objetivo do desenvolvimento profissional dos envolvidos.

Engel (2000, p.184) destaca que na pesquisa-ação o pesquisador deve intervir numa situação com objetivo de verificar a eficácia de um novo procedimento:

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.

Uma das características da pesquisa-ação é o fato dela ser cíclica, ou seja, cada uma das etapas da pesquisa deve gerar questionamentos ou situações que sirvam como base para o início de uma nova investigação, sendo que as fases finais são usadas para aprimorar os resultados das fases anteriores. Os resultados da pesquisa-ação devem ser úteis para que os participantes possam auxiliar a realizar modificações futuras no processo pesquisado.

De acordo com Franco (2005, p.493):

Uma importante característica da pesquisa-ação é seu processo integrador entre pesquisa, reflexão e ação, retomado continuamente sob forma de espirais cíclicas, dando tempo e espaço para que a integração pesquisador-grupo vá se aprofundando, permitindo-se que a prática desse processo vá, aos poucos, se tornando mais familiar, como também o tempo para que o conhecimento interpessoal se aprofunde e, ainda, por meio de tais espirais, dá-se o tempo e espaço para apreensão cognitiva/emocional das novas situações vividas por todo o grupo – práticos e pesquisadores.

Inicialmente, a aplicação da pesquisa-ação estava voltada para as ciências sociais e psicologia. A partir da década de 1980, a pesquisa-ação começa a ser amplamente aplicada na área de ensino, principalmente na

Europa e nos Estados Unidos, e assume como finalidade a melhoria da prática educativa docente. Ela começou a ser implementada com a intenção de ajudar os professores na solução de seus problemas em sala de aula, envolvendo-os na pesquisa (ENGEL, 2000).

Dessa forma, verifica-se que a pesquisa-ação pode funcionar como uma metodologia de pesquisa, pedagogicamente estruturada, que possibilite a produção de conhecimentos novos para a área da educação e a formação de professores pesquisadores mais reflexivos e críticos.

São considerados pesquisadores mais reflexivos e críticos, os professores capazes de reverem e transformarem suas futuras ações em sala de aula. De acordo com Franco (2005, p.500), “o professor, ao adentrar em um processo contínuo de revisões da própria prática, acaba incorporando atitudes na direção de constituírem-se em investigadores no contexto da prática”.

De acordo com Smyth (1989 *apud* AMARAL *et al.*,1996), a reflexão sobre a prática deve transcender os aspectos de sala de aula e conteúdo e atingir um nível de reflexão sobre os princípios éticos e políticos da sociedade.

Um dos principais resultados pretendidos numa pesquisa-ação é que os sujeitos participantes tenham apreendido comportamentos e atitudes no sentido de incorporarem a reflexão cotidiana, como atividade inerente ao exercício de suas práticas (FRANCO, 2005). A pesquisa-ação é um instrumento valioso ao qual os professores podem recorrer com o intuito de melhorar o processo de ensino-aprendizagem, pelo menos no ambiente em que atuam.

Ao contrário do que ocorre em muitas pesquisas tradicionais, na pesquisa-ação a responsabilidade do pesquisador não termina após o encerramento da pesquisa ou da publicação de seus resultados em uma revista especializada (SOMMER e AMICK, 2003).

De acordo com Ángel (1996), em países como a Espanha, a pesquisa-ação tem chamado a atenção de muitos docentes porque pode aumentar a autoestima profissional, romper com a solidão docente, reforçar a motivação profissional, permitir que os professores investiguem e formar professores mais reflexivos.

2.2.1 Os ciclos da pesquisa-ação

Segundo o trabalho de David Tripp (2005), a solução de qualquer problema deve ser iniciada pela identificação do problema. Após essa identificação, existem quatro fases do ciclo básico de uma investigação ação: planejar uma melhoria na prática, agir para implementar a melhoria planejada, monitorar e descrever os efeitos dessa ação e avaliar os resultados de modo que eles possam servir de base para novos planejamentos, dando início a um novo ciclo.

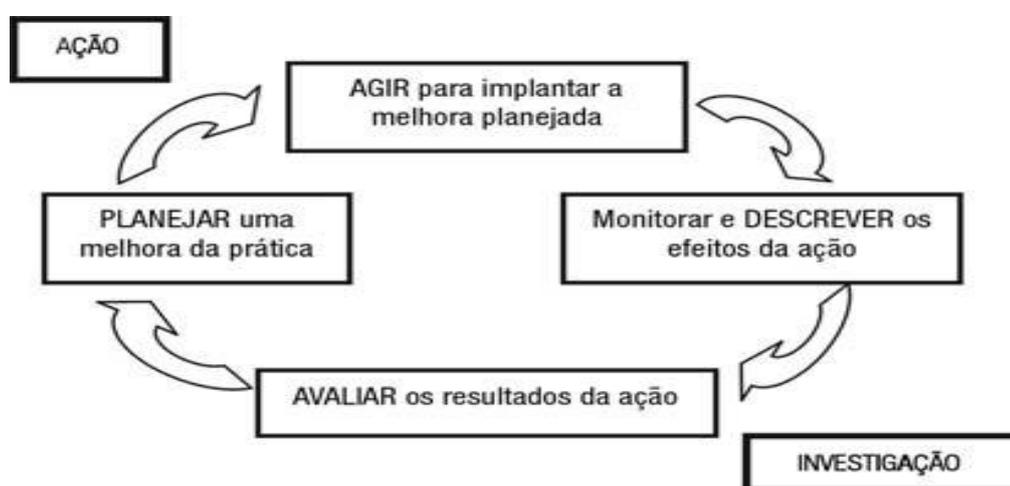


Figura 1 - Fases do ciclo básico de uma pesquisa-ação (TRIPP, 2005).

Como comentado anteriormente, a pesquisa-ação possui um caráter cíclico. Pode-se realizar uma pesquisa-ação com apenas um ciclo, porém na maioria das vezes vários ciclos são necessários e a quantidade dependerá do problema e do tempo que se tem para realizar o projeto. A duração de um ciclo é determinada pelas características da pesquisa. Pode haver ciclos de longa duração, ocorrendo por vários meses, ou ciclos de curta duração, sendo estes semanais, quinzenais ou mensais (ÁNGEL, 2003).

De maneira geral, os ciclos de uma investigação-ação se transformam em novos ciclos, de modo que a investigação tenda a uma espiral de ciclos, o que mostra seu caráter autorreflexivo, pois permite análise, revisão e evolução para dar origem a um novo ciclo (LATORRE, 2007).

De acordo com Ángel (1996), existem três etapas fundamentais numa pesquisa-ação: a primeira corresponde ao *design* da investigação, sendo esse teórico ou metodológico; a segunda etapa corresponde ao desenvolvimento da investigação o qual compreende o planejamento, a ação, a observação e a reflexão; e a terceira etapa que condiz com a elaboração de um resultado final.

De acordo com Ángel (1996), a metodologia da pesquisa-ação é considerada flexível, pois a investigação sempre apresenta ao pesquisador muitas opções de trabalhos, sendo selecionadas as mais convenientes em função dos resultados que estão sendo obtidos. Esse aspecto faz com que a metodologia seja criativa, pois com o vasto número de opções, diversas serão as possibilidades de trajetórias a serem seguidas, dependendo da capacidade de imaginação do grupo.

A pesquisa-ação promove nos participantes uma atitude crítica do processo educativo, atuando no processo de formação por meio da transformação e conscientização de interesses no desenvolvimento profissional (ÁNGEL, 2003).

Segundo Latorre (2007), antes do início de um novo ciclo numa pesquisa-ação é necessário refletir sobre nove pontos:

- revisar a própria prática com o propósito de melhorá-la;
- identificar qual aspecto da prática deseja-se melhorar;
- imaginar uma solução e iniciar um plano de ação;
- implementar o plano de ação;
- registrar toda a situação para melhor análise dos resultados;
- realizar modificações de acordo com os resultados e continuar com a ação;
- controlar a ação por meio de coleta de dados;
- refletir sobre a melhora, as vantagens e inconvenientes;
- continuar a investigação-ação buscando a melhora contínua da qualidade do ensino.

Segundo Latorre (2007), uma das metas da pesquisa-ação é o desenvolvimento da prática reflexiva de maneira que possam ser vividos novos valores com mais plenitude na vida social, profissional e pessoal. De acordo com o autor um projeto de investigação-ação se inicia pela busca e identificação de um problema, sobre o qual se procura atuar e a partir do qual

surgirão hipóteses. Em muitos casos o que se deseja investigar aparece mais como uma preocupação do que com um problema propriamente dito.

Após a identificação do problema ou situação é necessário fazer uma descrição da situação atual, obtendo elementos que sirvam de ponto de partida.

Franco (2005) defende a ideia de que o trabalho com pesquisa-ação seja iniciado com uma fase preliminar que será constituída pelo trabalho de inserção do pesquisador no grupo, de autoconhecimento do grupo em relação às suas expectativas, possibilidades e aos seus bloqueios.

Essa inserção permite a formulação de hipóteses mais concretas para o início da fase de ação. Esse é um momento crucial, pois o êxito do projeto depende do plano de ação. De acordo com Latorre (2007), o plano de ação é uma ação estratégica que se desenha para, a partir dela, caminhar e observar seus efeitos sobre a prática. O plano de ação é o elemento decisivo de toda pesquisa-ação e se apóia no diagnóstico da situação, realizado no início do projeto. A ação não está isenta de riscos, pois enfrenta limitações diversas e por isso o plano de ação deve ser flexível e estar aberto para modificações.

McNiff e colaboradores (1996 *apud* LATORRE 2007) apontam que a ação deve ser: informada, ou seja, deve investigar sistematicamente as próprias ações e motivos; comprometida, buscando a melhora da situação atual; e intencionada atuando na melhoria da prática.

O controle da ação feito pelas coletas de dados de diferentes tipos de registro, como observação participante, questionários, entrevistas, grupos de discussão e diário de bordo, devem proporcionar descrições autênticas da ação. A observação da ação deve ser feita com intuito de se refletir sobre o que está sendo descoberto, de modo que estas descobertas possam ser implementadas na ação profissional. A observação pode ser sobre a própria ação, sobre a ação de outras pessoas ou ainda de diálogos críticos sobre a investigação. Os dados da pesquisa emergem da observação da ação (LATORRE, 2007).

A reflexão é a etapa seguinte do processo de investigação-ação e constitui a fase na qual se encerra um ciclo e possibilita a abertura de outro, constituindo um dos momentos mais importantes de uma pesquisa-ação. É fundamental ter consciência que nem sempre os resultados são os esperados,

porém o foco da pesquisa-ação está no significado que tal prática teve para que se possa aprender e a partir daí, buscar novas maneiras para tentar melhorar a situação.

2.2.2 Objeções à pesquisa-ação

Segundo Monteiro (2011), a pesquisa-ação é um exemplo de teoria que tende ao modismo e que possui limites apesar de oferecer grandes possibilidades para a educação.

De acordo com Cohen e Manion (1994 *apud* ENGEL, 2000), boa parcela dos adeptos da pesquisa tradicional faz objeções à pesquisa-ação, defendendo a ideia de que a pesquisa-ação possui objetivos específicos, não controla rigorosamente suas variáveis independentes e não propicia a generalização de seus resultados, sendo assim restrita, enquanto a pesquisa tradicional vai além dessa especificidade, não se restringindo a um grupo ou local, tendo caráter mais universal. Entretanto, os autores defendem a ideia de que quanto mais amplos se tornarem os programas de pesquisa-ação com o envolvimento de mais escolas na busca de uma padronização, algumas dessas objeções, no mínimo, se tornarão menos válidas. Engel (2000) defende a ideia de que quanto mais treinamento em pesquisa os professores envolvidos na pesquisa-ação tiverem, maior é a probabilidade de generalização dos resultados dessas pesquisas. Uma limitação apresentada por Sommer e Amick (2003) é que uma pesquisa-ação pode exigir muito tempo para ser realizada. Enquanto um levantamento de dados realizado por profissionais externos ao grupo pesquisado pode levar uma semana, um levantamento de dados realizado por um pesquisador inserido no grupo pode levar meses.

Apesar da pesquisa-ação ter suas limitações, principalmente quando realizada por pessoas com pouco embasamento teórico em métodos de pesquisa, ela aparece como um instrumento valioso para o professor preocupado com sua prática educativa. As mudanças alcançadas com uma pesquisa-ação, por menores que sejam, aparecem mais positivas do que simplesmente deixar a situação educacional na problemática em que se encontra. Engel (2000) afirma que a pesquisa-ação pode levar a soluções

imediatas para problemas educacionais urgentes, que não podem esperar por soluções teóricas.

De acordo com os pressupostos apresentados, esta tese foi organizada por um reconhecimento inicial da situação seguido de três ciclos investigativos, que tiveram cerca de um semestre de duração cada. Em todas as etapas foi realizado o planejamento, a ação, a análise da ação e a reflexão, com intuito de buscar respostas para os questionamentos iniciais do doutorando.

2.3 Pressupostos teóricos sobre experimentos com ênfase histórica

Não é novidade que a utilização de atividades experimentais no ensino de Física possui várias potencialidades para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem, o qual deve proporcionar conhecimento útil à vida dos estudantes, desenvolvendo capacidade para o raciocínio, o julgamento, a criatividade, a autonomia e o aprendizado permanente.

Atividades experimentais ocupam um papel fundamental num ensino que tem por objetivo proporcionar condições ao aluno para que ele construa seu conhecimento. Pesquisas recentes dão destaque à utilização de atividades experimentais em sala de aula nos mais variados níveis de ensino (ERTHAL e GASPAR, 2006; ASSIS e CHAIB, 2007; MONTEIRO e TEIXEIRA, 2004; ARAÚJO e ABIB, 2003; SOUZA FILHO *et al.*, 2007; ERTHAL e LINHARES, 2008; BOSS *et al.*, 2010). Entretanto, a maneira como a experimentação vem sendo desenvolvida no contexto escolar diverge em vários trabalhos, os quais apontam para diversas tendências para o uso dessa estratégia. Em relação ao ensino médio Araújo e Abib (2003, p. 191) destacam:

Há uma ampla gama de possibilidades de uso das atividades experimentais no ensino médio, que vão desde as atividades de verificação de modelos teóricos e de demonstração, geralmente associadas a uma abordagem tradicional de ensino, até a presença já significativa de formas relacionadas a uma visão construtivista de ensino, representadas por atividades de observação e experimentação de natureza investigativa.

Apesar desses apontamentos sobre a importância das atividades experimentais, a ausência das mesmas nas aulas de ciências tem sido citada por professores do ensino fundamental e médio como uma das principais causas da deficiência em relação à aprendizagem das ciências (BORGES, 1997; ARRUDA e LABURÚ, 1998; HODSON, 1994, GARCIA BARROS e MARTINEZ LOSADA, 2003).

Muitos professores enfatizam o papel motivador das atividades experimentais, porém o trabalho deve ir além, propiciando ao aluno eficiência na construção e aprendizagem de conceitos e de “modelos científicos”.

Considera-se mais conveniente um trabalho experimental que dê margem à discussão e interpretação de resultados obtidos (quaisquer que tenham sido), com o professor atuando no sentido de apresentar e desenvolver certos conceitos, leis e teorias envolvidas na experimentação. Dessa forma o professor será um orientador crítico da aprendizagem, distanciando-se de uma postura autoritária e dogmática no ensino e possibilitando que os alunos venham a ter uma visão mais adequada do trabalho em ciências. Se essa perspectiva da atividade experimental não for contemplada, será inevitável que se resuma à simples execução de “receitas” e à comprovação da “verdade” daquilo que repousa nos livros didáticos. (Delizoicov, 1994, p.22).

Entre as diversas modalidades de experimentação destacam-se as atividades experimentais que se apropriam de elementos da história da ciência durante sua utilização. Autores, como Paula (2006), enfatizam que a utilização de experimentos históricos é uma atividade detentora de grande potencial para promover uma adequada articulação da dimensão empírica do conhecimento científico na sala de aula de maneira contextualizada e culturalmente rica.

Um excelente exemplo a ser citado nessa linha é o Grupo de Pesquisa em Ensino Superior e História da Ciência do Departamento de Física da Universidade de Oldenburg, na Alemanha, que desenvolve um projeto desde 1983, construindo réplicas de instrumentos históricos que são disponibilizadas

para propostas de ensino. A história da Física e a experimentação com experimentos históricos desempenham um papel importante na formação dos licenciandos em Física em Oldenburg. Segundo Höttecke,

O método de replicação de experimentos históricos torna possível entender a ciência como um trabalho prático que acontece no laboratório. Ele permite aos aprendizes terem uma ideia do significado da experimentação na história da ciência (Höttecke, 2000, p.344).

Segundo Paula (2006), “experimentos históricos” são aqueles experimentos realizados ou pensados em um dado contexto histórico e que tiveram um papel significativo na elaboração, definição ou solução de um dado problema.

De acordo com Tomas Khun (2003), um experimento histórico é aquele que tenha proporcionado um marco capaz de romper obstáculos à “ciência normal” daquele tempo.

Um trabalho interessante a ser destacado é o de Robert P. Crease (2002) que traz os dez mais belos experimentos científicos, eleitos por uma votação realizada pelos leitores da revista britânica *Physics World*. Os dez experimentos mais votados são apresentados na tabela a seguir:

Experimento	Data
Experimento da dupla fenda de Young, realizado com elétrons	1961
Experimento da queda de corpos, realizada por Galileu	1638
Experimento da gota de óleo, realizada por Millikan	1851
Decomposição da luz solar com um prisma, realizada por Newton	1672
Experimento de interferência da luz, realizada por Young	1803
Experimento com a balança de torção, realizada por Cavendish	1798
Medida da circunferência da terra, realizada por Erastóstenes	Sec. III a.C.
Experimentos sobre o movimento de corpos num plano inclinado, realizados por Galileu	1638
Espalhamento de Rutherford	1911
Pêndulo de Foucault	1851

Quadro 1 - Experimentos Científicos eleitos como os mais belos de todos os tempos (CREASE, 2002).

A ideia de que aspectos históricos devem ser incluídos no ensino, especialmente no ensino de ciências não é nova. No final do século XIX Ernest Mach (1838-1916), físico e filósofo austríaco, defendeu uma abordagem histórico-filosófica para o ensino de ciências nas escolas (Mach, 1910).

A importância da abordagem histórica no ensino de ciências tem sido ressaltada por diversos pesquisadores dos processos de educação, por exemplo, Greca e Freire (2004). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) enfatizam a importância do conhecimento histórico incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico, na formação contemporânea do cidadão. As orientações Complementares aos PCN (Brasil 2002) 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, 2002, p.64).

Em relação às competências e habilidades que devem ser adquiridas pelos estudantes, os Parâmetros Curriculares nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) de Física orientam “Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.” (Brasil 2002, p.27). Nesse mesmo documento está declarado que abordagens com ênfase histórica em sala de aula podem proporcionar:

A compreensão do desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências 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 (Brasil, 2002, p.14).

Apesar disso, Pena e Ribeiro Filho (2009) concluem em seu estudo que é possível dizer que, embora os PCNEM façam esses apontamentos, parece que a referida abordagem ainda não foi traduzida, de forma significativa, em termos de experiências didáticas.

Para o MEC (BRASIL, 1999), o conhecimento histórico incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico tornou-se indispensável à formação da cidadania contemporânea, tal como a necessidade que o conhecimento físico seja explicado como o processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas.

Conforme Castro e Carvalho (1992), a ideia que a abordagem histórica pode ser útil e frutífera para cursos de Física encontra suporte entre as mais variadas concepções de ensino e as considerações dos mais diversos professores. Esses autores também advertem que respostas práticas que possam orientar o professor do ensino médio a fazer uso dessa abordagem não têm sequer sido ensaiadas, apesar de parecer haver certa unanimidade

em aceitar a importância do enfoque histórico para uma compreensão mais completa da ciência.

Neste contexto, foi realizada uma revisão de literatura em periódicos voltados a professores formadores e professores do ensino médio e fundamental, preocupados em desenvolver cursos mais interessantes para os estudantes, e aqueles que estejam engajados em trabalhos de pesquisa em ensino de ciências.

O foco desta pesquisa foi identificar trabalhos que utilizassem atividades experimentais com ênfase históricas em ambientes escolares. A revisão correspondeu ao período de 2007 até meados de 2010 e a escolha dos periódicos se deu devido à importância que possuem perante a comunidade de pesquisadores em ensino de Física, e à facilidade de acesso dos artigos na íntegra nas páginas dos periódicos na *internet*. Os periódicos analisados foram:

- *Physics Education*;
- *Revista Eletrônica Enseñanza de las Ciencias*;
- Revista Brasileira de Ensino de Física;
- A Física na Escola;
- Revista Investigação em Ensino de Ciências;
- Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências;
- Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências;
- Ciência & Educação;
- Caderno Brasileiro de Ensino de Física;
- Química Nova;
- Química Nova na Escola.

Nessa revisão foi possível encontrar trabalhos relacionados à descrição de acontecimentos históricos; resenhas sobre cientistas; investigações e propostas de investigações em sala de aula utilizando elementos da história da ciência; e reflexões sobre a importância da natureza e da história das ciências e sobre a presença da história das ciências em livros didáticos.

Entre as investigações e propostas de investigações em sala de aula encontram-se os trabalhos condizentes com o foco desta revisão, visto que abordam experimentos com ênfase histórica.

Souza Filho *et al.* (2007) apresentam a primeira experiência crucial de Ampère, mostrando a interação entre dois fios metálicos conduzindo correntes elétricas utilizando materiais de baixo custo.

Assis e Chaib (2007) apresentam uma adequada contextualização histórica da experiência de Oersted. Esse trabalho mostra que é possível reproduzir todas as experiências realizadas por Oersted com material de baixo custo.

Iachel *et al.* (2009) apresenta oficina de lunetas realizada com um grupo de professores do ensino médio.

Lunazzi e Paula (2007) apresentam uma demonstração experimental que auxilia no entendimento da queda livre dos corpos.

Straulino (2008) apresenta a reconstrução do plano inclinado de Galileu. Esse autor finaliza o trabalho dando algumas sugestões para se trabalhar com o aparato junto aos estudantes.

Thompson (2008) apresenta um modelo para o experimento realizado por Arquimedes, dando destaque a fatores históricos que nortearam o mesmo.

Bozic e Ducloy (2008) apresentam uma abordagem para o experimento realizado por Erastóstenes com a utilização de um globo. O artigo discute bastante a história da ciência que permeia esse experimento.

Pantano e Talas (2010) apresentam um trabalho no qual utilizam atividades experimentais relacionadas à queda dos corpos e às teorias ondulatória e corpuscular da luz com estudantes do ensino médio. Os autores utilizaram experimentos com ênfase histórica em sala de aula e concluíram que os estudantes ficaram satisfeitos com as estratégias trabalhadas e que o trabalho auxiliou no aprendizado de conceitos científicos, estimulando o interesse por estudos relacionados à Física.

Quintal e Guerra (2009) descrevem uma pesquisa sobre a relevância da implementação da história da ciência como agente influenciador no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos do eletromagnetismo no ensino médio. O 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.

Nessa revisão foi verificado que a concentração de publicações está voltada à “descrição de acontecimentos históricos da Física e da Química”. Um resultado similar havia sido relatado no trabalho de Erthal e Linhares (2009), no qual concluem que a maioria dos trabalhos publicados relacionados à história da ciência no ensino de Física se relaciona a essa linha e que propostas que auxiliem professores do ensino básico a trabalhar com atividades experimentais históricas em sala de aula são minoria entre as publicações.

Ao final desta revisão, verificou-se que apesar de grande parte dos professores e pesquisadores da área de ensino estar consciente da necessidade de propostas concretas em sala de aula, apenas nove artigos publicados durante o período, nas revistas analisadas, contemplam o potencial de utilização de atividades experimentais com ênfase histórica. Apenas dois trabalhos, Pantano e Talas (2010) e Quintal e Guerra (2009), relatam a utilização de atividades experimentais com ênfase histórica no ambiente escolar junto aos estudantes, sendo que os outros aparecem como propostas de utilização, as quais apesar de importantes, não trazem à tona as dificuldades oriundas do trabalho em sala de aula, muitas das vezes fundamentais para a escolha e planejamento da atividade pelo leitor.

Além disso, não foi encontrado nenhum trabalho que relatasse a utilização de experimentos com ênfase histórica em turmas de EJA, o que mostra a necessidade de pesquisas nessa área e justifica a proposta de investigação desta Tese.

O RECONHECIMENTO DA SITUAÇÃO E OS TRABALHOS INICIAIS

Neste capítulo serão descritos os trabalhos iniciais realizados nesta pesquisa, nos quais se buscou o reconhecimento dos públicos-alvo: os estudantes da Licenciatura em Física e os estudantes de EJA.

Segundo (LATORRE, 2007), um projeto de investigação-ação se inicia pela busca e identificação de um problema o qual pode parecer mais como uma preocupação do pesquisador do que um problema propriamente dito. Para isso, foram realizados dois trabalhos em paralelo. O primeiro trabalho corresponde a uma inserção do doutorando em um grupo do curso de Licenciatura em Física da UENF, no qual foram identificadas algumas características importantes no planejamento de aulas dos licenciandos. No segundo trabalho foram executadas ações pontuais numa turma de EJA do IFF além de uma pesquisa mais ampla, realizada com professores de turmas de EJA da cidade de Campos dos Goytacazes, nas quais foram identificados alguns entraves para o ensino de Física para esse público.

3.1 O trabalho inicial com a turma da Licenciatura em Física

Um dos maiores desafios para todos os formandos é como encarar a realidade fora da faculdade. No caso específico de licenciandos em Física, esse enfrentamento dentro de salas de aula requer estratégias ricas e variadas, que possam ser trabalhadas perante situações diferenciadas. Questões sobre: como preparar uma aula estimulante, como conduzir uma turma e como trabalhar determinado conteúdo, surgem na cabeça da maioria dos recém-formados, que muitas das vezes demoram a encontrar uma alternativa que os auxilie a respondê-las.

Várias estratégias vêm sendo desenvolvidas nas universidades para tentar responder tais questões e auxiliar na formação inicial dos estudantes. Entre elas o modelo de ensino por investigação tem angariado adeptos de maneira crescente. Investigações didáticas mostram que os estudantes desenvolvem melhor sua compreensão conceitual e aprendem mais acerca da

natureza das ciências ao participarem de investigações científicas (CARVALHO *et al.*, 1999).

Com isso, o professor-pesquisador planejou atividades focadas no ensino por investigação com intuito de auxiliar na futura prática dos estudantes da Licenciatura em Física e para identificar com qual estratégia eles mais se identificariam, entre as que seriam discutidas.

O início da ação se deu por uma experiência didática com uma turma do curso de Licenciatura em Física da UENF durante a disciplina “Estratégias para o Ensino de Física II”. O trabalho foi desenvolvido com um grupo de 15 alunos, os quais estão representados por letras maiúsculas para evitar a exposição de seus nomes. A estratégia foi iniciada a partir de dois estudos de casos que foram trabalhados utilizando o Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA). O método de estudos de caso adotado no EVA contempla temas de conteúdos específicos e pedagógicos, articulando teoria e prática. A partir deles os alunos devem construir o conhecimento, com o objetivo de moldar desempenhos específicos (REIS e LINHARES, 2008).

O EVA consiste em um ambiente virtual de aprendizagem organizado em torno de situações de ensino que se estruturam de acordo com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Casos (ABC), complementando-se pela existência de funções de interatividade (*chat*, fórum, *e-mail* interno), *kits* pedagógicos (biblioteca de materiais) e outras funcionalidades de gerência e informação.

O trabalho nesse ambiente virtual é composto por quatro etapas. Na primeira etapa, os estudantes fizeram uma leitura de um estudo de caso e logo em seguida elaboraram e registraram suas respostas. O professor da turma fez uma análise das respostas registradas e aprovou ou solicitou modificações. Além disso, o professor fez um breve comentário individual sobre o que cada aluno escreveu e formulou uma resposta unificada que foi enviada para todos os participantes de um grupo. Essa resposta unificada pode ser elaborada a partir de uma compilação das explicações iniciais dos estudantes ou de leituras mais apuradas sobre o tema em questão.

Foram planejados e trabalhados dois estudos de caso com esta turma, sendo que os textos utilizados na leitura inicial do primeiro passo do EVA foram

respectivamente: **O Ensino de Física Térmica** (APÊNDICE 1) e **A Natureza do Conhecimento Científico e o Ensino de Ciências** (APÊNDICE 2).

Na segunda etapa, textos ou capítulos de livros foram indicados para leituras semanais. Após as leituras, os alunos produziram uma resenha sobre o texto lido e a registraram no EVA. O desenvolvimento dos professorandos na produção de resumos críticos foi avaliado nessa etapa. As resenhas produzidas foram lidas e discutidas em sala de aula semanalmente.

Na segunda etapa do primeiro estudo de caso (O Ensino de Física Térmica), foi utilizado o livro “Termodinâmica: um Ensino por Investigação” de autoria de Anna Maria Pessoa de Carvalho e colaboradores (1999). Esse livro é fruto de uma pesquisa, cujo objetivo foi verificar a possibilidade de se obter a melhoria no aprendizado dos alunos sobre o conteúdo de termodinâmica, nas condições normais de trabalho no ensino médio das escolas públicas, a partir de uma mudança do ensino realizado por seus professores. O livro é dividido em seis capítulos apresentados no quadro a seguir.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">1 – Textos históricos2 – Experiências de demonstração investigativa3 – Laboratório aberto4 – Questões e problemas abertos5 – Textos de apoio6 – Recursos tecnológicos |
|--|

Quadro 2 - Capítulos do livro “Termodinâmica: um Ensino por Investigação”.

Na segunda etapa do segundo estudo de caso (A Natureza do Conhecimento Científico e o Ensino de Ciências), foi utilizado o livro “Em Debate: Cientificidade e Educação em Ciências” de autoria de Regina Maria Rabello Borges (1996). As leituras e discussões realizadas no segundo estudo de caso foram fundamentais para que os professorandos adquirissem conhecimentos úteis que os auxiliassem a reformular suas respostas em etapas futuras do trabalho no EVA.

Esse livro tem como foco a educação científica, as relações entre teorias e observações na construção do saber e a consistência do método e do

conhecimento científico. O livro é dividido em cinco capítulos conforme a quadro a seguir.

- | |
|---|
| <p>1 – Como se relacionam observações e teorias no desenvolvimento das ciências</p> <p>2 – Contextualizando o debate</p> <p>3 – Em que consiste o método científico</p> <p>4 – Transformações em Debate</p> <p>5 – Educação científica escolar</p> |
|---|

Quadro 3 - Capítulos do livro: "Em Debate Cientificidade e Educação em Ciências".

Na terceira etapa do trabalho no EVA, os alunos responderam novamente as questões do texto inicial, agora com mais argumentos e conhecimentos devido às leituras e discussões, propondo uma nova solução para os questionamentos iniciais. As respostas ficam armazenadas no banco de dados do sistema, de modo que o professor pudesse verificar uma possível evolução destas em relação às da primeira etapa.

A quarta etapa do EVA, correspondente à implementação, foi realizada ao final do curso, na qual os alunos trabalharam em duplas para ministrar aulas pautadas no ensino por investigação sobre temas relacionados à termodinâmica. Nesse momento foi iniciado o monitoramento e a descrição dos efeitos da ação até então realizada. Essas aulas seguiram um planejamento e o monitoramento foi direcionado para a identificação de elementos do ensino por investigação nos planejamentos e nas aulas de cada dupla. Foram propostos vários temas relacionados ao estudo da termodinâmica para serem planejados e apresentados pelos estudantes, sendo que cada dupla escolheu a temática de sua preferência, conforme o quadro seguinte.

Alunos	Trabalhos apresentados
P e I	Fenômenos naturais
E e G	A Física na cozinha
D e H	Termômetros
J e M	Máquinas térmicas
L	Refrigeradores
A e B	Propagação do calor
C e F	Coletor solar
N e O	Dilatação térmica

Quadro 4 - Temas dos trabalhos apresentados pelos estudantes.

Antes de iniciar as apresentações, os professorandos entregaram o seu planejamento de aula. Durante a apresentação de aula de uma dupla, os outros participantes receberam uma ficha avaliativa a qual atribuía valores de zero a cinco para diferentes categorias. Ao final de cada apresentação, ocorreu uma pequena discussão enfatizando os pontos positivos e negativos da apresentação. Essa atividade é considerada muito importante, porque os alunos são avaliados constantemente durante um curso de Licenciatura, mas pouca é a ênfase dada ao desenvolvimento da avaliação por parte dos alunos, fator essencial no momento do exercício do magistério. A avaliação tem se revelado como um dos grandes problemas do desenvolvimento do processo pedagógico em várias modalidades de ensino, exigindo reflexões sobre sua importância e a valorização de práticas avaliativas diversificadas.

A ficha avaliativa utilizada pode ser vista a seguir.

NOME: _____ DATA: _____ TÍTULO _____ DA _____ APRESENTAÇÃO: _____	
1. Houve uma introdução do grupo expondo os objetivos da aula?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
2. Usaram esquema organizador que facilitasse o desenvolvimento da aula?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
3. A utilização do experimento ajudou a esclarecer os conteúdos?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
4. Os conceitos físicos foram apresentados corretamente?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
5. Durante a apresentação buscou-se a interação com a turma?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
6. Foram cuidadosos com a apresentação?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
7. Qual a qualidade do material didático utilizado?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
8. Foi realizada a avaliação da aprendizagem?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
9. O grupo recebeu bem as críticas e participaram dos diálogos ao final da apresentação?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
10. Quais os aspectos mais interessantes da apresentação?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

Quadro 5 - Ficha avaliativa utilizada nas apresentações.

No planejamento da aula sobre **Fenômenos Naturais**, os alunos P e I utilizaram como estratégia “demonstrações experimentais investigativas”. Além disso, foram destacadas outras atitudes como: a utilização de um texto de jornal para iniciar a discussão e a avaliação realizada continuamente, perante as respostas dadas pelos participantes às questões feitas sobre o texto lido e sobre a atividade experimental.

O planejamento de aula sobre **A Física na cozinha**, produzido pelos alunos E e G, relacionou a Física com situações típicas do cotidiano do aluno. Seus objetos de investigação foram uma panela de pressão e uma garrafa térmica desmontada. A estratégia pautada em “demonstrações experimentais

investigativas”, atrelada ao tema escolhido, obteve sucesso entre os participantes da aula, de acordo com dados da ficha avaliativa.

Os alunos D e H apresentaram uma aula sobre **Termômetros**. Realizaram a montagem de um termômetro a álcool e levaram outros termômetros para demonstração. Apesar disso, a aula não obteve um caráter investigativo. Os objetos de aprendizagem não foram bem explorados e os poucos questionamentos realizados não estavam relacionados aos termômetros. O planejamento da aula foi muito superficial, sem referências às estratégias que iriam utilizar e sem um direcionamento para etapas citadas. Talvez isso tenha refletido na qualidade da aula dada, que foi uma das mais criticadas pelos participantes por meio da ficha avaliativa.

A aula sobre **Máquinas Térmicas** foi lecionada pelos alunos J e M que se basearam em “demonstrações experimentais investigativas”. A estratégia foi a apresentação de um experimento e a partir dele procuraram estimular a reflexão com questionamentos e orientações, com as quais os participantes explicaram o fenômeno observado. O plano de aula estava coerente, conciso e bem organizado. Realizaram a avaliação da aprendizagem com um pequeno questionário e discutiram as repostas com a turma.

O planejamento de aula produzido pelo aluno L, que teve como tema os **Refrigeradores**, estava confuso e mal escrito. A estratégia para aula foi pautada na utilização de “recursos tecnológicos”, com computador e *data-show*. Diante da postura do aluno L, ficou claro que a aula não foi bem preparada, o que foi verificado na avaliação realizada pelos participantes.

O tema **Propagação do Calor** foi tratado pelos alunos A e B, que conseguiram motivar e surpreender os participantes com as estratégias adotadas. Utilizaram a metodologia do “Laboratório aberto”, com atividades experimentais claras, objetivas e motivadoras. Além disso, os alunos trouxeram um texto retirado do livro do Grupo de Reelaboração do Ensino da Física (GREF), que auxiliou no entendimento dos conceitos explorados. O planejamento contemplou todas as etapas da aula, refletindo no bom desempenho por parte dos alunos.

O **Coletor Solar** foi abordado pelos alunos C e F com clareza e propriedade. Utilizaram estratégias diferenciadas: “demonstrações experimentais investigativas, questões e problemas abertos e recursos

tecnológicos”. Ao final da aula distribuíram questões para os participantes, realizando a avaliação da aprendizagem. O planejamento estava impecável, com a descrição minuciosa de todas as etapas, estratégias e objetivos da aula.

Os alunos N e O abordaram o tema **Dilatação Térmica**. A aula foi iniciada com fatos cotidianos para estimular a discussão. Foram utilizados experimentos sobre dilatação superficial e um texto de apoio, de acordo com os pressupostos de “demonstrações experimentais investigativas”. Pelo planejamento, a pretensão da dupla era construir socialmente o conhecimento, com o máximo de interação entre os participantes, os objetos de aprendizagem e os apresentadores. A avaliação da aprendizagem foi realizada com os participantes, que responderam diferentes questões e trocaram informações sobre os questionamentos respondidos. O plano de aula estava resumido e coerente, contemplando todos os requisitos básicos de um planejamento.

Ao final da última apresentação o professor-pesquisador solicitou aos alunos que fizessem uma avaliação da disciplina perante um questionário. As questões estão no quadro a seguir.

- 1- Quais foram suas principais impressões sobre a disciplina? Destaque os pontos positivos e negativos.
- 2- O que vocês acharam das apresentações dos outros grupos? Essas experiências didáticas, tanto a sua como a dos outros grupos, puderam ajudá-los de alguma forma?
- 3 – Você percebeu alguma relação entre esta disciplina e alguma outra que você já cursou? De que forma elas se relacionam?
- 4 – O que vocês sugerem para as próximas turmas?
- 5 – Qual é a importância da avaliação em sua opinião? Em que (quais) etapas do processo ela deve estar presente?
- 6 – Na sua opinião, para que ensinar Física?
- 7 – Você utilizaria alguns elementos discutidos durante a disciplina em suas futuras aulas como professor de Física? Quais? Por quê?

Quadro 6 - Questões para avaliação do curso.

A análise das respostas dos alunos mostrou que os pontos positivos mais destacados foram: o auxílio para trabalhar com conhecimentos que eles já

possuíam na formatação de planejamentos e de aulas mais produtivas; a nova maneira de avaliar; a apresentação dos trabalhos seguindo as indicações das leituras sobre o ensino por investigação; e as indicações de como lidar com diversas situações durante uma aula.

Alguns alunos perceberam semelhanças com outras disciplinas do curso, como “Oficina de Criação” e “Estágio Supervisionado”. Os estudantes fizeram bons comentários sobre o processo de avaliação, existindo praticamente um consenso de que esta deve estar presente durante todo o processo de ensino. De maneira geral, pode-se dizer que a principal justificativa dada pelos participantes para se ensinar Física é que com ela o mundo que nos cerca fica mais compreensível e menos abstrato.

Em relação a sétima pergunta do questionário final, referente à utilização dos elementos estudados nas futuras aulas dos professorandos, foram destacadas algumas repostas como:

“Todos os experimentos apresentados durante as aulas são válidos para utilizarmos em nossas aulas, todos são muito interessantes.”

“Utilizaria principalmente a ideia do laboratório aberto, pois os alunos têm a oportunidade de investigar o experimento, o que geralmente não é feito em sala de aula.”

“Sim. Utilizaria a história da ciência, experimentos e questões abertas, porque acredito que podem acrescentar no aprendizado e na cultura dos alunos”.

O professor-pesquisador pôde verificar que as atividades realizadas têm a potencialidade de auxiliar os professorandos em suas futuras práticas. Após a análise dos planejamentos de aula e das exposições sobre os temas relacionados à Termodinâmica realizada em sala, concluiu-se que a implementação de elementos do ensino por investigação ocorreu em níveis diferentes para cada grupo, porém esteve presente em todos os trabalhos. Foi verificado que os professorandos pretendem utilizar elementos do ensino por investigação em suas futuras aulas de Física, de acordo com o contexto e o público. O estudo do ensino por investigação trouxe novos horizontes para o trabalho em sala de aula e seu estudo de maneira interativa e prática auxiliou a preencher algumas lacunas existentes na formação de estudantes de

Licenciatura em Física, no que tange a prática de ações didáticas e ao processo de avaliação.

3.2 Investigações iniciais com uma turma de Educação de Jovens e Adultos

Nesta etapa do trabalho, realizada paralelamente à descrita anteriormente, foram iniciadas as investigações com os alunos de uma turma de Educação de Jovens e Adultos, com objetivo de identificar suas principais dificuldades e habilidades que pudessem lhes servir como parâmetro para a construção de uma proposta para o ensino de Física.

O planejamento, com três etapas, apontou para: 1) a elaboração e aplicação de questionários para estudantes de EJA; 2) a elaboração e aplicação de questionários para professores de turmas de EJA; e 3) intervenção no grupo de estudantes, por meio de um trabalho a ser desenvolvido em sala de aula.

3.2.1 Elaboração e aplicação de questionários para estudantes de EJA

De acordo com o planejamento desta etapa do trabalho foi confeccionado um questionário sobre ciências com o qual se pretendeu verificar, de um modo geral, quais eram os conhecimentos dos alunos sobre diferentes temas relacionados às ciências.

A escolha das questões foi feita tendo como base as provas do ENCCEJA, o Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (BRASIL, 2008). O ENCCEJA é uma avaliação voluntária e gratuita ofertada às pessoas que não tiveram a oportunidade de concluir os estudos em idade apropriada para aferir competências, habilidades e saberes adquiridos tanto no processo escolar quanto no extra-escolar.

Após a confecção dos questionários (APÊNDICE 3), foi iniciada a fase de ação, na qual os questionários foram levados até a sala de aula de uma turma do Módulo 1 de PROEJA, referente ao primeiro ano do ensino médio. Inicialmente foram explicados os motivos da aplicação do questionário e enfatizada a importância da participação dos alunos. Os questionários não

exigiam dados pessoais para que os alunos não tivessem a sensação de estarem sendo avaliados. Os alunos tiveram cinquenta minutos para responder o questionário contendo sete questões, sendo cinco de múltipla escolha e duas discursivas.

As respostas foram classificadas em corretas, parcialmente corretas (somente para as duas últimas questões que eram discursivas), erradas e não sei a resposta. Durante a explanação inicial foi pedido aos alunos para não escolherem aleatoriamente uma resposta quando não soubessem e assinalassem o item “não sei a resposta”. Os resultados das respostas dadas ao questionário de exatas podem ser vistos no gráfico a seguir:

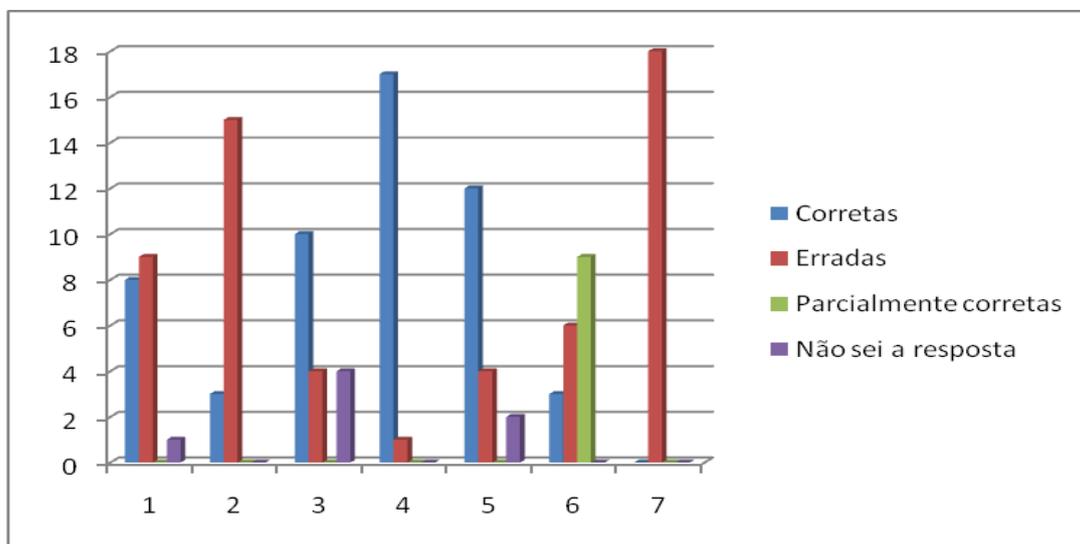


Figura 2 - Resultados quantitativos das respostas dos alunos de PROEJA ao questionário.

A primeira questão tratava de um procedimento conhecido por todos aqueles que já cozinham um dia, o de mexer alimentos numa panela. O objetivo da questão foi verificar se os alunos sabiam diferenciar isolantes de condutores térmicos. Apesar de parecer simples, a questão obteve mais resultados negativos do que positivos. As respostas erradas e assinaladas com “não sei a resposta” foram considerados resultados negativos. Constatou-se uma deficiência em relação a conceitos básicos de termodinâmica.

A segunda questão, também de múltipla escolha, foi para verificar se os alunos sabiam por que ocorrem os dias e as noites em nosso planeta. A questão obteve um alto índice de repostas erradas com apenas três respostas corretas. Alguns alunos assinalaram a alternativa: “O sol gira em torno da

Terra”, mostrando uma visão geocêntrica de nosso sistema solar, ultrapassada há séculos.

A terceira questão obteve índices satisfatórios de acertos, com uma marca de dez respostas corretas entre os 18 participantes. A questão tratou da forma de produção de energia elétrica que mais se adequava ao perfil de cada uma das regiões brasileiras. Associou-se esse número de acertos ao destaque que o tema tem tido na mídia e no interesse local por concursos em empresas exploradoras de recursos energéticos.

A quarta questão abordou o diabetes e as taxas de glicose presentes em uma determinada quantidade de sangue. A questão trazia uma tabela com diferentes taxas de glicose em um grupo de indivíduos. O intuito da questão foi verificar se os alunos sabiam fazer a análise de uma tabela perante valores pré-determinados. A questão obteve o maior índice de acertos com 17 respostas corretas.

A quinta questão tratou do fenômeno envolvendo o ciclo da água. A questão pretendia verificar se os alunos sabiam diferenciar os conceitos de evaporação, transpiração, condensação e precipitação. Foi constatado que a maioria dos alunos possuía conhecimentos sobre o assunto, com 12 respostas certas.

A sexta questão tratava da temperatura máxima e mínima em dois dias diferentes. Os alunos deveriam verificar qual dos dias obteve a maior média de temperaturas. As respostas condizentes ao dia correto que não apresentavam cálculos foram consideradas parcialmente corretas. Foi verificado que os alunos possuem dificuldades em realizar contas simples, obtendo apenas três respostas com os cálculos corretos. A maioria dos alunos não fez os cálculos e muitos deles perguntaram, após o término do trabalho, como a questão deveria ser feita. A dificuldade matemática ficou bastante explícita.

A sétima questão abordou o eclipse solar e pretendia saber em qual fase da lua era possível que o fenômeno ocorresse. A questão obteve 100% de respostas erradas, evidenciando que o assunto era desconhecido pelos alunos.

A análise dos resultados da ação mostra em síntese que os estudantes possuem carências específicas no que tange a interpretação de textos, visto que vários foram os questionamentos sobre o significado das questões, explicações de acontecimentos cotidianos e cálculos matemáticos simples. A

avaliação dos resultados serviu como elemento orientador para o nivelamento dos conteúdos que poderiam vir a ser trabalhados com esses alunos.

3.2.2 Elaboração e aplicação de questionários para professores de turmas de EJA

De acordo com o planejamento, o pesquisador elaborou um questionário a ser respondido por professores de Física que trabalhassem com turmas de EJA, em diferentes instituições de ensino da cidade de Campos dos Goytacazes. Os questionários tinham como objetivo descobrir com mais propriedade as principais dificuldades apresentadas por alunos de EJA e as estratégias de ensino que os professores consideravam mais positivas para o trabalho com tais grupos. Os questionários foram elaborados no formato *Lickert*, no qual são atribuídos graus de concordância ou discordância para cada uma das situações questionadas.

Dois professores de Física, que não fariam parte dos futuros pesquisados, que lecionam para turmas de EJA, responderam inicialmente os questionários de modo que fosse verificada sua clareza, objetividade e adequação. Após alguns ajustes e correções foi iniciada a fase de ação desta etapa do trabalho, na qual o questionário foi levado à diferentes escolas de cidade de Campos dos Goytacazes e respondido por 16 professores de Física que lecionam para turmas de EJA ou PROEJA. Entre eles, apenas oito são Licenciados em Física, sendo que o restante tem formação em matemática, biologia e química e atuam como professores em regime de designação temporária.

Na sequência serão apresentadas as questões aplicadas aos professores e descritos os efeitos dessa ação, a partir da análise das repostas dadas pelos mesmos.

A) Dentre as possíveis **dificuldades** para o trabalho com suas turmas de EJA/PROEJA, adote 1 para fator que gera pouca dificuldade e 5 para fator que gera muita dificuldade:

Falta de habilidades de leitura dos alunos	1	2	3	4	5
Falta de habilidades de escrita dos alunos	1	2	3	4	5
Falta de conhecimentos matemáticos dos alunos	1	2	3	4	5
Número reduzido de aulas semanais	1	2	3	4	5
A frequência dos alunos nas aulas	1	2	3	4	5
Infraestrutura escolar disponível (vídeos, livros, computadores, laboratórios, etc.)	1	2	3	4	5
O interesse do aluno pela disciplina	1	2	3	4	5
Outro:					

A análise das respostas dadas pelos professores para a questão mostrou que o fator que mais gera dificuldade para o trabalho com turmas EJA/PROEJA é a falta de conhecimentos matemáticos seguido da falta de habilidades de leitura e do número reduzido de aulas semanais. Esses fatores apontam para a necessidade do desenvolvimento de propostas que estimulem a leitura e que não sejam demasiadamente dependentes de formalismo matemático, como geralmente se dá o ensino de Física em boa parte das escolas brasileiras. A infraestrutura da escola e o interesse dos alunos pela disciplina foram os itens menos pontuados aparecendo como fatores que geram menos dificuldade no trabalho com as turmas.

B) Atribua valores de um a cinco para classificar a frequência de sua **utilização**, perante as diferentes estratégias descritas a seguir, em aulas com turmas EJA/PROEJA (Adote 1 para nenhuma utilização e cinco para utilização frequente).

Atividades de história da ciência	1	2	3	4	5
Exposições baseadas no livro didático	1	2	3	4	5
Atividades experimentais	1	2	3	4	5
Textos e artigos científicos	1	2	3	4	5
Recursos tecnológicos	1	2	3	4	5
Jogos e atividades lúdicas	1	2	3	4	5
Outro:					

Essa questão objetivou identificar quais estratégias estavam sendo mais utilizadas por esses professores com suas turmas de EJA/PROEJA. Após a análise das respostas foi verificado que a predominância está nas exposições baseadas no livro didático, seguida da utilização de recursos tecnológicos. Na sequência, aparecem empatadas a utilização de atividades experimentais e de jogos e atividades lúdicas. Atividades utilizando a história da ciência estão entre as menos utilizadas por pelos professores. Uma professora destacou que utiliza de mapas conceituais com suas turmas de EJA.

Verificamos que as atividades que requerem menor rigor matemático, como a história da ciência e as atividades experimentais, não estão entre as mais utilizadas por esses professores. Este resultado aponta para a necessidade de maior incentivo e capacitação, durante a formação inicial, para utilização de atividades experimentais para ensinar Física.

C) Dentre as diferentes estratégias de ensino descritas a seguir, atribua valores de um a cinco de acordo com a **importância** que você dá para a utilização das mesmas no ensino de ciências (Adote 1 para nenhuma importância e 5 para muita importância).

Atividades de história da ciência	1	2	3	4	5
Textos e artigos científicos	1	2	3	4	5
Exposições baseadas no livro didático	1	2	3	4	5
Atividades experimentais	1	2	3	4	5
Jogos e atividades lúdicas	1	2	3	4	5
Recursos tecnológicos	1	2	3	4	5
Outro:					

O propósito da questão foi verificar qual importância eles atribuem para cada uma das estratégias anteriores. A utilização de recursos tecnológicos foi considerada a estratégia mais importante, seguida de atividades experimentais. As consideradas menos importantes foram exposições com o livro didático e atividades de história da ciência. Este é um dado interessante, visto que apesar de considerar as atividades experimentais uma das mais importantes, elas não estão entre as mais utilizadas e, apesar de considerarem as exposições com o

livro didático uma das menos importantes, ela aparece como uma das mais utilizadas.

D) Qual é o seu grau de **segurança** (conhecimentos e habilidades) para trabalhar com atividades experimentais no ensino de Física? (adote 1 para nenhuma segurança e 5 para segurança plena).

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Nessa questão foi verificado que os professores se sentem bastante seguros para trabalhar com atividades experimentais, sendo que cerca de trinta por cento dos pesquisados assinalaram que tem segurança plena.

E) Avalie o grau de **acesso** que você tem a artigos com propostas de aulas experimentais (adote 1 para nenhum acesso e 5 para muito acesso).

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Os professores declararam que possuem bons acessos a artigos com propostas experimentais, com todas as classificações acima do valor médio da escala.

F) Avalie a sua **disponibilidade de tempo** para preparar aparatos experimentais ou atividades em laboratório (adote 1 para pouquíssimo tempo e 5 para muito tempo).

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Os professores declararam possuir pouco tempo para a preparação de atividades experimentais. Seis professores declararam possuir pouquíssimo tempo e apenas um professor declarou possuir bastante tempo para esse trabalho.

G) Avalie a **disponibilidade de laboratórios ou de materiais experimentais** no colégio em que leciona (adote 1 para nenhuma disponibilidade e 5 para muita disponibilidade).

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

A disponibilidade de laboratórios é acima da média, sendo que seis professores declararam uma disponibilidade grande de laboratórios. Em contra partida, dois professores declararam não possuir nenhuma disponibilidade de laboratórios e materiais experimentais em seus locais de trabalho.

H) Você já participou de cursos de capacitação/formação continuada para professores de Física? () Sim () Não

Se a resposta foi sim, quantos cursos? Lembra-se dos temas?

Entre os dezesseis professores entrevistados, dez participaram de cursos de formação continuada ou de capacitação relacionados a temas como: Estratégias de Ensino de Física, Avaliação no Ensino de Física, Inserções de Física Moderna no Ensino Médio, História e Filosofia da Ciência, Cursos de Extensão do Cederj (óptica, eletricidade, mecânica, termologia), Projeto EVA, Utilização de objetos de aprendizagem de matemática e ciências, Difração de Raios-X, A Terra e o Espaço, entre outros.

Com as respostas, o pesquisador verificou que apenas um professor fez um curso relacionado à história e filosofia das ciências e que nenhum deles fez cursos relacionados à utilização de atividades experimentais em sala de aula.

Fazendo uma breve compilação dos dados é possível constatar que os professores consideraram a utilização de atividades experimentais uma estratégia de alto grau de relevância para ser trabalhado com a EJA. Além disso, eles afirmaram que se sentem seguros para o trabalho com atividades experimentais, possuem acesso a artigos sobre o assunto e possuem certa disponibilidade de materiais experimentais no colégio em que lecionam. Mesmo com todo esse cenário, a maioria praticamente não utiliza atividades experimentais em suas aulas.

Constatou-se que os principais entraves para o ensino de Física para a EJA estão relacionados à falta de conhecimentos matemáticos, à falta de habilidades de leitura dos alunos e ao número reduzido de aulas semanais, fatores que dificultam um melhor andamento da disciplina e o acompanhamento do desenvolvimento dos estudantes.

3.2.3 Intervenção inicial na EJA

De acordo com o planejamento, seria realizada uma intervenção em uma turma de EJA. O pesquisador realizou essa etapa em um grupo de PROEJA, com os mesmos estudantes que responderam o questionário descrito no item 3.2.1. Como a turma só possuía duas horas de aulas semanais de Física, o pesquisador combinou com o professor que realizaria uma intervenção em algum momento do curso, tratando algum assunto de maneira diferenciada daquela que o professor vinha trabalhando. O tema proposto para o trabalho com os alunos foi “Força e Pressão”. Diante do tema e da dificuldade dos alunos de trabalharem com formalismos matemáticos, o pesquisador realizou um trabalho com atividades experimentais, desenvolvidas numa perspectiva sócio-interacionista.

Pesquisas recentes dão destaque à utilização de atividades experimentais em sala de aula dos mais variados níveis de ensino desde que se tenha uma estratégia de ensino pré-definida para ser trabalhada com os alunos (BARREIRO E BAGNATO 1992; GASPAR 1993; MONTEIRO e TEIXEIRA, 2004; AMORIM *et al.*, 2001; ARAÚJO e ABIB, 2003; ASSIS e CHAIB, 2007; ERTHAL e LINHARES, 2008; BOSS *et al.*, 2010).

Diante disso, o pesquisador confeccionou dois aparatos experimentais que se somaram a um terceiro (industrializado) para poder iniciar os trabalhos. Os aparatos utilizados foram: um elevador hidráulico, uma minicama de pregos e uma mesa de forças.

O elevador hidráulico foi constituído por duas seringas de tamanhos diferentes, fixadas sobre uma base de madeira e ligadas por um tubo de plástico. O elevador hidráulico confeccionado pode ser visto na figura seguinte.

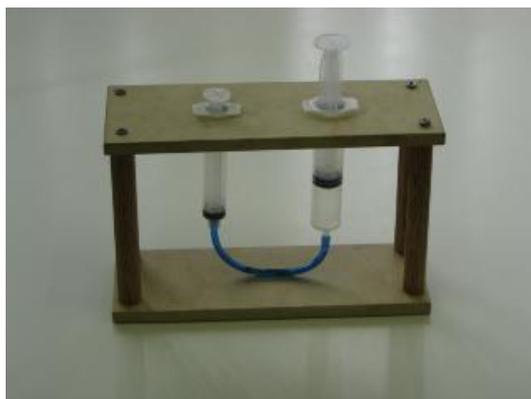


Figura 3 - Elevador Hidráulico.

A minicama de pregos foi feita com 441 pregos, com distância de um centímetro um do outro, com quatro pilares como guia para uma placa móvel de compensado, sobre a qual foi possível adicionar alguns objetos. Utilizou-se uma bexiga entre os pregos e a placa móvel de compensado para facilitar a visualização do que ocorre durante a atividade.

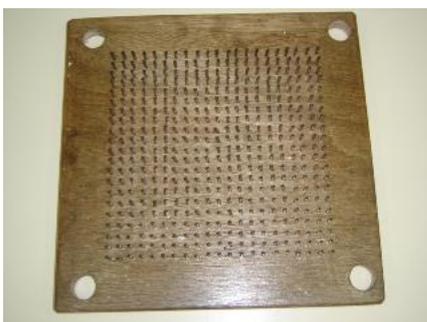


Figura 4 - Base da minicama de pregos.



Figura 5 - Conjunto da minicama de pregos.

A mesa de força sustentada por três apoios e uma base circular com uma escala angular desenhada foi produzida pela PASCO. Para sua utilização foram necessárias três roldanas móveis, linhas, e diferentes massas. O aparato experimental da mesa de força pode visto na figura seguinte.



Figura 6 - Mesa de Forças.

A fase de ação dessa etapa foi iniciada dentro de sala de aula. Inicialmente o pesquisador pediu para que os alunos sentassem em círculo e ficassem à vontade para interagir durante o processo.

O pesquisador pediu para que os alunos amassassem uma folha de papel com uma das mãos e perguntou a eles o que era necessário fazer para amassar o papel. Depois, o pesquisador pediu para que dois alunos chutassem a bolinha de papel um para o outro e novamente questionou o que eles deviam fazer para desviar a trajetória da bolinha. Após algumas correções perante as respostas dos alunos foi possível definir “Força” como um agente capaz de causar deformação e de alterar a trajetória de um corpo.

Em seguida, o pesquisador mostrou como manipular o elevador hidráulico e pediu para que eles experimentassem e dissessem em qual das duas seringas era necessário aplicar menor força para empurrar o êmbolo até o final. A maioria respondeu que era mais fácil empurrar a seringa menor. Foi então questionado se alguém sabia explicar por que era mais fácil empurrar a seringa menor do que a maior, porém não foram obtidas respostas. Nesse momento, o pesquisador iniciou o trabalho com a cama de pregos e perguntou se alguém teria coragem de sentar nela. Uma aluna se manifestou e sentou sobre os pregos. Apesar de alguns alunos acharem que ela poderia se machucar, a aluna disse que sentia apenas algumas pontas de pregos, mas não a ponto de machucá-la. O pesquisador perguntou por que ela não se machucou e alguns alunos associaram o ocorrido ao fato da garota ser “magra”. Um rapaz “gordinho” foi convidado para experimentar e verificar se a hipótese dada pelos colegas estava correta, mas ele não aceitou.

O pesquisador iniciou a estratégia de utilização desse aparato enchendo uma bexiga e a pressionando contra um prego, fazendo com que ela estourasse. Perguntou aos estudantes se ela estouraria ao encostar-se a vários pregos. A maioria dos alunos disse que sim. Para testar tal ideia, o pesquisador encheu outra bexiga e a colocou sobre os pregos. Vagarosamente, e sob a orientação do pesquisador, os estudantes foram colocando seus cadernos sobre a placa móvel de compensado que se situava sobre a bexiga. Os alunos não entenderam o que estava ocorrendo e ficaram abismados quando colocaram mais cadernos sobre a bexiga e a mesma não estourava.

O pesquisador conduziu a conversa de modo que os alunos atentassem para o contato da bexiga com os pregos, até que um aluno conseguiu verificar que a área de contato aumentava ou diminuía de acordo com os cadernos adicionados ou retirados. O pesquisador questionou do que dependia a pressão sobre a bexiga e depois de alguns comentários sobre a ponta dos pregos, a massa dos cadernos e o material que a bexiga era feita, concluiu que a pressão naquele caso dependia da força exercida pelo peso dos cadernos sobre a bexiga e da sua área de contato com os pregos. Nesse momento foi possível evidenciar que a pressão é diretamente proporcional à força e inversamente proporcional à área. Um comentário interessante de um dos alunos foi:

“Mesmo aumentando a massa com caderno ela não estoura porque a área de contato aumenta”.

A etapa seguinte foi tratar forças como grandezas vetoriais. O pesquisador utilizou exemplos como um “cabo-de-guerra” entre um menino de 50 Kg e um halterofilista de 90 Kg. Depois de algumas perguntas e comentários foi possível falar sobre o módulo, direção e sentido de uma força. Definidas as três características intrínsecas a uma grandeza vetorial, foi iniciado o trabalho com as mesas de força. O pesquisador ensinou os alunos a trabalharem com as mesas e pediu para que colocassem duas roldanas fixas, estando a primeira com cem gramas de massa na posição 0° e a segunda com uma massa de 50 gramas numa posição aleatória, escolhida por eles. A terceira roldana estava livre para ser movimentada e os alunos deviam colocar certa quantidade de massa e encontrar uma determinada posição na qual o sistema comum as três

roldanas ficasse em equilíbrio. O equilíbrio entre as três linhas que passavam pelas roldanas era estabelecido quando o nó que as unia ficava sobre uma pequena região central na mesa de forças.

Um dos grupos, ao manipular livremente as roldanas, percebeu que se colocassem três massas iguais, o equilíbrio estaria estabelecido para ângulos de 120° entre as forças. O pesquisador pediu para que eles explanassem sua descoberta para os outros grupos.

Ao final do trabalho com a mesa de forças, o pesquisador pediu aos alunos para que fizessem uma representação da situação de equilíbrio em uma folha de papel que continha impresso o desenho da parte superior da mesa de forças, e que tentassem explicar porque o equilíbrio foi estabelecido para aquela configuração.

Algumas respostas dadas pelos grupos de alunos podem ser vistas a seguir:

“A conclusão que chegamos é que a união de duas forças deram o equilíbrio a uma força maior”.

“Chegamos à conclusão de que para achar a força resultante da massa que está posicionada no 0° tivemos que movimentar as outras duas forças que estão posicionadas no 105° e a outra no 260° , ou seja, a soma das duas forças é equivalente a força que está fixa no 0° ”.

“O somatório das duas forças tentando equilibrar uma terceira força produzirá uma força resultante de mesmo valor no sentido contrário ao da força que está se tentando equilibrar”.

A seguir foi apresentado um dos desenhos feitos, por um dos grupos, na folha com o desenho da parte superior da mesa de forças, representando o equilíbrio das forças.

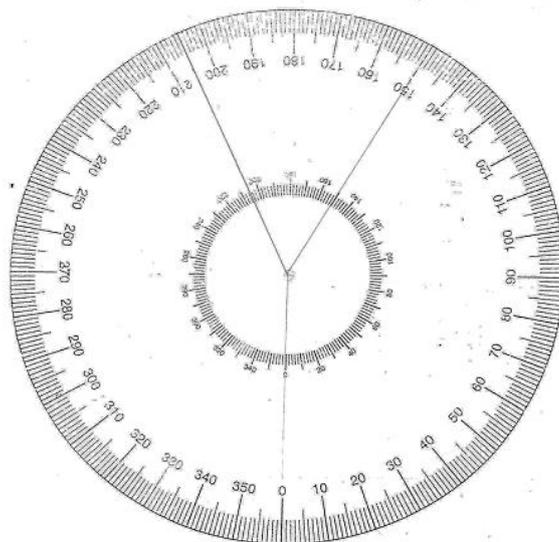


Figura 7 - Representação da mesa de forças feita pelos alunos.

O monitoramento dessa etapa ocorreu durante a própria fase de ação, na qual o pesquisador observou as atitudes e comentários dos estudantes durante a atividade. As respostas dadas pelos estudantes, assim como as representações feitas no desenho da figura anterior, também auxiliaram a verificar os efeitos da ação.

A avaliação dos resultados dessa ação se mostrou positiva, uma vez que houve bastante interesse e participação dos alunos durante o processo. Foi verificado que a utilização de atividades experimentais, subsidiada pelas ideias presentes na teoria de Vygotsky, apareceu como uma alternativa interessante para a discussão de temas relacionados à Física em turmas de EJA.

3.3 Consolidação dos resultados dos trabalhos voltados para EJA

As investigações descritas anteriormente, direcionadas para o público de EJA se ancoraram em três etapas. Analisando e relacionando os resultados de cada uma delas, verifica-se que os alunos possuem dificuldades com cálculos matemáticos e que possuem carências específicas para a interpretação de textos.

Outro importante fator a ser destacado é o número reduzido de aulas semanais, o que mostra a necessidade da reorganização dos conteúdos a

serem discutidos com esse público, assim como da maneira através da qual os conteúdos serão expostos.

Apesar do cenário positivo para a utilização de atividades experimentais em aulas de Física, declarado pelos professores de Física de turmas de EJA, pouquíssimos são os que se apropriam das mesmas em suas aulas.

Ficou claro que uma aula fora dos padrões tradicionais, na qual os alunos são estimulados a participarem do processo de ensino e da construção do conhecimento a partir da interação com outros sujeitos, é uma alternativa interessante para ser trabalhada com alunos de EJA. O pesquisador acredita que esse tipo de prática pedagógica deve ser mais realizada e incentivada entre os alunos dos cursos de licenciatura, para que não fiquem somente na aprendizagem de teorias pedagógicas, e sim que as incorporem e as coloquem realmente em prática antes da chegada nas escolas.

3.4 Considerações finais sobre o reconhecimento da situação

Na fase inicial deste trabalho, o pesquisador conseguiu se inserir em um grupo de professorandos, com encontros semanais por meio de uma disciplina obrigatória da grade do curso de Licenciatura em Física, e realizou ações pontuais no grupo de EJA, por meio de uma atividade didática durante uma aula cedida pelo professor da turma.

Com isso o pesquisador pôde aprofundar seus conhecimentos sobre o ensino por investigação e conhecer um pouco mais sobre a realidade presente no processo de ensino para turmas de EJA. Sem dúvida, a reflexão sobre esses conhecimentos irá auxiliar para o planejamento de práticas futuras.

Após o trabalho com a turma da Licenciatura em Física, foi verificado que eles se sentem bastante à vontade e mostram interesse na utilização de atividades experimentais como recurso motivador para o ensino de Física. Além disso, foi verificado que o trabalho com atividades experimentais aparece como uma alternativa interessante para a discussão de tópicos de Física para turmas de EJA. Em contra partida, constatamos que a maioria dos professores de turmas de EJA em Campos dos Goytacazes não utiliza atividades experimentais em suas aulas, mesmo que em boa parte dos casos se sintam seguros, possuam equipamentos e tenham acesso a leituras sobre o assunto.

Em vista disso, novas questões surgiram:

- Seriam as aulas de laboratório de Física, as quais são a base do ensino experimental durante a formação profissional, tão desinteressantes e desestimulantes, a ponto de os professores de EJA pesquisados não terem interesse em trabalhar nessa perspectiva?

- Como o pesquisador poderia auxiliar na prática de futuros professores em relação ao trabalho em laboratórios de ensino?

- De que maneira o trabalho pode ser desenvolvido dentro dos laboratórios?

Tais questões se tornaram o ponto de partida para uma nova investigação, a qual será descrita no capítulo seguinte.

PRIMEIRO CICLO: DESVENDANDO CARACTERÍSTICAS DO ENSINO DE FÍSICA EXPERIMENTAL DURANTE A FORMACAO INICIAL

Para tentar responder as questões que surgiram ao final da etapa anterior deste trabalho, foram realizadas duas novas investigações com o público da formação inicial de professores de Física. Durante o segundo semestre letivo do ano de 2009, foi realizado um trabalho com duas turmas do curso de Licenciatura em Física da UENF, com o intuito de verificar como os alunos reagiriam às diferentes estratégias em aulas no laboratório, diagnosticar as principais dificuldades dos alunos perante o trabalho experimental e aprofundar os conhecimentos sobre a prática de laboratório.

As turmas estavam cursando o segundo e o quarto períodos do curso e as disciplinas lecionadas pelo professor-pesquisador foram Laboratório de Mecânica e Laboratório de Ondulatória. Em ambas as turmas, o trabalho em sala de aula passou por várias etapas, evoluindo a cada semana, de modo que a capacidade dos alunos de realizarem experimentos sob diferentes perspectivas pudesse ser verificada. Todas as semanas, os alunos redigiam um relatório sobre a atividade realizada e entregavam na semana seguinte. Os relatórios, assim como as observações das atitudes dos estudantes no laboratório, foram fundamentais para a análise da ação realizada.

Neste capítulo está descrito todo o trabalho realizado com esses grupos, sendo que os resultados desta etapa foram fundamentais para a elaboração da etapa seguinte desta investigação.

4.1 A turma de Laboratório de Mecânica

Esta turma era inicialmente composta por vinte e um estudantes, sendo que dois abandonaram a disciplina na terceira semana de aula. Cabe salientar que os dois alunos faziam parte do Plano Nacional de Formação dos Professores da Educação Básica, que é direcionado a professores em exercício nas escolas públicas estaduais e municipais sem a formação adequada à LDB, e que oferece cursos superiores públicos, gratuitos e de

qualidade. O restante dos alunos fazia parte de uma turma regular de segundo período do curso de Licenciatura em Física.

O planejamento deste ciclo foi direcionado para o trabalho de atividades e estratégias diferenciadas nas práticas de laboratório com intuito de verificar quais se apresentavam positivas para um trabalho mais eficiente, do ponto de vista educativo. Durante treze encontros semanais ao longo do semestre foram trabalhadas nove atividades experimentais desenvolvidas de maneiras diferenciadas.

A fase de ação deste primeiro ciclo condiz com as atividades que foram desenvolvidas dentro dos laboratórios, sendo que o monitoramento de seus efeitos foi realizado em consonância com o processo de ação. Logo na primeira aula, em ambas as turmas, foi iniciada a primeira etapa investigativa com a aplicação de um questionário que objetivou identificar as visões de ciências predominantes no grupo de estudantes e fazer uma discussão com os participantes sobre a temática, de modo que eles pudessem atentar para a importância e a influência que a visão de ciência de um professor pode ter na formação de seus alunos. O questionário teve como base o VNOS, *Views of Nature of Science*, desenvolvido por Lederman e colaboradores (LEDERMAN *et al.*, 2002), a partir do qual foi feita uma adaptação, contendo nove questões. Dos vinte e um estudantes matriculados na turma de Mecânica participaram apenas dezessete e, da turma de ondulatória, os onze matriculados participaram, totalizando vinte e sete participantes, que tiveram uma hora para responder as questões.

Em síntese, a análise dos resultados, baseada nos trabalhos de GIL-PÉREZ e colaboradores (2001) mostrou que concepções empírico-indutivistas, aproblemáticas e ahistóricas das ciências estão presentes em quase todas as questões, sobressaindo em algumas delas. Três questões tiveram boas aproximações de concepções epistemológicas contemporâneas, o que mostra o amadurecimento dos alunos perante algumas temáticas. Ao final da análise, o professor-pesquisador discutiu os resultados com os professorandos e fez apontamentos sobre a necessidade da evolução e aprimoramento em suas visões de ciências. O questionário e a análise das repostas estão apresentadas no apêndice 4.

A primeira atividade experimental trabalhada com o grupo de alunos foi “Medidas e Erros”, desenvolvida de maneira mais tradicional, com uma explanação sobre a teoria de erros, aparelhos de medição e indicação da leitura de um texto complementar. O experimento foi realizado com base em um roteiro com passos pré-definidos, no qual o aluno apenas pensa em concluir as etapas necessárias para a coleta de dados. Nessa atividade foi possível perceber que os alunos não estavam acostumados a realizar trabalhos experimentais, mesmo tendo um roteiro com passos que orientavam a prática.

A segunda atividade em laboratório foi “Mesa de Forças”. Nesta aula, a parte teórica envolvida no experimento foi trabalhada seguindo indicações da teoria de Vygotsky, utilizando questionamentos e desafios para que os alunos conseguissem através da troca de significados elaborar os conceitos necessários para a realização daquele experimento. Já a parte experimental foi realizada novamente com o auxílio de um roteiro pré-definido. O professor-pesquisador percebeu que os alunos participaram mais da aula, sendo que três deles, particularmente, opinaram bastante sobre os questionamentos feitos pelo professor-pesquisador. Após a troca de significados inicial, os estudantes demonstraram mais facilidade e confiança para realizarem a prática seguindo o roteiro.

A terceira atividade experimental foi “Movimento Retilíneo Uniforme”. Nesta aula, o professor-pesquisador repetiu os mesmos procedimentos utilizados na aula anterior, porém antes de entregar os roteiros para os alunos, eles já haviam criado um modelo para a realização do experimento, visualizando o material que estava sobre as bancadas e respondendo aos questionamentos do professor-pesquisador. Foi verificado que eles conseguiram elaborar um modelo bem parecido ao descrito no roteiro, após descobrirem a utilidade de certos aparatos, como os *photogates* (sensores para medição de tempo) e o trilho de ar.

A quarta atividade experimental foi “Movimento Uniforme Acelerado”. Esta aula foi iniciada com uma situação problematizadora sobre a queda dos corpos que pode ser vista no quadro a seguir. A teoria foi discutida a partir da distribuição, leitura e discussão de um texto de apoio sobre a problemática que envolveu a queda dos corpos com o passar dos tempos (APÊNDICE 5), seguido de um experimento simples com queda de materiais de mesma massa,

porém com áreas diferentes, assim como com mesmas áreas de contato e com massas diferentes. Foram utilizadas folhas de papel abertas e amassadas e embalagens de filmes fotográficos contendo massas diferentes.

Queda dos corpos – Visões iniciais

Nome:

Data:

Turma: Mecânica

Dois alunos do curso de Licenciatura em Física estavam discutindo, após uma aula de mecânica, a queda dos corpos sob diferentes pontos de vista, sendo que um tentava convencer o outro que tinha razão.

João: Um corpo com maior peso cai mais rápido que um corpo com menor peso, quando largados de uma mesma altura. Eu posso provar isso largando uma pedra e uma rolha. Percebeu como a pedra chegou antes? Viu como tenho razão?!

Paulo: Eu discordo! Posso deixar uma folha de papel aberta e esticada cair e em seguida soltar da mesma altura uma mesma folha, porém amassada que esta chegará primeiro ao chão. Como isso é possível se o peso da folha amassada ou esticada é o mesmo? De acordo com sua ideia deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!

1 - Com qual dos alunos você concorda? Justifique.

2 - Imagine que você tem que provar o que está dizendo na resposta anterior, e que uma maneira interessante seria medir o tempo de queda dos corpos. Porém, imagine que você está no século XVI, numa época em que não existiam relógios como os que conhecemos atualmente para fazer essa medição. Como você realizaria a medida do tempo sem ter um relógio à mão?

3 - Como você provaria seu ponto de vista sem precisar medir o tempo de queda dos corpos?

Quadro 7 - Problematização sobre a queda dos corpos.

Participaram da aula e, conseqüentemente, da estratégia investigativa dezoito estudantes. A análise das respostas dadas pelos alunos à situação apresentada mostrou que a maioria deles possui ideias adequadas a respeito da queda dos corpos, porém não demonstraram muitos conhecimentos sobre os possíveis procedimentos adotados por Galileu para realizar tal experimento.

Os resultados para a primeira questão da situação problematizadora podem ser vistos na figura seguinte.

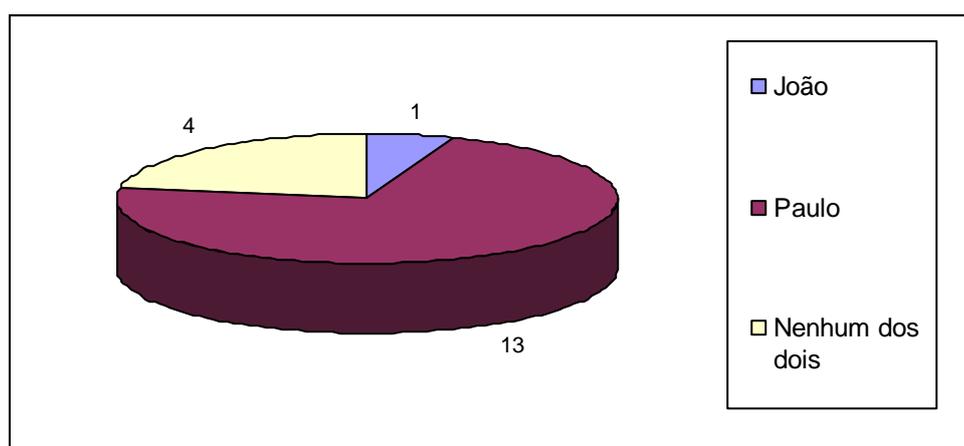


Figura 8 - Quantitativo das respostas da primeira questão sobre a queda dos corpos.

Apenas um aluno apresentou a ideia de que a queda dos corpos está relacionada com o peso dos mesmos. Quatro alunos não concordaram nem com João e nem com Paulo, porém as discordâncias de dois dos alunos foram justificadas pelo fato de Paulo ter falado em peso e não em massa. Vale salientar que dois dos estudantes acreditam que a área de contato é que influencia na queda dos corpos. A maioria dos participantes, num total de treze alunos, concorda com as ideias de Paulo. Algumas repostas podem ser vistas a seguir:

“Concordo com Paulo, pois como nós sabemos a gravidade atua em todos os corpos do mesmo jeito, porém no nosso planeta existe o ar, que exerce resistência sobre os corpos de maneira diferente dependendo da área de cada objeto.”

“Eu concordo com o Paulo, pois na queda de um corpo existe uma força muito importante atuando que é a resistência do ar. Assim, quanto maior for a

área de contato do objeto, maior a resistência que o ar imprime ao seu movimento de queda.”

Uma resposta possui um caráter bastante contraditório, pois o aluno disse que as folhas deveriam cair ao mesmo tempo, porque possuem a mesma massa, o que nos dá ideia de que em seu pensamento corpos com massas diferentes teriam tempos de queda diferentes. Apesar disso, o aluno concordou com Paulo e fez referências a resistência do ar.

“Concordo com o segundo aluno. Se realmente as folhas têm o mesmo peso, elas deveriam cair com o mesmo tempo. Apesar da pergunta sabemos que esse fenômeno é devido à resistência do ar.”

A segunda questão desta situação obteve diversificadas respostas, com referência a pêndulos e ampulhetas, como pode ser visto na figura a seguir.

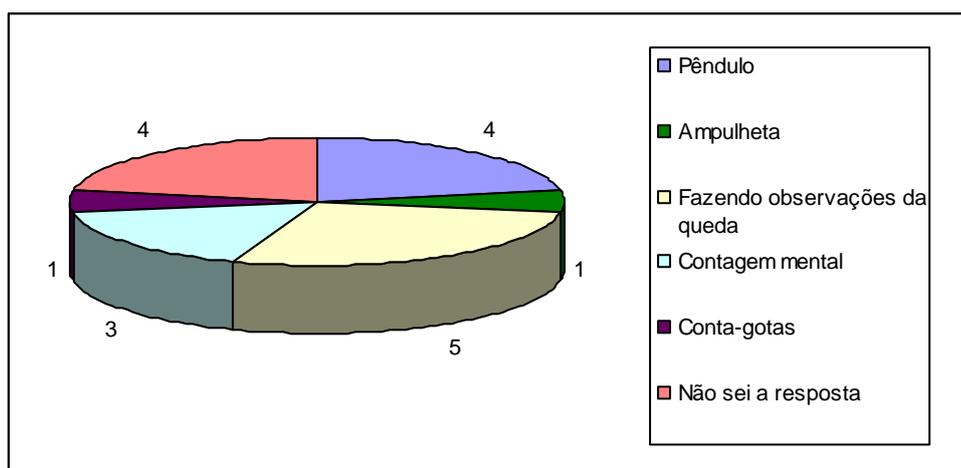


Figura 9 - Quantitativo das respostas da segunda questão sobre a queda dos corpos.

A terceira questão trouxe à tona vários modelos criados pelos alunos, sendo que a maioria deles realizaria o mesmo experimento feito por Paulo no texto da situação problematizadora. As respostas dadas podem ser visualizadas na figura a seguir.

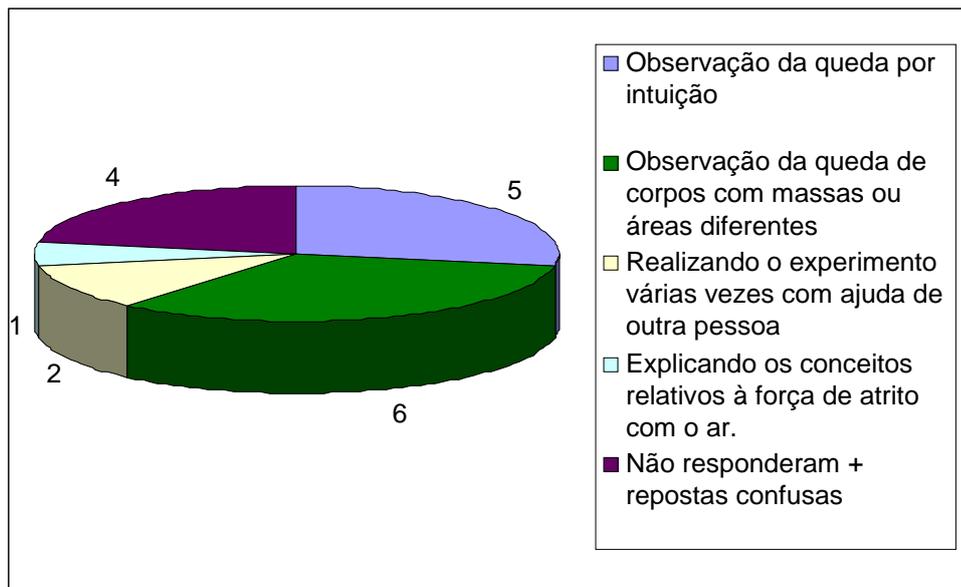


Figura 10 - Quantitativo das respostas da terceira questão sobre a queda dos corpos.

Após as atividades, os alunos realizaram uma prática experimental simulando o plano inclinado de Galileu, utilizando trilho de ar, carrinhos com diferentes massas e *fotogates*.

Cabe salientar que após a correção e análise dos relatórios feitos por pelos alunos, o professor-pesquisador constatou que os textos relatavam mais informações a respeito da história do experimento ou do cientista que o realizou do que os relatórios anteriores, mostrando que a utilização de aspectos históricos durante a discussão em sala de aula despertou o interesse dos alunos a pesquisarem sobre o tema.

A quinta atividade experimental trabalhada em sala foi intitulada “Força e Movimento”. Nesta aula foi realizada uma atividade investigativa por parte dos estudantes. Inicialmente, eles não tinham ideia do que seria realizado naquele dia, mas já conheciam todos os equipamentos que estavam sobre a bancada. A função de cada um dos equipamentos foi questionada pelo professor-pesquisador, que direcionou as respostas para um contexto mais adequado. O professor-pesquisador fez a montagem em uma das bancadas e realizou a coleta de dados uma única vez. A partir daí, os alunos foram questionados sobre quais tópicos de mecânica poderiam ser estudados perante a situação apresentada. Após algumas discordâncias entre os grupos sobre o tema central daquele experimento, e de intervenções do professor-pesquisador, chegou-se a um consenso e os roteiros foram distribuídos. Nessa prática, o

objetivo foi verificar se os alunos conseguiriam fazer associações entre os materiais de laboratório, a coleta de dados e os conceitos físicos. Foi possível verificar que essa forma de trabalho estimula o pensamento crítico e a troca de significados entre os participantes. Nos relatórios, o professor-pesquisador percebeu que a descrição dos procedimentos em laboratório estava mais elaborada do que nos relatórios de atividades que utilizaram apenas o roteiro para a prática, como por exemplo, a primeira atividade experimental.

A sexta atividade experimental “Roldanas” foi trabalhada de maneira análoga à atividade anterior, porém os alunos não receberam o roteiro após a interação em grupo, e ficaram à vontade para criar diferentes situações, o que resultou em diferentes associações de roldanas de tipos diferentes. Assim, foi possível verificar a diferença entre os níveis de conhecimento “potencial” e “real” destacados por Vygotsky (1999), o qual determina o que uma pessoa consegue realizar sozinha e o que ela consegue realizar com o auxílio de outra pessoa considerada mais capaz. Devido ao desafio de criação e originalidade proposto, ocorreu um entrosamento maior dos participantes de cada grupo, refletindo numa participação efetiva dos estudantes.

O sétimo experimento foi “Conservação da Energia” e, devido à complexidade da coleta de dados do experimento, o roteiro foi entregue previamente aos alunos. A discussão inicial do tema se deu por meio das ideias da teoria de Vygotsky, partindo de questionamentos e desafios, para estimular a participação dos estudantes. Ao final do experimento, o professor-pesquisador pediu para que os alunos pensassem em maneiras alternativas para a realização daquele experimento e que as descrevessem no relatório. Surgiram ideias relativas ao estudo do movimento de um pêndulo simples e ao estudo da situação a partir de modelagem computacional.

A penúltima atividade experimental foi denominada “Colisões” e tratava da conservação do momento linear. A aula foi desenvolvida sem roteiros e a discussão foi iniciada a partir de exemplos de choques entre diferentes meios de transportes. Os alunos tiveram que selecionar os materiais de laboratório para modelar as situações apresentadas pelo professor-pesquisador. Para cada situação havia um objetivo a ser alcançado, como por exemplo, determinar a velocidade de um móvel após uma colisão elástica. Os estudantes

seguiram caminhos diferentes, que, após inferências do professor-pesquisador e da troca de conhecimentos entre eles, apontaram para mesma direção.

A última atividade experimental desenvolvida no laboratório foi iniciada com uma semana de antecedência, após o término do trabalho sobre “Colisões”, na qual foi pedido aos alunos para que pensassem em maneiras de se criar um modelo para estudar o atrito dos corpos. Os alunos deram algumas sugestões a partir das quais o professor-pesquisador adquiriu o material necessário para realização do experimento. Nas figuras a seguir estão os materiais confeccionados pelo professor-pesquisador para essa prática, denominada “Forças de Atrito”.



Figura 11 - Aparatos construídos para o estudo das forças de atrito.

Após a entrega dos materiais aos alunos, o professor-pesquisador pediu para que eles colocassem em prática as sugestões que foram dadas na aula anterior. Os grupos realizam situações diferentes, as quais foram discutidas e difundidas entre os participantes para que todos realizassem as mesmas situações. Foi uma aula muito interessante, sem auxílio de roteiros, na qual a imaginação esteve presente em todas as etapas do processo experimental.

4.2 A turma de Laboratório de Ondulatória

A turma que cursou a disciplina Laboratório de Ondulatória foi composta por onze alunos, todos do quarto período do curso de Licenciatura em Física da UENF. Não houve nenhuma desistência nesse grupo de estudantes. Foram

realizados doze encontros semanais durante o semestre, nos quais foram trabalhadas nove atividades experimentais em laboratório.

A primeira atividade trabalhada foi “O movimento harmônico simples de um sistema massa-mola” a qual foi trabalhada de maneira tradicional. O experimento foi realizado com base em um roteiro com passos pré-definidos no qual o aluno apenas pensa em concluir as etapas necessárias para a coleta de dados. Ao contrário do que foi verificado na turma de Mecânica, os alunos se mostraram bastante habituados ao método de trabalho. Acredita-se que os laboratórios anteriores realizados pela turma tenham utilizado intensivamente esse tipo de prática baseada no seguimento de etapas pré-definidas.

A segunda atividade foi intitulada “Oscilações em um pêndulo”. O professor-pesquisador iniciou a atividade questionando aos alunos se eles sabiam quem foi o primeiro cientista a observar e descrever o movimento pendular e em qual experimento o pêndulo foi crucial para a comprovação de uma teoria. Não foram dadas respostas para os questionamentos iniciais e, com isso, foi iniciada uma discussão sobre as observações de Galileu Galilei a respeito da periodicidade do movimento oscilatório de um lustre e suas implicações para a evolução da tecnologia, com a criação de relógios de pêndulos. Discutiu-se também a experiência do físico francês Jean Bernard Leon Foucault (1819-1868), que provou o movimento de rotação da Terra com a utilização de um pêndulo de grande comprimento fixado no teto do *Panthéon* de Paris. Os alunos ficaram empolgados com o experimento de Foucault e foram desafiados a tentarem demonstrá-lo com o pêndulo que estava no laboratório.

Apesar de não conseguirem tal feito, foi possível a criação de um modelo para o entendimento do experimento de Foucault. Na sequência, o professor-pesquisador perguntou aos estudantes se eles já haviam estudado na disciplina “Ondulatória” a equação do pêndulo. A resposta foi positiva e foi pedido para um aluno que a escrevesse no quadro. Foi pedido aos alunos para pensarem em uma maneira de calcular a gravidade local, baseados no formalismo descrito no quadro e nos equipamentos que haviam na bancada. Rapidamente, a turma criou um modelo para o cálculo indireto da aceleração da gravidade. Na sequência foram distribuídas folhas com as tabelas de

medidas a serem preenchidas pelos alunos, apenas para auxiliar no processo de coleta de dados.

A terceira atividade foi intitulada “Cordas Vibrantes”, na qual foram estudadas várias características do movimento oscilatório. Devido à complexidade dos formalismos matemáticos e a dificuldade que envolve a montagem do aparato, foi realizada a organização das ideias teóricas no quadro, a montagem do aparato e uma coleta de dados. O professor-pesquisador desafiou os estudantes quanto ao número de harmônicos possíveis naquela atividade experimental. Os alunos realizaram a montagem e extrapolaram a coleta de dados aumentando significativamente o número de harmônicos analisados.

A quarta e a quinta atividades foram realizadas com a utilização de um “Tubo Ressonante” designadas por parte A e parte B. Devido à complexidade do experimento, roteiros foram distribuídos previamente aos alunos, onde se basearam para a realização do experimento. Foi possível notar que o intercâmbio de significados entre os estudantes, em aulas pautadas em roteiros, diminuiu acentuadamente, pois eles se preocupam apenas em seguir o que está descrito, deixando de lado os questionamentos tanto sobre a teoria como sobre a técnica experimental utilizada. Em certos casos, o professor-pesquisador notou que alguns estudantes utilizaram certos aparatos sem compreender a função do mesmo.

A sexta atividade experimental trabalhada foi “As leis da Refração”. Não foram utilizados roteiros experimentais para a prática. Os alunos foram postos em uma situação conflitante quando visualizaram a luz mudando de direção ao atravessar um prisma. O professor-pesquisador pediu para que cada um dos grupos tentasse elaborar uma resposta para o fenômeno observado. O aprimoramento das respostas foi sendo realizado via intervenções do professor-pesquisador, que pediu para que os alunos realizassem diferentes medições de ângulos de incidência e, conseqüentemente, de ângulos de refração. A turma ficou impressionada quando um dos grupos verificou que em certa situação não haviam mais raios refratados. Junto a essa fase de experimentação e coleta de dados, foram discutidos os conceitos físicos envolvidos, tendo como base a interação social para se chegar ao conceito adequado. Cabe salientar que nos relatórios sobre essa prática, os alunos

deram ênfase ao fenômeno da reflexão total e a sua utilização em tecnologias como as fibras ópticas.

A sétima atividade experimental foi a “Dispersão da Luz”. A aula foi iniciada com uma situação problematizadora a partir da discussão entre dois personagens, sobre fenômenos relativos à dispersão da luz, que pode ser vista no quadro a seguir.

Dispersão da luz – Visões iniciais

Nome: _____ Data: _____ Turma: Ondulatória

Dois alunos do curso de Licenciatura em Física estavam discutindo na hora do almoço sobre a formação do arco-íris, sob diferentes pontos de vista, sendo que um tentava convencer o outro que tinha razão.

João: O arco-íris não é nada além do que a decomposição dos raios de luz vindos do sol em gotas de chuva suspensas no ar. A decomposição ocorre devido à diferença entre a velocidade de propagação de cada um das cores que compõem a luz branca dentro da gota. A observação do arco-íris depende da posição relativa do observador.

Paulo: Não concordo! Se as cores que compõem a luz branca têm diferentes velocidades, como um feixe de luz branca consegue viajar em uma velocidade única? Para mim a decomposição ocorre devido à mudança de direção que o feixe de luz branca sofre ao atravessar as gotículas de chuva suspensas. Quando ele se forma, podemos observá-lo de qualquer posição.

1 - Com qual dos alunos você concorda? Justifique.

2 – Se ao invés da luz branca, tivéssemos um feixe de luz infravermelha atravessando a gota, o fenômeno seria o mesmo? Justifique

3 – Você saberia criar um modelo para representar o fenômeno ocorrido no arco-íris? Descreva como faria isso.

Quadro 8 - Problematização sobre a Dispersão da Luz.

A análise das respostas dadas pelos alunos à situação problematizadora inicial apresentada mostrou que eles possuem diferentes concepções sobre a dispersão da luz. Na primeira questão foi verificado que cerca de um terço dos estudantes acreditam que a decomposição ocorre devido à diferença entre a velocidade de propagação de cada uma das cores que compõem a luz branca dentro da gota. Um exemplo de resposta pode ser visto a seguir.

“Concordo com João. Cada frequência de onda tem uma velocidade ($v=\lambda.f$). Quando a luz branca sofre refração, cada uma das frequências que a compõem sofre um desvio. Conseguimos ver o arco-íris somente se estivermos de costas para o Sol.”

Cerca de um terço dos alunos concordaram com a ideia de Paulo, a qual relaciona o fenômeno da dispersão com a mudança de direção sofrida pelos raios de luz. O restante das respostas não concorda diretamente com nenhum dos dois personagens da situação problematizadora, concordando parcialmente com cada um deles. Um exemplo de resposta com esse cunho pode ser vista a seguir.

“As cores que compõem a luz branca têm diferentes comprimentos de onda, ou seja, elas têm velocidades diferentes. Mas, o arco-íris pode ser visto de qualquer posição.”

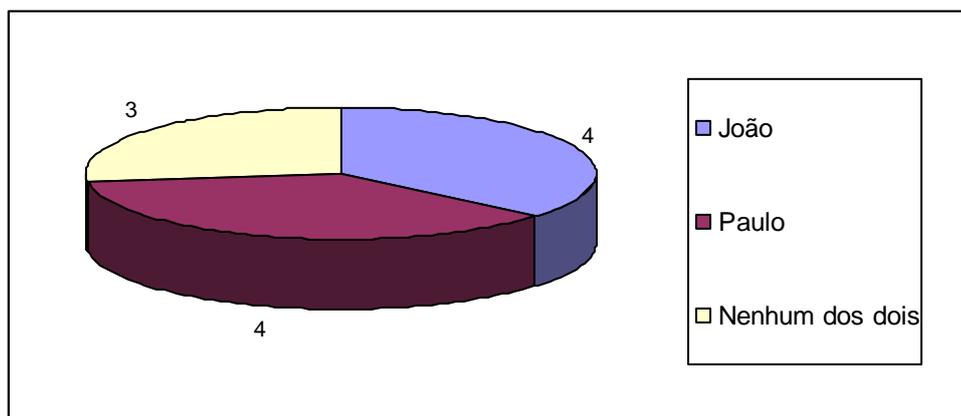


Figura 12 - Quantitativo das respostas da primeira questão sobre a dispersão da luz.

Em relação à segunda indagação da situação problematizadora, foi verificado que alguns alunos não sabiam a resposta e que um deles acredita que o fenômeno seria o mesmo se a gota de água fosse atravessada por uma

luz infravermelha. A maioria dos alunos respondeu corretamente a questão. Um exemplo de resposta pode ser visto a seguir:

“Não, pois a luz branca é composta de todas as cores e o feixe de infravermelho somente possui a onda de infravermelho e essa onda somente refratará enquanto a luz branca se refrata e se decompõe”.

Os resultados para essa questão podem ser vistos a seguir.

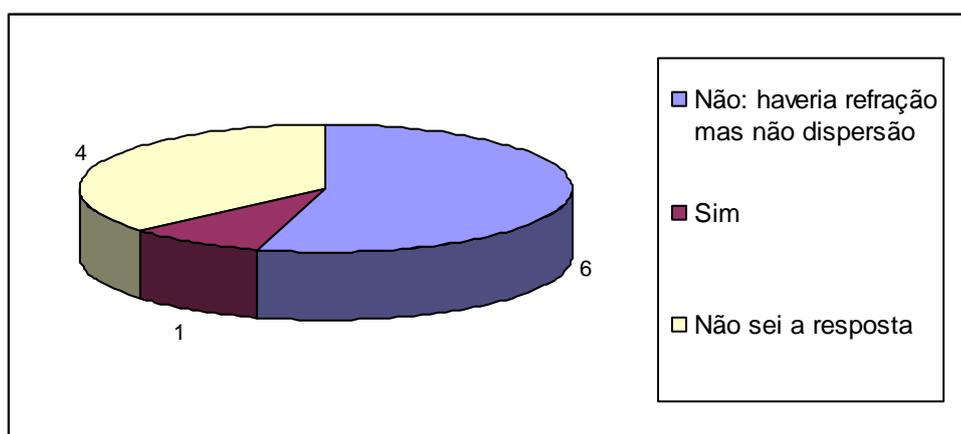


Figura 13 - Quantitativo das respostas da segunda questão sobre a dispersão da luz.

Em relação à terceira questão, havia alguns alunos que não souberam criar um modelo, enquanto outros descreveram modelos diversos, como pode ser visualizado na figura seguinte.

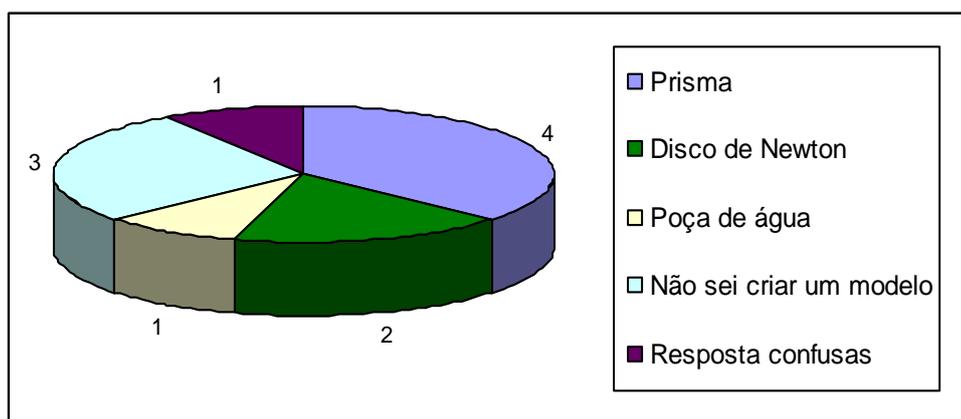


Figura 14 - Quantitativo das respostas da terceira questão sobre a dispersão da luz.

Algumas respostas para essa questão podem ser vistas a seguir:

“Não, pois isso é uma das minhas curiosidades, mas nunca procurei saber. Entretanto me recordo que a partir do experimento de refração foi

possível observar em algum ponto que o raio refratado resultou em um arco-íris”.

“Sim! Apontando um feixe de luz branca para um prisma transparente”.

“Eu acho que poderia ser utilizado o disco de Newton, pois girando o disco que contém as mesmas cores do arco-íris tem-se a cor branca.”

Após essa etapa, o professor-pesquisador orientou os alunos sobre os materiais que iriam utilizar e explorou junto com a turma os fenômenos da luz branca atravessando um prisma triangular. O trabalho de maneira conjunta entre o professor-pesquisador e os estudantes auxilia na confiança em criação de hipóteses sem ter receio de acertar ou errar. Nos relatórios entregues pelos estudantes, após a realização da atividade experimental, haviam informações a respeito das ideias de Newton e do contexto social que ele vivia na época em que realizou o experimento com um prisma. Mais uma vez foi constatada a viabilidade de iniciar a discussão de um assunto com o auxílio de uma situação problematizadora, a partir da qual os alunos expõem suas concepções iniciais, as quais, em muitos casos, são conflitadas em suas mentes durante a discussão e a realização da atividade experimental.

A oitava atividade explorada foi a “Cuba de Ondas” a qual teve um caráter demonstrativo, visto que não havia materiais suficientes para toda a turma. Foi verificado que aulas experimentais demonstrativas possibilitam uma boa clareza e um bom andamento da discussão das ideias dos alunos perante os questionamentos do professor-pesquisador. Os alunos ficaram fascinados com os resultados dessa prática, tirando fotos e moldando diferentes configurações para os padrões de onda que eram projetados na parede por um retroprojeto.

A última atividade experimental trabalhada foi “Comprimento de onda médio da luz”. Nesta atividade foi realizada a demonstração experimental para o desencadeamento das discussões sobre os conceitos físicos envolvidos e para o entendimento da coleta de dados. Após a discussão inicial, os estudantes receberam uma folha com tabelas e com os formalismos para procederem à prática, apenas para auxiliar o trabalho em laboratório.

4.3 Atividades didáticas desenvolvidas pelas turmas

Ao final do curso foi proposto aos estudantes que produzissem uma atividade experimental com foco na atmosfera social em que ocorreu tal experimento. Para a turma de Mecânica foram propostos os temas sobre a queda dos corpos e a atração entre corpos. Para a turma de Ondulatória foram propostos temas sobre o caráter ondulatório da luz e o movimento de rotação da Terra.

As turmas foram divididas em grupos, que modelaram um experimento com ênfase histórica e um texto com fundamentação histórica sobre o tema proposto. Na turma de mecânica, dois grupos trataram da queda dos corpos e um grupo tratou da atração entre corpos. Na turma de ondulatória, um grupo tratou do caráter ondulatório da luz e outro do movimento de rotação da Terra.

Cada grupo realizou a apresentação dos materiais produzidos no formato de uma aula expositiva. A estratégia didática para guiar a aula foi escolhida pelos próprios grupos. Verificou-se a utilização de questionamentos, ou problemáticas iniciais para iniciar algumas das aulas, de maneira similar a que foi trabalhada pelo professor-pesquisador.

O primeiro grupo que tratou da queda dos corpos utilizou experimentos simples, com folha de papel para iniciar a discussão sobre o tema e abordou as dificuldades que Galileu Galilei deve ter tido com esse experimento em sua época. Na sequência utilizaram dois corpos idênticos, porém de massas diferentes para mostrar que a massa não influencia na velocidade de queda. Além disso, produziram um material escrito em uma cartolina, que contemplava, de maneira bem resumida, fatores importantes relativos à ciência, exploração, política e artes de 1550 até 1650. O segundo grupo colocou em xeque se Galileu realizou ou não o experimento na torre de Pisa e utilizou materiais mais sofisticados para tentar demonstrar melhor o efeito da queda dos corpos, trazendo uma bomba de vácuo acoplada a um tubo de vidro com uma pena e uma pedra pequena em seu interior. Mesmo com a produção do vácuo foi difícil visualizar o fenômeno, pois o tubo de vidro era relativamente curto. Também foi produzido um texto que trazia elementos da vida social e profissional de Galileu, dos dogmas da igreja católica, e das ideias precedentes

as desse cientista. A seguir são apresentadas as imagens dos materiais utilizados pelos estudantes.



Figura 15 - Materiais confeccionados pelos estudantes para a aula sobre a queda dos corpos.

O grupo que tratou da atração entre os corpos tentou produzir uma balança de torção elétrica de Coulomb para, partindo dela, fazer uma analogia com a balança de torção de massas, porém, devido à dificuldade para a montagem de tal aparato, o efeito não pôde ser verificado. Mesmo assim, o modelo elaborado ficou muito bem detalhado e permitiu uma boa explanação sobre as ideias de Cavendish ao realizar investigações com balanças de torção de massas. O grupo relatou a sua dificuldade para a elaboração do modelo e comparou-as com dificuldades que Henry Cavendish teve em sua época. Foi produzido um texto com elementos históricos sobre a época da realização do experimento, dando destaque para as ideias de Tycho Brahe, Johannes Kepler, as quais influenciaram Issac Newton para a matematização da lei da gravitação universal, ponto de partida para o experimento de Cavendish. O modelo produzido pode ser visualizado a seguir.

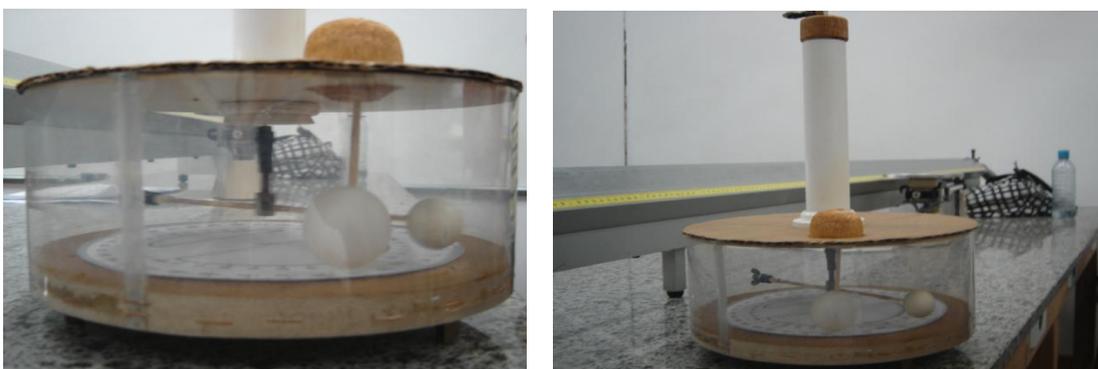


Figura 16 - Material confeccionado pelos estudantes para a aula sobre atração de massas.

O grupo que abordou o movimento de rotação da Terra fez um pêndulo que possuía uma base giratória, para simular o movimento de rotação da Terra. O grupo não buscou referenciais adequados para a construção do aparato e nem procurou o professor-pesquisador para debater sobre o assunto. O primeiro problema, muito fácil de ser resolvido, estava relacionado ao material com o qual o fio do pêndulo foi construído. O pêndulo foi feito com uma pequena corrente, da qual era impossível desprezar a massa. Os alunos foram orientados a utilizar um fio de pequena densidade linear e praticamente inextensível. Além disso, o comprimento da corrente era pequeno, o que dificultou muito a visualização do modelo proposto, devido ao curto período de oscilação. Apesar disso, o aparato construído tinha potencial para explorar o tema. O grupo abordou a evolução dos estudos sobre o movimento pendular e as principais ideias que emanavam na cabeça de Foucault na época da realização desse experimento.



Figura 17 - Material confeccionado pelos estudantes para a aula sobre o movimento de rotação da Terra.

O grupo que trabalhou com o tema Interferência da luz, utilizou uma caneta *laser*, papel cartão, grafite, fita adesiva e uma tesoura. O grupo relatou que tentou utilizar laminas de barbear para formar a fenda, mas que não obteve êxito. As fendas foram então produzidas utilizando o papel cartão com um orifício, no qual foram alocados grafites justapostos formando placas com uma e duas fendas. Inicialmente, o feixe de luz do *laser* foi incidido sobre a placa

com uma fenda e a luz derivada incidiu sobre a placa com duas fendas. Ao passar pela segunda fenda a luz incidia em um anteparo. A seguir são apresentados os materiais utilizados e as imagens no anteparo.



Figura 18 - Materiais utilizados pelos estudantes para a aula sobre Interferência da Luz.

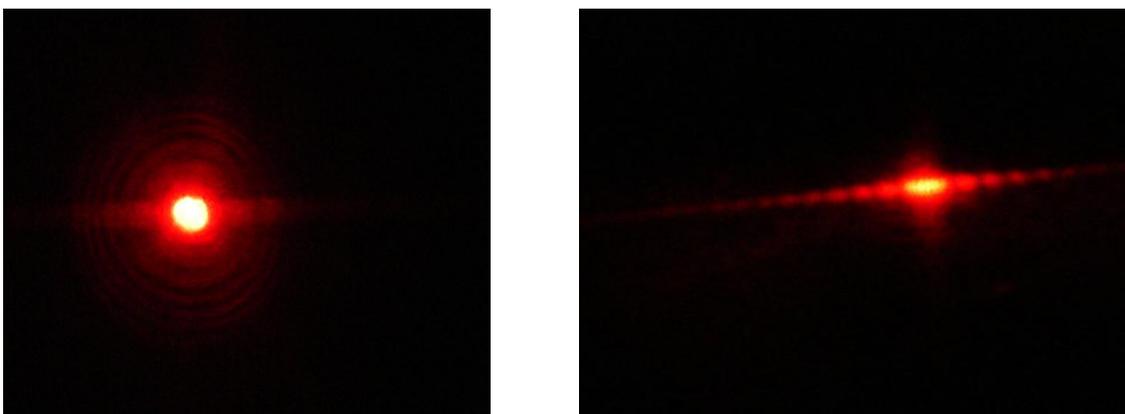


Figura 19 - Fenômenos de interferência produzidos em sala de aula.

Após a realização das atividades por parte dos estudantes, foi verificado que a proposta de trabalho atrelando atividades experimentais e elementos de história da ciência tiveram caráter motivador, visto que os alunos se envolveram positivamente com a atividade. A preocupação para a elucidação dos conceitos durante as aulas e a discussão do planejamento das aulas com o professor-pesquisador mostraram esse envolvimento.

Os estudantes aprovaram a ideia de realização de aulas pautadas em atividades experimentais. Muitos deles demonstraram interesse em praticar mais esse tipo de planejamento para que se sintam seguros para realizá-lo futuramente em salas de aula.

4.4 Considerações sobre o primeiro ciclo.

Neste primeiro ciclo, o professor-pesquisador pôde realizar novas inserções em turmas de formação de professores com intuito de responder os questionamentos:

- Seriam as aulas de laboratório de Física, as quais são a base do ensino experimental durante a formação profissional, tão desinteressantes e desestimulantes, ao ponto de os professores não terem interesse em trabalhar nessa perspectiva?

- Como o pesquisador poderia auxiliar na prática de futuros professores em relação ao trabalho em laboratórios de ensino?

- De que maneira o trabalho pode ser desenvolvido dentro nos laboratórios?

Na análise da ação e de seus efeitos, o professor-pesquisador verificou que o processo de ensino no laboratório de Física pode ser realizado sob diferentes perspectivas, sendo que as práticas com cunho investigativo, seguidoras de ideias construtivistas de ensino propiciam um clima bem mais agradável e produtivo em sala de aula.

Ficou evidente a evolução de habilidades orais, manuais, de interpretação, imaginação e criação por parte da maioria dos estudantes, que no início do curso se mostravam tímidos e retraídos e ao final estavam questionadores, desinibidos e sem receio de lidar com os aparatos experimentais.

Nas duas turmas foi verificado que quando o aluno é estimulado a pensar sobre o fenômeno e a moldar uma explicação para o ocorrido, a atenção é direcionada para o que está sendo estudado. Os alunos aprovaram a estratégia com utilização de situações problematizadoras que eram discutidas com base em elementos da história da ciência, sendo a participação e o envolvimento dos estudantes intensos durante as aulas.

Foi verificado que os estudantes se basearam nos elementos discutidos na aula para a confecção dos relatórios. Após a estratégia pautada em elementos da história da ciência, os estudantes começaram a atentar mais para esses fatos na elaboração dos relatórios.

Em relação às diferentes estratégias utilizadas para as aulas no laboratório, o professor-pesquisador concluiu que as aulas investigativas com

cunho sócio-interacionista e com base em elementos da história da ciência foram as que mais despertaram a participação e o interesse dos estudantes.

As aulas de laboratório trabalhadas classicamente, com utilização de roteiros seguida de coleta de dados, favoreceram pouco o diálogo e o pensamento reflexivo entre os participantes, além desse modelo não agregar consigo muitos elementos que possam vir a ser utilizados pelos professorandos em suas futuras aulas para o ensino médio. Foi verificado que as aulas de laboratório desenvolvidas de maneira tradicional são menos interessantes do que quando trabalhadas em perspectivas investigativas. Esse fator auxiliou a compreender porque os professores pesquisados no início deste trabalho relataram que, apesar das condições favoráveis em muitos casos, praticamente não utilizam atividades experimentais em suas aulas. Se as aulas de laboratório durante a graduação não visassem apenas aquele momento particular vivenciado pelos estudantes, como ocorre na maioria das universidades brasileiras, as práticas poderiam ser realizadas de maneira diferenciada, dando suporte para o trabalho futuro dos professorandos.

Acredita-se que com as experiências desenvolvidas foi possível auxiliar na futura prática dos professorandos, uma vez que puderam conhecer diversas formas de como desenvolver trabalhos com atividades experimentais, além de planejarem uma atividade didática com algumas das características discutidas na disciplina, algo que geralmente é pouco enfatizado durante os cursos de licenciatura.

A aplicação do questionário sobre visões de ciências forneceu elementos para reflexão sobre o perfil do profissional que estará indo para a sala de aula. Os resultados obtidos são similares a resultados de trabalhos que procuraram identificar as CNC (Concepções Naturais de Ciências) de estudantes e professores, porém auxiliaram na discussão com os professorandos sobre a necessidade reestruturação de suas concepções de modo a fortalecer a fundamentação de ciência como prática social e empreendimento humano.

Os resultados deste ciclo auxiliaram a responder as questões formuladas anteriormente e, conseqüentemente deram origem a novos questionamentos. Devido ao fato de já ter sido identificado nos professorandos da turma de “Estratégias para o de Ensino de Física II” a preferência pela utilização de

atividades experimentais investigativas e de ter sido verificado nos laboratórios que o trabalho com atividades experimentais se apresenta bastante interessante, quando ancorado em elementos da história da ciência e na utilização de subsídios da teoria de Vygotsky, as questões que surgiram foram:

- Como poderia ser trabalhada uma estratégia que atrelasse as atividades experimentais históricas, o ensino por investigação e a teoria de Vygotsky, de maneira efetiva com alunos do curso de Licenciatura em Física?

- Tal estratégia seria capaz de auxiliar na prática futura de professorandos?

- Os licenciandos aprovariam a articulação destas ideias para seu trabalho futuro?

- O desenvolvimento desta estratégia auxiliaria no aprimoramento da prática do pesquisador?

O trabalho realizado para responder essas novas questões originou o segundo ciclo desta pesquisa e será descrito no capítulo seguinte.

SEGUNDO CICLO: PRÁTICA DOCENTE A PARTIR DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS

Com base nos resultados obtidos nas investigações realizadas nas aulas de laboratório com as turmas de Mecânica e Ondulatória, os quais mostraram a viabilidade de utilização de atividades experimentais com suporte na história da ciência, desenvolvidas à luz da teoria de Vygotsky (VYGOTSKY, 1988, 1989), assim como nos resultados do trabalho realizado com turmas PROEJA, nos quais foi verificado que atividades experimentais aparecem como uma estratégia interessante para ser trabalhada com esse público, e também com a preferência dos licenciandos em Física da turma de “Estratégias para o de Ensino de Física II”, pela utilização “demonstrações experimentais investigativas”, foi iniciada uma nova etapa deste trabalho, a qual visa à união e utilização destes resultados para auxiliar na formação de licenciandos.

Após o término das disciplinas de laboratório, retratadas no primeiro ciclo, o professor-pesquisador iniciou um novo planejamento, visando realizar um trabalho voltado para o ensino de Física entrelaçando os elementos e os resultados relevantes obtidos anteriormente.

O amadurecimento do planejamento culminou na elaboração de uma disciplina optativa intitulada “Prática docente a partir de experimentos históricos”. Neste capítulo será relatado o trabalho realizado no decorrer dessa disciplina e suas implicações para esta Tese e para a formação de professores de Física.

5.1 A estrutura da disciplina

Entre todas as disciplinas lecionadas durante esta pesquisa, a “Prática docente a partir de experimentos históricos” pode ser considerada a mais heterogênea e desafiadora. Heterogênea pelo fato dela não possuir pré-requisitos, podendo ser cursada por alunos de diferentes períodos e com

bagagens diversificadas. Desafiadora, pois surgia como algo totalmente novo, sendo que não havia indicações anteriores sobre um trabalho desta natureza na UENF.

A disciplina está sustentada sobre três pilares: a utilização de experimentos históricos da Física, a teoria sócio-cultural de Vygotsky (VYGOTSKY, 1988, 1989) e o ensino por investigação. Um dos objetivos foi capacitar professorandos para a prática pedagógica utilizando os três pilares. Matricularam-se 11 alunos do curso de Licenciatura em Física e uma aluna do curso de Licenciatura em Química.

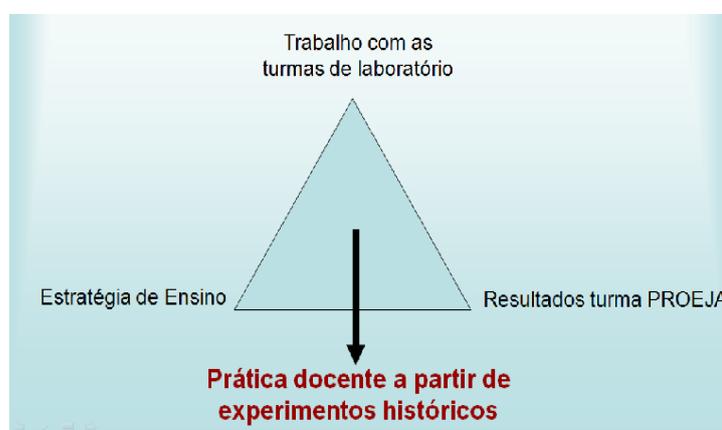


Figura 20 - Esquema representando as etapas do trabalho que auxiliaram na elaboração da disciplina optativa.

Num total de quinze encontros semanais com duas horas de duração, a disciplina foi planejada para ser discutida em três etapas. A fundamentação teórica do curso foi realizada na primeira etapa. A parte prática foi priorizada na segunda etapa, ensinando os estudantes a produzir algumas atividades experimentais históricas e a trabalhá-las em salas de aula de maneira investigativa, de acordo com o que havia sido estudado anteriormente. Na terceira etapa, os professorandos formaram grupos e realizaram apresentações para a própria turma de acordo com os ensinamentos e as orientações que foram abordados ao longo do curso. O programa analítico e a ementa da disciplina podem ser vistos no ANEXO 2.

5.1.1 A fundamentação teórica

Desde o início desta pesquisa havia a preocupação de estabelecer relações entre os licenciandos em Física e o público da EJA. Esta disciplina visou servir de ponte entre esses dois públicos.

A fase de ação desse ciclo foi iniciada na primeira aula, na qual foram discutidos os novos desafios no ensino de Física e sua relação com a Educação de Jovens e Adultos, para que os professorandos pudessem conhecer e identificar algumas questões reais que norteiam esse público dentro do ambiente escolar. Cabe salientar que todas as aulas dessa etapa foram pautadas em artigos científicos das principais revistas relacionadas ao ensino de ciências no Brasil, publicados nos últimos anos. Nessa aula foram utilizados trechos dos textos: “Educação em ciências e Educação de Jovens e Adultos: pela necessidade do diálogo entre campos e práticas” (VILANOVA e MARTINS, 2008), “Configurações curriculares sobre o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na Educação de Jovens e Adultos” (MUENCHEN e AULER, 2007) e “Ensino de Física: tendências e desafios na prática docente” (ROSA e ROSA, 2007). O professor-pesquisador indicou a leitura completa desses artigos como trabalho extraclasse.

Os estudantes participaram bastante da discussão, principalmente em relação às dificuldades atuais enfrentadas pelo professor. Para eles a desvalorização da profissão é o fator que mais colabora com a falta de motivação aparente de muitos professores. Os estudantes declararam desconhecer as dificuldades vivenciadas pelos estudantes de EJA no ensino médio. O professor-pesquisador aproveitou o fato e discutiu alguns dos resultados obtidos no reconhecimento da situação desta Tese com professores e alunos de EJA.

No segundo encontro com a turma, foi realizada uma discussão sobre o papel da experimentação no ensino de Física. O professor-pesquisador pediu para que cada um dos alunos participantes opinasse sobre o assunto. Foram verificadas diferentes ideias, porém todos os comentários continham graus de concordância sobre a potencialidade da experimentação no ensino. A aula foi baseada nos artigos: “Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes

Enfoques, Diferentes Finalidades” (ARAÚJO E ABIB, 2003) e “O uso do experimento no ensino da Física: tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil” (AZEVEDO *et al.*, 2009). A leitura completa desses artigos foi indicada como tarefa extraclasse. Na aula, o professor-pesquisador ressaltou um dos resultados do reconhecimento da situação desta pesquisa, referente ao questionário aplicado a professores de EJA, no qual foi constatado que apesar da maioria deles atribuir importância ao uso de atividades experimentais no ensino de Física, poucos são aqueles que as aplicam em suas aulas. Na discussão sobre esses resultados, alguns alunos disseram que a formação atual na licenciatura não dá bases sólidas para o trabalho com atividades experimentais em sala de aula.

As características de um experimento histórico foram discutidas na terceira aula. Foram citados alguns exemplos de experimentos históricos da Física pelos estudantes e foi feita uma explanação sobre o trabalho de Robert P. Crease (2002) que traz os dez mais belos experimentos científicos (Quadro 1) eleitos por uma votação realizada pelos leitores da revista britânica *Physics World*. Os estudantes se mostraram curiosos perante as explicações e as imagens dos experimentos discutidos.

Na mesma aula, o professor-pesquisador pediu para que os estudantes fizessem uma pesquisa sobre outros experimentos históricos da Física e que relatassem seus resultados no próximo encontro.

No início da quarta aula, os estudantes relataram sobre a pesquisa solicitada na aula anterior sobre outros experimentos históricos. Os mais citados foram: o equivalente mecânico do calor, realizado em 1843 por James Prescott Joule (1818-1889); a descoberta da relação entre eletricidade e magnetismo, por meio da deflexão de um pequeno ímã colocado próximo a um fio percorrido por corrente elétrica, realizada por Hans Christian Oersted (1777-1851) em 1820; e a medida da velocidade da luz realizada na própria Terra, realizada por Armand Hyppolyte Louis Fizeau (1819-1896) em 1849.

Na sequência, o professor-pesquisador discutiu como seria possível utilizar experimentos históricos em sala de aula, e qual seriam suas principais potencialidades. Foi perguntado aos alunos como, e em qual contexto, eles utilizariam esses experimentos em suas futuras aulas. Várias foram as ideias, e os pontos positivos citados foram sendo destacados pelo professor-

pesquisador, de modo a evidenciar um conjunto de características que tornassem o trabalho com aqueles experimentos mais significativo, tanto para quem aprende como para quem ensina. Durante a aula foram utilizados trechos da dissertação de mestrado: “O uso de experimentos históricos no ensino de física: integrando as dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula” (PAULA, 2006).

Na quinta e sexta aulas, os principais aspectos da teoria de Vygotsky foram abordados de modo que os alunos pudessem se familiarizar com os elementos a serem utilizados futuramente. Essas aulas finalizaram a primeira etapa da disciplina. Foram realizadas apresentações com base nos textos originais de Vygotsky e nos trabalhos: “A teoria histórico-cultural e o ensino da física” (ROSA E ROSA, 2004) e “Vygotsky e as teorias da aprendizagem” (NEVES e DAMIANI, 2006), focando no papel da interação social, na utilização de instrumentos e signos, na ideia de zona de desenvolvimento proximal, na aprendizagem versus desenvolvimento e no papel da escola e do professor perante tais ideias. Todos os alunos presentes participaram da leitura dos textos e foram solicitados a expor suas interpretações pessoais sobre os trechos lidos. Devido à complexidade do tema e o desconhecimento do mesmo por parte dos estudantes, nessa aula a participação foi menor do que nas outras. O professor-pesquisador propôs uma atividade de pesquisa para casa, na qual os estudantes deveriam acessar periódicos voltados para o ensino de Física ou ensino de Ciências e procurar trabalhos que utilizassem elementos da teoria de Vygotsky aplicados em sala de aula.

5.1.2 Produção e orientação de utilização de aparatos experimentais

Dando continuidade a fase de ação desta pesquisa, a sétima aula foi iniciada com o professor-pesquisador perguntando aos alunos se eles haviam encontrado algum artigo nos moldes que havia sido pedido na aula anterior. Apenas dois alunos tiveram sucesso em sua busca, os quais relataram suas impressões sobre os artigos. Na sequência foi iniciado o trabalho com as primeiras atividades experimentais a serem desenvolvidas. A temática retratada foi a queda dos corpos. O professor-pesquisador levou uma gama de materiais para a montagem das atividades experimentais, tais como: tubos de

filme fotográfico, chumbadas de pesca, garrafas pet, papelão, tesoura, folhas de papel, penas, etc.

O professor-pesquisador pediu aos alunos que respondessem uma situação problematizadora inicial, utilizada anteriormente com a turma de mecânica (Quadro 7). Logo após, eles trocaram as respostas entre si, leram e iniciaram uma discussão sobre o assunto a partir das respostas dadas. O professor-pesquisador evidenciou que essa seria uma maneira de se conhecer as pré-concepções de um grupo antes de iniciar o tema na aula, destacando que essa etapa auxilia a dar início à troca de ideias entre os participantes e no andamento das atividades.

Buscando manter a interação entre os participantes, o professor-pesquisador começou a questionar qual o grau de concordância que os estudantes deram a cada um dos dois personagens da situação problematizadora. A conversa foi sendo conduzida de modo que os estudantes percebessem que ambos os personagens retratavam fatos reais e que nenhum dos dois explicava o ocorrido de maneira apropriada. A partir daí, o professor-pesquisador questionou se os professorandos saberiam criar um modelo experimental para trabalhar o tema em questão. Apenas um aluno respondeu sugerindo que seria interessante soltar da mesma altura uma folha amassada e uma folha esticada. O professor-pesquisador discutiu e demonstrou três modelos para trabalhar experimentalmente o tema. Os alunos desenvolveram os modelos apresentados a partir da orientação do professor-pesquisador, que fez uma apresentação de como explorar aqueles modelos em sala de aula incorporando os elementos da teoria de Vygotsky.

Durante esta etapa, o professor-pesquisador deu destaque para a gama de questionamentos que podem ser feitos a partir desses experimentos para que os alunos participem do processo de construção do conhecimento.

Seguindo indicações do artigo “Corpos no interior de um recipiente fechado e transparente em queda livre” (LUNAZZI e PAULA, 2007), os alunos construíram um aparato experimental que minimiza a resistência do ar no movimento de queda livre de um corpo.

Em seguida, o professor-pesquisador tratou da importância histórica desse experimento, mostrando aos alunos de que maneira os elementos históricos poderiam ser atrelados à aula.



Figura 21 - Estudantes construindo o modelo experimental para trabalhar a queda dos corpos.

No oitavo encontro foi discutida a segunda atividade experimental com ênfase histórica do curso a Pilha de Volta. Antes de iniciar a discussão, o professor-pesquisador levantou os seguintes questionamentos:

- 1 - Perante seus conhecimentos, qual foi o primeiro aparato experimental capaz de gerar eletricidade continuamente?
- 2 – Em que época isso ocorreu? Quem foi seu idealizador? Como foi feita essa descoberta?

Quadro 9 - Questões iniciais para o trabalho com a Pilha de Volta.

O professor-pesquisador levou uma chapa fina de cobre, papel alumínio, papel cartão, limão, tesoura e moedas para a execução da montagem. Foi realizada a leitura de trechos do texto “O Bicentenário da invenção da Pilha Elétrica” (TOLENTINO e ROCHA-FILHO, 2000), o qual foi indicado para leitura completa como atividade extraclasse. Na sequência, os estudantes se dividiram em grupos e iniciaram a confecção dos materiais necessários para a montagem da pilha sob orientação do professor-pesquisador. Os estudantes se mostraram bastante entusiasmados e ficaram ansiosos para verificar se o aparato funcionaria.

Depois de as pilhas estarem montadas e em funcionamento, o professor-pesquisador iniciou a discussão de como trabalhar aquela atividade e os

trechos do texto lido em sala de aula de maneira a incorporar elementos da teoria de Vygotsky ao processo.



Figura 22 - Confeção dos materiais para montagem da Pilha de Volta.



Figura 23 - Pilha montada e em funcionamento.

No nono encontro a temática foi o experimento realizado por Oersted, que observou a deflexão de um pequeno ímã colocado próximo a um fio percorrido por corrente elétrica. O professor-pesquisador levou tábuas de madeira, bússolas, fios de cobre, suportes, pilhas e ferramental necessário para que os professorandos pudessem confeccionar um modelo do experimento. Foi realizada a leitura de trechos do texto: “Experiência de Oersted em sala de aula” (CHAIB e ASSIS, 2007), de modo a evidenciar alguns fatores da atmosfera social vivenciada por Oersted na época em que realizou seu experimento.

Os estudantes se mostraram interessados na montagem do aparato, sendo que alguns deles já haviam estudado sobre o fenômeno teoricamente, mas o desconhecia na prática.



Figura 24 - Montagem do modelo do experimento de Oersted sendo realizada pelos professorandos.



Figura 25 - Modelos confeccionados pelos estudantes em funcionamento.

Após a confecção dos aparatos pelos estudantes, o professor-pesquisador fez uma demonstração de como utilizá-lo, discutindo elementos pertinentes da história da ciência num contexto investigativo, priorizando a participação de todos no processo.

No décimo encontro o tema discutido foi o experimento da indução de Faraday que culminou na produção do primeiro motor elétrico. Nesse experimento foram utilizados alguns materiais existentes no laboratório de Física da UENF. Durante a aula foi realizada a leitura de um texto baseado em trechos da dissertação de mestrado: “Lei de Faraday: Análise e Proposta para o Ensino Médio” (ANNUNCIATO, 2004).

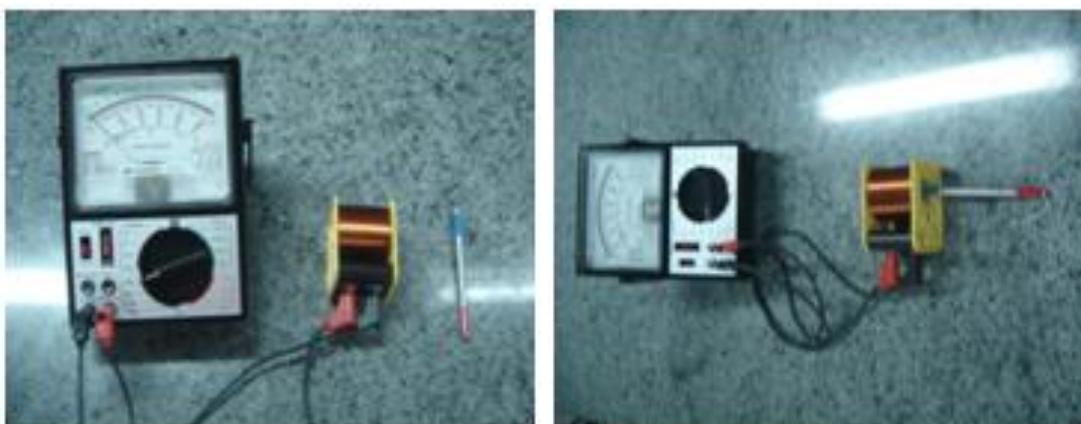


Figura 26 - Equipamentos utilizados para demonstrar a indução eletromagnética.



Figura 27 - Professorandos realizando a montagem de um motor de indução.

Novamente o professor-pesquisador trabalhou numa perspectiva investigativa, questionando os alunos sobre os materiais que estavam sobre a bancada do laboratório e o que poderia ser feito com eles. À medida que as respostas foram surgindo, novos questionamentos eram feitos de modo a discutir os conceitos envolvidos, ao mesmo tempo em que os professorandos realizavam a montagem das atividades. A participação foi efetiva e os estudantes que já haviam estudado a teoria envolvida nesses experimentos auxiliaram os que ainda não a haviam estudado como compreender os fenômenos ocorridos.

No último encontro desta etapa da disciplina foi abordado o experimento realizado por Otto Von Guericke (1602-1686) denominado “Hemisférios de Magdeburgo”, no qual é evidenciada a magnitude da força atmosférica. O professor-pesquisador levou os materiais necessários e auxiliou os estudantes a realizarem a montagem do aparato. Uma pequena mangueira foi adaptada em uma caixa plástica de balas vazia para que o ar fosse retirado do seu

interior, diminuindo a pressão interna, de forma análoga á realizada por Guericke.



Figura 28 - Modelo do experimento dos Hemisférios de Magdeburgo confeccionado pelos professorandos.

Na mesma aula, o professo-pesquisador levou um roteiro de questões para exemplificar aos professorandos o quanto algumas perguntas podem ser úteis para guiar a aula e para desencadear a interação entre os participantes. Foi salientado que as questões devem ser utilizadas de acordo com o desenrolar da discussão durante a aula e que não é necessária uma sequência rígida ou sequencial para sua utilização. O quadro seguinte mostra as questões elaboradas.

- 1 – O que vocês entendem por vácuo? Pode existir vácuo absoluto? Atualmente vocês conhecem aplicações do vácuo? Quais?
- 2 - E no espaço cósmico, longe de qualquer estrela, de qualquer planeta será que pode existir o vácuo?
- 3 – Há quanto tempo a civilização humana pensa na ideia do vácuo? Quais foram as primeiras ideias?
- 4 – O início da tecnologia do vácuo se deu em que época? Quem foram seus idealizadores?
- 5 – Qual foi uma das grandes descobertas de Torricelli? O que ele criou sem saber ao realizar esse experimento?
- 6 – E sem ser dessa forma como podemos produzir um vácuo? Quem será que produziu a primeira bomba de vácuo?
- 7 – Em qual experimento histórico da Física foi utilizada uma bomba de vácuo? Como foi que isso ocorreu?
- 8 – Quais outras demonstrações importantes puderam ser realizadas após a idealização de poder se produzir o vácuo?
- 9 – Por que os hemisférios não soltam? O que é pressão atmosférica? Do que ela depende?

Quadro 10 - Exemplificação de questões que podem ser previamente elaboradas para orientar a discussão durante uma atividade em sala de aula.

Ao final da aula foi indicada a leitura do texto “Origens históricas e considerações acerca do conceito de pressão atmosférica” (LONGUINI e NARDI, 2000) como tarefa extraclasse.

Com essa aula foi encerrada a segunda etapa desta disciplina, capacitando os professorandos a produzirem determinadas atividades experimentais com ênfase histórica e discutindo algumas táticas interessantes para o trabalho com atividades similares em sala de aula.

5.1.3 Aulas ministradas pelos professorandos

Na terceira etapa da disciplina optativa foi iniciado o monitoramento e a análise das ações realizadas até então. Para isso, os alunos escolheram experimentos com ênfase histórica, confeccionaram um modelo,

contextualizaram-nos historicamente e lecionaram uma aula utilizando os elementos e metodologias discutidos ao longo do curso. O professor-pesquisador deixou os professorandos à vontade para lecionarem da maneira mais conveniente para cada grupo. O professor-pesquisador avaliou as apresentações dos estudantes perante a incorporação dos aspectos trabalhados e enfatizados na disciplina. Todas as aulas foram filmadas para uma melhor análise.

Os alunos foram divididos em grupos e cada grupo tinha uma hora para realizar sua apresentação. Os temas escolhidos pelos estudantes foram:

- O princípio de Arquimedes
- A luneta de Galileu
- As ondas de Rádio: uma abordagem histórica
- Propriedades da Luz
- Geradores eletrostáticos e a garrafa de Leyden

O primeiro grupo realizou uma apresentação sobre o princípio de Arquimedes. As apresentadoras começaram a aula questionando os participantes sobre o conceito de empuxo e conseguiram iniciar a discussão do tema. Na sequência distribuíram um texto que abordava as descobertas do filósofo Arquimedes e elementos de sua vida, dando ênfase à história sobre o desafio proposto a Arquimedes para a verificação do material utilizado na fabricação de uma coroa.

Os textos foram lidos e discutidos em sala e as apresentadoras levaram materiais para a demonstração e interpretação das ideias de Arquimedes. Foi realizada uma adaptação moderna do experimento de Arquimedes, onde foi encontrada a densidade de um corpo imerso em um líquido. O professor-pesquisador verificou que durante a realização da atividade experimental as apresentadoras buscavam levantar questionamentos que propiciassem a participação de todos, mostrando a incorporação de elementos da teoria de Vygotsky, discutida nas aulas iniciais do curso.



Figura 29 - Equipamentos utilizados durante a aula sobre o experimento de Arquimedes.

O segundo grupo abordou a luneta de Galileu. Iniciaram a aula fazendo uma explanação sobre as observações astronômicas na antiguidade e a evolução dessas ideias ao longo do tempo, destacando os entraves pelos quais passaram alguns astrônomos, principalmente os relacionados à igreja católica. Questionaram os participantes sobre a astronomia indígena e trouxeram algumas informações sobre o assunto. Buscaram a interação com os participantes com questionamentos sobre as constelações, sistemas de mundo, e sobre descobertas de estudiosos como Tycho Brahe (1546-1601) e Johannes Kepler (1571-1630).

Os apresentadores destacaram que a luneta possivelmente inventada por Galileu era um aparato tão simples de ser construído, que vários foram os artigos submetidos à patente na época, porém nenhum deles foi aceito devido à dificuldade de controle da reprodução da luneta. Destacaram que Galileu foi o primeiro a relatar observações astronômicas realizadas com a luneta.

Dando continuidade, os apresentadores realizaram uma explicação sobre o funcionamento da luneta e convidaram os participantes para realizarem a montagem da mesma. Para isso, levaram lentes, tubos de PVC de diferentes diâmetros, garrafa plástica, porcas, parafusos e fita adesiva. Após a construção da luneta, foram feitas algumas observações com o aparato.



Figura 30 - Explicação sobre o funcionamento e montagem da luneta.

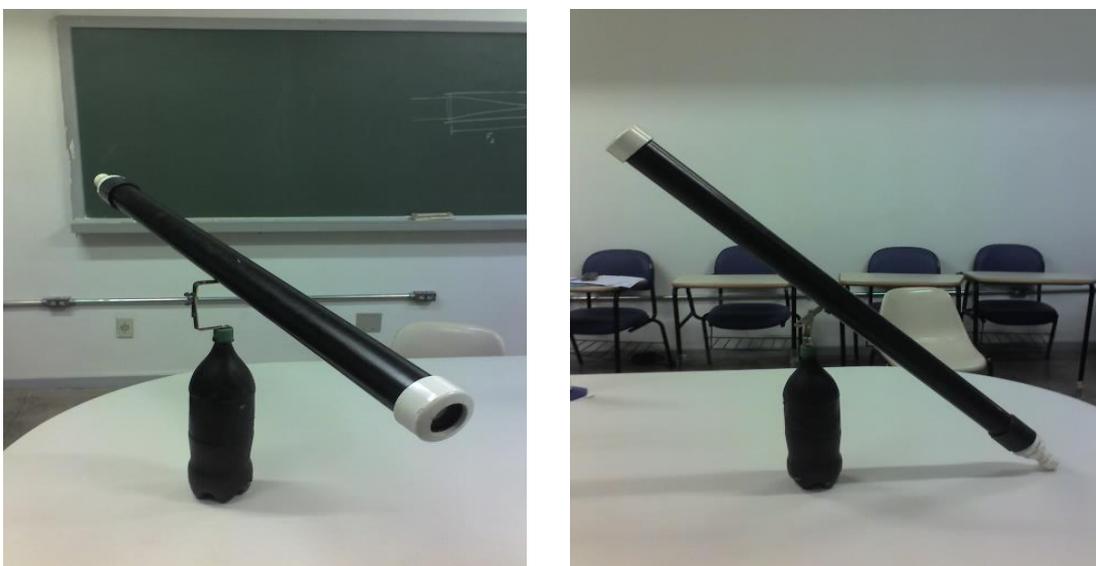


Figura 31 - Luneta montada pelos participantes durante a aula.

O terceiro grupo falou sobre “As ondas de Rádio: uma abordagem histórica”. Os apresentadores iniciaram a aula deixando os participantes à vontade para participarem e interajam a qualquer momento. Iniciaram a discussão abordando a vida e as principais ideias de Maxwell. Na sequência, discutiram o experimento de Hertz e as ondas eletromagnéticas. Abordaram a ideia do éter, defendida por muitos cientistas no século XIX. Colocaram em cheque se a descoberta do rádio deveria ser atribuída a Marconi (1874-1937) ou ao padre brasileiro Roberto Landell de Moura (1861-1928). Realizaram uma ótima contextualização histórica sobre esses fatos e, após uma boa discussão sobre o assunto, demonstraram a montagem de um rádio com as mesmas características do que o de Marconi utilizando materiais modernos como:

caixas de som, telefone celular, interruptor, etc. O aparato experimental ficou muito interessante e aguçou a curiosidade dos participantes.

Os apresentadores questionaram aos participantes durante todo o processo e resultou em uma participação intensa e produtiva. Em certos casos, o professor-pesquisador pôde verificar que os apresentadores trabalharam na ZDP dos participantes, ficando claro quando eles abordaram a diferença entre uma onda de rádio AM e uma FM. Os participantes não sabiam explicar corretamente o que as diferencia, porém com o auxílio dos questionamentos e ensinamentos dos apresentadores, conseguiram interpretar corretamente a diferença.

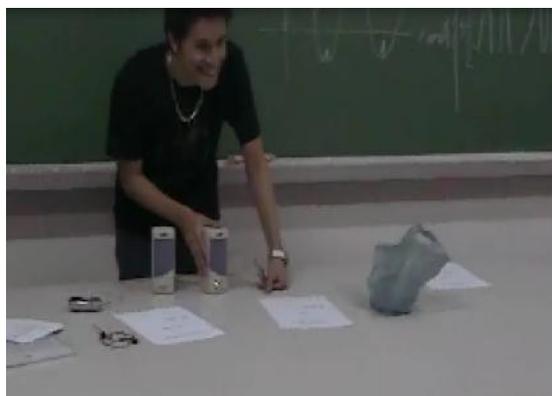


Figura 32 - Apresentadores realizando a transmissão de ondas de rádio.

O quarto grupo lecionou uma aula sobre “Propriedades da Luz” na qual foram abordados os experimentos com o prisma de Newton e com as fendas de Young. As apresentadoras iniciaram a aula fazendo alguns questionamentos sobre fenômenos envolvendo luz, dando ênfase à formação do arco-íris. Ocorreu uma breve discussão sobre o assunto, na qual foram destacadas as ideias da reflexão total e da dispersão da luz. Foi realizada a leitura de um texto que abordava o experimento realizado por Newton no qual a luz solar foi decomposta em um prisma e sobre o experimento realizado por Young, o qual utilizou fendas para comprovar a teoria ondulatória da luz. Não houve interação com a turma durante a leitura do texto. As apresentadoras não incorporaram as ideias anteriormente discutidas na disciplina, no que tange a preparação de questões que auxiliam a estimular a participação do grupo, culminando em interações sociais.

As apresentadoras levaram folhas de cartolina, grafite, tesoura, fita adesiva, caneta laser, lanterna e um prisma para realizarem os experimentos. Foram distribuídos materiais para que os participantes pudessem confeccionar o modelo para o experimento com as fendas. Os participantes conseguiram reproduzir o modelo facilmente e o utilizaram com a caneta laser para realizar o experimento.

Dentre todas as aulas ministradas pelos professorandos, essa foi a que menos incorporou os elementos discutidos na disciplina. A aula teve um caráter bastante tradicional, não foi priorizada a participação do grupo e pouco se discutiu sobre os aspectos históricos dos experimentos abordados. Ficou claro que os participantes estavam achando a aula desinteressante e cansativa. Eles se mostraram desatentos e dispersos, diferentemente do que ocorreu nas outras apresentações.



Figura 33 - Estudantes confeccionando um modelo para o experimento das fendas de Young.

O quinto e último grupo a se apresentar tratou dos geradores eletrostáticos e da garrafa de Leyden. O grupo iniciou a aula questionando se os participantes sabiam o que era um capacitor e qual era sua função. Um dos participantes respondeu a questão descrevendo os componentes de um capacitor. Em seguida, os apresentadores questionaram se o primeiro capacitor teria as mesmas características da descrição que havia sido feita. Não obtendo respostas, os apresentadores distribuíram um texto e pediram para que cada participante fosse lendo um trecho, os quais eram comentados ao final de cada

parágrafo lido. O texto abordava resumidamente a evolução histórica dos conceitos pertinentes ao tema, sem maiores preocupações com os acontecimentos que norteavam os cientistas na época da realização de tais experimentos. Apesar disso, o texto tratou da importância desses experimentos para o desenvolvimento de novas tecnologias, mostrando que a ciência é um processo em evolução sem o qual a vida moderna não existiria.

Os apresentadores fizeram uma explanação formal sobre capacitores no quadro negro, sem aprofundamentos matemáticos, e convidou os participantes a construir seus próprios capacitores. Para isso, eles levaram tubos de filme fotográfico, papel alumínio, flanelas, tubos de PVC, fita isolante, fios metálicos, esponjas de aço e uma “máquina eletrostática”. As imagens a seguir mostram os estudantes tentando carregar os capacitores cilíndricos produzidos sob a orientação dos apresentadores.



Figura 34 - Estudantes confeccionando capacitores cilíndricos e modelo de máquina eletrostática.

Finalizadas as apresentações, foi iniciada a fase de avaliação deste segundo ciclo. Pôde-se verificar que em todas as apresentações foram incorporadas e utilizadas, em níveis diferentes, algumas das ideias discutidas na disciplina. Elementos da história da ciência atrelados a atividades experimentais estiveram presentes em todos os trabalhos. A utilização de elementos da teoria de Vygotsky não foi verificada em todos, porém tivemos grupos que se apropriaram bastante dessas ideias em suas aulas.

Ao final das atividades, o professor-pesquisador pediu para que os estudantes realizassem a avaliação da disciplina a partir de um conjunto de

questões. A análise das repostas compõe parte da avaliação dos resultados deste ciclo. A seguir estão apresentadas as questões, algumas repostas dadas e comentários dos professorandos.

1 – Quais foram suas principais impressões sobre a disciplina? Destaque os pontos positivos e os pontos negativos.

Algumas respostas para a primeira questão:

“O início da disciplina foi marcado pelo estudo de alguns temas históricos, que foram abordados através das leituras de alguns textos. Na minha opinião, esta metodologia, as vezes, se torna um pouco cansativa. Posteriormente, a apresentação dos experimentos históricos foi uma experiência extremamente acrescentadora e por último as apresentações dos grupos, que também foram interessantes, motivadoras, além de serem uma boa oportunidade dos alunos lecionarem.”

“Achei interessante. Foi possível conversar sobre didática, história da ciência, experimentos para aula de Física, de maneira descontraída. Como destaque, gostaria de indicar o enfoque prático da disciplina, isto é, a forma objetiva como foi apresentada.”

“Pontos positivos: ampliação do conhecimento histórico sobre a Física; contato com métodos e forma mais interessantes para a elaboração de uma aula. Pontos negativos: utilização de muitos textos separados dos experimentos.”

“A disciplina nos fornece uma ótima visão e técnica para abordagem de algum conteúdo a ser aplicado. Elaborar uma aula é um grande fator desta disciplina.”

“Achei bastante interessante para futuros professores, não só por conhecer a história da Física, mas por aprender a interação dentro de uma sala de aula.”

“Minhas principais impressões sobre a disciplina são que a mesma desperta tanto o interesse quanto o entendimento do aluno no que diz respeito aos fenômenos físicos que nos cercam.”

“Na minha opinião, a disciplina é muito interessante e importante, pois já que queremos uma educação diferente, precisamos aprender a fazer diferente. Esta disciplina ajuda a mostrar como se deve dar uma boa aula sem que ela seja cansativa e de uma forma que os alunos realmente aprendam. A parte negativa é que não aprendemos a lidar com alunos que não têm o interesse em participar nas aulas.”

Analisando as repostas dos professorandos, verifica-se que eles aprovaram o trabalho com atividades experimentais associadas a elementos da história da ciência. Alguns deles não gostaram das leituras dos textos tratando dos fatos que nortearam os experimentos discutidos. Porém, esta etapa é considerada essencial, pois auxilia no desenvolvimento de habilidades de leitura e na discussão do assunto. Os alunos valorizam o fato de terem a oportunidade de lecionar durante o curso e alguns deles destacaram o papel positivo das interações sociais durante uma aula.

2 – Você conseguiu perceber alguma relação entre esta disciplina e alguma outra que você já teve durante seu curso? De que maneira elas se relacionam?

Algumas respostas para a segunda questão:

“Percebi diferenças entre esta disciplina e outras em relação ao método de avaliação e de participação.”

“Não. Em disciplina de laboratório se trabalha com muitos experimentos, mas o foco é totalmente diferente. Neste caso, a parte histórica está sempre interligada ao experimento e a intenção é sempre despertar a atenção do aluno, ao contrário de outras disciplinas que pretendem apenas comprovar a veracidade da teoria.”

“Várias disciplinas do curso têm relação com esta, mas a grande diferença foi a capacidade de integrar discussão teórica e realização prática.”

“Sim. Elas se relacionam pelo objetivo principal de orientar o aluno para uma melhor forma de organizar uma aula e como utilizar os conhecimentos do curso integrados a fatos sociais.”

“A disciplina é semelhante à Estratégia de Ensino, no que se refere às aulas dadas pelos alunos. Em ambas as matérias foi trabalhada uma metodologia que eu não havia estudado ainda.”

“Tem bastante relação com aulas práticas (laboratório), porém de forma diferente, pois utilizamos experimentos históricos bem simples, que podem ser confeccionados pelos próprios alunos em sala.”

“Esta disciplina é bem parecida com Estratégia de Ensino, ministrada no curso de licenciatura em Física da UENF. A relação entre elas se baseia na motivação em forma de perguntas e demonstrações práticas com experimentos didáticos.”

“Há uma relação com Estratégia de Ensino. Ambas têm o objetivo de ensinar como se dar uma boa aula.”

Perante as repostas dos estudantes para a segunda questão, verifica-se que alguns deles assemelharam a disciplina com a Estratégia de Ensino, sendo que ambas buscam auxiliar o professorando a exercer sua prática futura de forma diversificada. Os alunos apontaram que a participação durante o curso foi diferenciada em relação aos outros por eles cursados, com mais interação e motivação durante as aulas. Além disso, expuseram que apesar do caráter experimental da disciplina, as práticas realizadas possuem abordagens diferentes das realizadas nos laboratórios de Física.

3 – O que você achou das apresentações dos outros grupos? As experiências didáticas, tanto a sua como a dos outros grupos, puderam lhe ajudar de alguma maneira? Qual?

Algumas respostas para a terceira questão:

“Sim, além de me apresentar uma nova forma de ver a Física, assistindo as apresentações dos outros grupos, eu pude ver fatores para me espelhar e melhorar em alguns aspectos, e também alguns erros que não devo cometer quando for lecionar.”

“A observação de outros grupos sempre é proveitosa, pois podemos reconhecer os defeitos e as qualidades dos nossos colegas, permitindo assim

que venhamos a nos corrigir ou aproveitar as estratégias pedagógicas utilizadas por eles.”

“Cada pessoa contribui com uma ideia e reunindo as sugestões e o pensamento de cada um fica mais fácil visualizar possibilidades para contextualizar o tema e criar experimentos.”

“Gostei bastante. As oportunidades de colocar em prática o conhecimento aprendido durante o curso são raras. Até o nosso estágio é composto mais por observações do que por prática (se tornando extremamente cansativo).”

“Vimos boas apresentações. Cada grupo possui uma característica própria de desenvolver o conteúdo e, este estilo, sempre pode nos ajudar em alguma dúvida, como por exemplo, na organização do tema ou na abordagem inicial.”

“No geral não achei as apresentações maravilhosas, tirando o último grupo que teve um ótimo desempenho, achei os demais deixando a desejar. Todas as apresentações serviram de exemplo, pude tirar algo de bom e de ruim, para aplicar ou não em sala de aula.”

“Todas as apresentações foram boas, umas melhores que as outras. Essas experiências didáticas me ajudaram a entender a importância dos experimentos no ensino de Física.”

“Achei que foram boas as apresentações e, lógico que todos os grupos têm muito a evoluir. Sim, a observação de alguns erros cometidos pelos outros grupos.”

Analisando as respostas da terceira questão, verifica-se que praticamente todos os estudantes consideraram positivas as apresentações. Alguns destacaram que atividades dessa natureza são raras durante o curso de Licenciatura em Física. Muitos relataram que tal prática pode auxiliá-los a fazer a avaliação dos colegas e de si mesmos, com intuito de implementar táticas interessantes apresentadas por outros grupos em suas aulas. Para alguns estudantes, foi a primeira vez em que deram uma aula utilizando um aparato experimental, sendo assim despertados para a importância da utilização desse recurso no ensino de Física.

4 – Faça uma autoavaliação da sua apresentação didática nesta disciplina.

Algumas respostas para a quarta questão:

“Acredito que minha apresentação foi boa, tendo em vista a receptividade dos colegas de turma e o envolvimento deles durante a parte experimental.”

“Quando se pretende ministrar aula é necessário ter total domínio do conteúdo para não cometer erros que possam inclusive dificultar a aprendizagem do ouvinte. Acredito que não possuía esse domínio. Além disso, é preciso estar seguro e transmitir com segurança e o nervosismo me atrapalhou.”

“Poderia ter sido melhor. Em função do meu atraso não foi possível realizar um último ensaio no qual definiríamos os últimos detalhes. Com isso, a interação com a turma foi um pouco prejudicada. Em resumo, o grande ponto negativo foi o imprevisto devido à falta de um cronograma de execução bem definido.”

“Sei que ocorreram falhas, mas o grupo e eu nos empenhamos muito para realizar o melhor possível. No contexto histórico, penso que ficou bom, de forma resumida para não ficar cansativo. Acredito que o desenrolar da aula até o momento do experimento foi bom também.”

“Ao meu ver, a apresentação foi boa devido a participação da turma.”

“Confesso que não foi das melhores. Eu e minha parceira nos atropelamos um pouco e deixamos de apresentar alguns conceitos relevantes.”

“Minha apresentação foi clara, porém necessita de ajustes.”

O objetivo dessa pergunta foi verificar a capacidade de autocrítica e autor-reflexão dos estudantes. Constatou-se que a maioria deles está amadurecendo e percebeu a necessidade de melhorias nas suas aulas. A reflexão sobre a própria prática aparece como um dos fatores primordiais para a formação de professores mais preparados para a realização de um ensino com mais qualidade.

5 – Qual é sua opinião sobre o referencial metodológico de Vygotsky discutido na disciplina? Você o considerou adequado ou inadequado para o trabalho com atividades experimentais? Justifique.

Algumas respostas dadas para a quinta questão:

“Achei adequado, pois é muito importante fazer uma ponte da disciplina, da parte teórica e experimental com o cotidiano dos alunos.”

“Interessante. Pode ser adequado quando se pretende uma participação maior do grupo de alunos.”

“Concordei muito com ele. Penso que a interação com o aluno é fundamental para o andamento da aula. Além disso, é mais fácil partir do que o aluno já sabe.”

“A metodologia de Vygotsky é interessante junto aos trabalhos experimentais, que quando bem trabalhados, mostram diferentes maneiras de ensinar conceitos.”

“Adorei o método e acho que o interacionismo proposto em suas ideias se aplica a qualquer disciplina, não só às ciências. A interação entre aluno e professor, além de trazer mais o estudante para a sala de aula, quebra um pouco a distância entre ele e o educador, fazendo com que se sintam mais à vontade.”

Boa parte dos participantes aprovou as ideias discutidas sobre a teoria de Vygotsky, considerando apropriada para o trabalho com atividades experimentais, sendo destacado o fato de ela ter o potencial de quebrar uma barreira existente entre o professor e os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Apesar disso, o professor-pesquisador percebeu, durante as apresentações dos professorandos, dificuldades para o desenvolvimento de uma aula pautada na interação entre os participantes. Os grupos buscaram estabelecer interações durante a aula, porém um deles não conseguiu tal efeito e acabou utilizando um enfoque tradicionalista. Em contra partida, outros grupos conseguiram se apropriar de interações durante toda a aula, sendo que em certos casos conseguiram trabalhar na ZDP dos participantes.

6 – O que vocês sugerem para as próximas turmas? O que poderíamos fazer para melhorar esta disciplina?

Algumas respostas dadas para a sexta questão:

“A parte do referencial teórico deveria ser tratada de uma maneira menos maçante. Se possível, improvisar uma disciplina para quem não tem habilidades com ferramentas utilizadas na montagem dos experimentos.”

“Gostei da disciplina e no momento eu não tenho ideias para melhorá-la. Acredito que com o tempo surjam modificações, mas nada tão necessário.”

“Avaliar a evolução dos alunos: pedir os alunos para elaborarem um primeiro experimento e depois abordar a teoria proposta. Repetir isso numa segunda etapa para avaliar a evolução do primeiro para o segundo trabalho.”

“Duas apresentações por grupo para ser possível avaliar a evolução.”

“Achei a disciplina bem fundamentada. Não tenho nenhuma crítica.”

“Na parte teórica, redução de textos e especificar mais como trabalhar com alunos de grupos distintos. Realizar uma avaliação escrita sobre o que o estudante entendeu sobre as ideias de Vygotsky.”

Essa questão teve o objetivo de auxiliar na reflexão para programação de melhorias na próxima vez em que esta disciplina fosse lecionada. Foram destacadas necessidades de maior treinamento ferramental para estudantes que não têm habilidades, aumento no número de aulas lecionadas pelos participantes, com intuito de contribuir para a melhoria de suas práticas, e aprimoramento na discussão de como trabalhar as atividades propostas com grupos diversificados. Sem dúvida, o retorno dado pelos alunos é crucial para que o professor-pesquisador possa planejar melhorias de futuras práticas em sala de aula.

7 – Você utilizaria algum dos elementos estudados nesta disciplina em suas futuras aulas como professor de Física? Quais? Por que?

Algumas respostas dadas para a oitava questão:

“Usaria o método de interação, pois é um método bastante interessante para passar o conhecimento.”

“Com certeza! Inclusive já utilizei um, a experiência com a folha de papel aberta, amassada, dobrada, etc, para explicar a queda dos corpos. Acho que é muito importante a interação com os alunos e mostrá-los como a Física realmente existe e está presente, só que muitas vezes não percebemos.”

“Eu usaria principalmente os experimentos e a visão histórica, para mostrar aos alunos a evolução das ideias da Física.”

“Sim. A interação com o aluno, o foco histórico, a utilização do que o aluno já conhece. Porque melhoram a aula, permitem o conhecimento dos alunos e facilita o papel do professor.”

“Com certeza. Buscar sempre a participação dos alunos, contextualizar o conhecimento, sempre que possível apresentar experimentos, apresentar o cientista como um ser humano participante da vida em sua época.”

“Com certeza, os fatos históricos e a experimentação.”

“Sim. A metodologia de Vygotsky e a do professor João (rsrs) são muito interessantes e importantes para qualquer ensino. Devemos levar os alunos a aprender e a saber praticar, não apenas decorar.”

Verifica-se que os professorandos pretendem utilizar elementos discutidos durante a disciplina optativa em suas futuras aulas. Um deles relatou que já havia utilizado uma das estratégias com seus alunos de ensino fundamental. Isso mostra que ação desenvolvida foi capaz de auxiliar na prática desse estudante. Alguns alunos relataram que pretendem utilizar elementos da teoria de Vygotsky em suas aulas, pois a consideraram facilitadora na construção do conhecimento. E mais, alguns estudantes declararam ter o intuito de utilizar os experimentos e a visão histórica. Percebe-se que todos os participantes pretendem utilizar determinados elementos abordados durante a disciplina.

5.2 Conclusões sobre o segundo ciclo

Durante este segundo ciclo, com duração de um semestre, foi posto em prática o planejamento realizado perante resultados obtidos nas etapas anteriores. Para isso foi criada a disciplina “Prática docente a partir de

experimentos históricos”, na qual o desenvolvimento das atividades foi dividido em três etapas.

Na primeira etapa foi constatado que os estudantes quando convidados para participar da leitura do texto se sentiram mais à vontade para discuti-lo. Na primeira aula, os alunos opinaram bastante sobre as dificuldades no ensino de Física e levantaram várias questões sobre a EJA, visto que muitos deles ainda não conheciam essa modalidade de ensino. Entre as discussões em sala de aula, a mais participativa foi sobre “os mais belos experimentos científicos”. Nas aulas sobre a teoria de Vygotsky, os estudantes participaram um pouco menos do que nas outras e alguns deles as consideraram maçantes. Com isso percebemos a necessidade de uma reformulação ao tratamento dado a essa teoria em sala de aula, planejando maneiras diferenciadas de abordá-la.

Na segunda etapa foi verificado que alguns estudantes possuem boas habilidades para a confecção de aparatos experimentais com materiais de fácil aquisição, mesmo assim dois estudantes acreditam que seja necessária uma melhor capacitação nessa área. A discussão sobre os trechos dos textos utilizados atrelados à utilização dos aparatos confeccionados fez com que os estudantes participassem e interagissem bastante. O professor-pesquisador pôde exemplificar a utilização de elementos da teoria de Vygotsky e, assim, os alunos começaram a entender melhor os conceitos anteriormente discutidos sobre a citada teoria.

Alguns estudantes consideraram que a utilização de um roteiro prévio com questões para direcionar a discussão em sala de aula pode ser bastante útil para que a interação social não fuja do assunto principal em discussão.

Pelas respostas dos estudantes ao questionário aplicado no final do curso, pode-se concluir que eles consideraram como enriquecedoras as aulas nas quais a construção do conhecimento ocorre a partir de interações sociais, visto que a troca de significados entre eles auxiliou na compreensão de determinados conceitos.

Na terceira etapa deste ciclo foi verificado que os professorandos se apropriaram, em níveis diferentes, dos elementos discutidos durante a disciplina em suas aulas. Todos os grupos trouxeram atividades experimentais condizentes com a proposta de utilização de experimentos com ênfase histórica. Alguns grupos utilizaram satisfatoriamente as ideias da teoria de

Vygotsky e buscaram iniciar a aula a partir do conhecimento prévio dos participantes. O caráter prático da disciplina foi destacado como necessário e importante por alguns estudantes, o que mostra a necessidade de incentivo a essa práxis na formação inicial de professores de Física. Todos os participantes declararam que desejam utilizar certos elementos apresentados durante suas futuras aulas. Uma aluna declarou que já havia utilizado o modelo de aula sobre a queda dos corpos com seus alunos, o que surge como resultado positivo da proposta. Assim, conclui-se que todas as ideias discutidas e trabalhadas possuem potencial para auxiliar os professorandos em suas futuras práticas.

Como o professor-pesquisador nunca havia desenvolvido um trabalho desta natureza, a disciplina “Prática docente a partir de experimentos históricos”, foi fundamental para que pudesse ser criada uma proposta didática com suporte nas ideias discutidas. Apesar das discussões durante a disciplina, o professor-pesquisador não orientou aos professorandos sobre quais ou em qual ordem deveriam utilizar as ideias apresentadas. Após a avaliação das aulas lecionadas pelos professorandos e do questionário final, o professor-pesquisador iniciou a elaboração da proposta didática. Sem dúvida, toda a experiência vivenciada será útil para a prática futura do professor-pesquisador, seja no desenvolvimento e aprimoramento dessa proposta, seja em suas aulas para o ensino de Física, seja em suas aulas para a formação de professores.

Durante as apresentações dos professorandos, o professor-pesquisador começou a pensar como poderia fazer algum elo entre as apresentações dos professorandos e a EJA. Nesse momento, os professorandos foram convidados a lecionarem suas aulas para grupos de EJA, porém devido a um choque de horário entre as aulas de ambos os grupos não foi possível realizar essa atividade.

Sendo assim, não foi possível saber se a estratégia abordada durante a disciplina optativa seria facilitadora da aprendizagem de tópicos de Física para turmas de EJA. Em vista do ocorrido, algumas questões vieram à tona:

- Como poderia ser criada uma proposta didática para utilização dos elementos discutidos para ser utilizado na EJA?
- Este modelo seria apropriado para o ensino de Física para a EJA?

- Quais seriam as impressões dos estudantes de EJA perante uma aula desta natureza?

Essas questões originaram o último ciclo desta pesquisa, no qual o professor-pesquisador elaborou uma proposta didática, foi às salas de aula de EJA e avaliou a adequação e a potencialidade desta proposta para o ensino de Física para esse público.

TERCEIRO CICLO: UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO COM TURMAS DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Este capítulo representa o último ciclo desta pesquisa de Doutorado. Isso não significa que a reflexão sobre a prática dos envolvidos se encerre por aqui. De acordo com os estudos realizados neste doutorado, foi possível compreender que o repensar sobre a prática de ensino deve ser permanente na vida de um educador. Sem dúvida, os resultados desta etapa servirão para dar prosseguimento à cultura de investigação continuada.

Nos ciclos anteriores foi verificado que o trabalho com atividades experimentais pode propiciar melhores resultados, se ancorado em uma metodologia de ensino adequada. Devido aos estudos anteriores do pesquisador foi dada ênfase às ideias de Vygotsky, o qual dizia que os experimentos deveriam servir para iluminar os processos e deveriam oferecer o máximo de oportunidades para o sujeito se engajar nas atividades a serem observadas ao invés de controladas.

De acordo com as questões levantadas ao final do ciclo passado, pretende-se verificar no ciclo atual se o entrelaçamento das ideias apresentadas no segundo ciclo é capaz de proporcionar aos estudantes de EJA o aprendizado de conteúdos específicos de Física. Em vista do exposto, foi elaborada uma proposta didática para servir de base para que atuais professores da EJA pudessem se orientar e desenvolver com mais facilidade seu trabalho em suas aulas.

A proposta didática é composta por cinco etapas, a partir das quais foram realizadas duas atividades de pesquisa em salas de aula de turmas PROEJA. Os procedimentos das atividades estão apresentados e discutidos neste capítulo.

6.1 A elaboração da proposta didática

O planejamento deste ciclo da pesquisa foi iniciado com a elaboração da proposta didática. Toda a estratégia levou em consideração as principais dificuldades para o ensino de Física para EJA, relatadas no início desta pesquisa:

- **a falta de conhecimentos matemáticos** – foi priorizado o aprendizado de conceitos físicos, a serem discutidos a partir das ideias prévias dos alunos, das atividades experimentais e da contextualização da situação a partir de elementos da história da ciência;

- **o número reduzido de aulas semanais** – cada atividade foi planejada de modo que pudesse ser discutida durante as duas horas semanais;

- **a falta de habilidades de leitura** – a rotina da leitura de textos, assim como foi feito com os professorandos anteriormente, de modo a estimulá-los a ler e aprimorar suas técnicas de leitura.

Como se pretende que os resultados desta investigação possam ser utilizados por professores de EJA, foram elaboradas sequências didáticas para guiarem o trabalho dentro de sala de aula. A estratégia didática foi organizada em cinco etapas.

Etapa 1 – Sondagem inicial das concepções dos estudantes sobre o tema: para cada um dos temas elabora-se uma situação problematizadora a ser respondida pelos estudantes logo no início da aula dentro de cerca de quinze minutos. O professor deve utilizar as respostas como parâmetro para a verificação da evolução das ideias dos estudantes futuramente, e também para dar início ao processo de interação social entre os participantes.

Etapa 2 – Estabelecimento de intercâmbio de ideias: ao término da primeira etapa o professor deve recolher as folhas com as respostas e distribuí-las aleatoriamente de modo que um estudante leia a resposta do outro, com intuito de confrontar as ideias. O confronto deve ser utilizado como início do processo de interação entre os participantes. É fundamental que o professor esteja muito ciente do que deseja apresentar para os estudantes, de modo que possa direcionar a discussão sem deixá-la fugir do fio condutor da aula. O professor tem o papel de mediador das ideias provindas das interações e para

fazê-lo é necessário que elabore previamente uma série de questões que possam ser utilizadas ao longo da discussão com intuito de levar os alunos a refletirem sobre suas considerações e de elaborarem em conjunto conceitos mais adequados sobre o tema estudado.

Etapa 3 – Utilização das atividades experimentais com ênfase histórica: após a discussão sobre as ideias dos estudantes o professor deve levantar questionamentos pertinentes com a atividade experimental planejada. A seguir o professor deve iniciar as atividades experimentais. Agora, o intercâmbio de ideias deve continuar ativo com a utilização das questões previamente elaboradas e as atividades devem ser utilizadas não somente para demonstrar um determinado fenômeno, mas para instigar os alunos a participarem da discussão e para “lapidar” suas concepções sobre o tema de estudo.

Etapa 4 – Leitura e explanação dos textos de apoio: durante o planejamento da aula, o professor deve elaborar um texto que contemple aspectos relacionados à evolução científica dos conceitos discutidos e de acontecimentos sociais pertinentes à época em que o experimento foi realizado.

Após o trabalho com as atividades experimentais o professor deve distribuir os textos aos estudantes, sendo que cada um deve ler um trecho. Ao término da leitura de cada parágrafo, o professor deve realizar uma discussão com estudantes, sempre os questionando sobre as ideias apresentadas e a relação com as ideias discutidas durante a aula. Assim, são favorecidas habilidades de leitura, crítica e reflexão.

Etapa 5 – Avaliação: o professor deve realizar a avaliação da aprendizagem, porém esta não deve ser feita logo após a estratégia. A avaliação pode ser feita a partir de questões relacionadas ao tema de estudo, com objetivos similares aos das questões da primeira etapa, de modo a verificar uma possível evolução conceitual.

Na sequência serão apresentados e discutidos os trabalhos realizados com turmas de PROEJA. Todas as aulas ministradas com o material produzido foram filmadas com devida permissão do professor e dos alunos para que pudesse ser feita uma análise apurada das interações que ocorreram.

Dando continuidade ao planejamento deste ciclo, foram estabelecidas parcerias com dois professores do IFF de Campos dos Goytacazes, com os quais foi acordado que seriam feitas duas inserções em suas turmas de PROEJA, nas quais seriam testadas a eficiência e a adequação do modelo didático elaborado.

Foi realizada a análise do cronograma da disciplina desses professores para que se planejassem com cautela os tópicos a serem trabalhados. Um dos professores lecionava para uma turma de Módulo1 e o outro para uma turma de Módulo 3, ambas do curso de eletrônica. O curso no PROEJA é realizado em seis semestres, sendo que cada semestre corresponde a um módulo. O ANEXO 1 traz a matriz curricular do curso de eletrônica no IFF. Foi decidido conjuntamente que na turma de Módulo1 seria abordado o movimento de corpos em queda livre, pois eles estavam iniciando o estudo de cinemática, e na turma de Módulo 3, os geradores de eletricidade, pois eles haviam começado a estudar correntes elétricas. A escolha dos temas também se deu pelo fato de terem sido abordados com os professorandos na disciplina optativa, sendo que um dos intuitos deste ciclo é verificar a adequação dos materiais produzidos anteriormente, quando trabalhados com turmas de EJA.

6.2 O trabalho sobre a queda dos corpos com a turma de Módulo 1 do PROEJA

A fase de ação deste ciclo foi iniciada nas salas de aula de PROEJA para exploração e desenvolvimento da proposta didática. A primeira etapa da aula condiz com uma breve sondagem das concepções dos estudantes sobre o tema. Para a aula com a turma de Módulo 1 foi utilizada a seguinte situação problematizadora.

Concepções sobre a queda dos corpos

Em uma aula de Física, o professor pediu a seus alunos para investigarem o problema da queda dos corpos. Propôs que utilizassem objetos simples, como uma pedra e uma folha de papel e que soltassem estes objetos separadamente de uma mesma altura do solo para chegarem a suas próprias conclusões.

1 – Imagine que você faça parte desse grupo de alunos e que tenha feito tal experimento com a pedra e a folha de papel. Imagine ainda que um colega possa medir o tempo de queda de cada um dos corpos com um cronômetro. Qual dos dois levará menos tempo para chegar ao solo, ou seja, qual chegará mais rapidamente ao chão? Justifique sua resposta.

2 – Como você faria para medir o tempo de queda dos corpos se vivesse em uma época em que não existissem relógios?

Quadro 11 - Situação problematizadora inicial sobre a queda livre dos corpos.

A análise dessas questões foi realizada num momento posterior à aula, porém as respostas foram utilizadas para iniciar a interação com os alunos. As fichas respondidas foram distribuídas aleatoriamente para que os estudantes lessem as ideias de seus colegas. A partir daí, o pesquisador iniciou a discussão sobre a primeira questão e idealizou a situação descrita, utilizando uma chumbada de pescaria e uma pena (Figura 35A).

Todas as atividades experimentais foram produzidas com materiais de fácil aquisição e de custo acessível, para que pudessem ser reproduzidas por professores ou até mesmo pelos seus alunos em trabalhos escolares ou feiras de ciências. As atividades experimentais com ênfase histórica utilizadas nas aulas podem ser vistas a seguir.

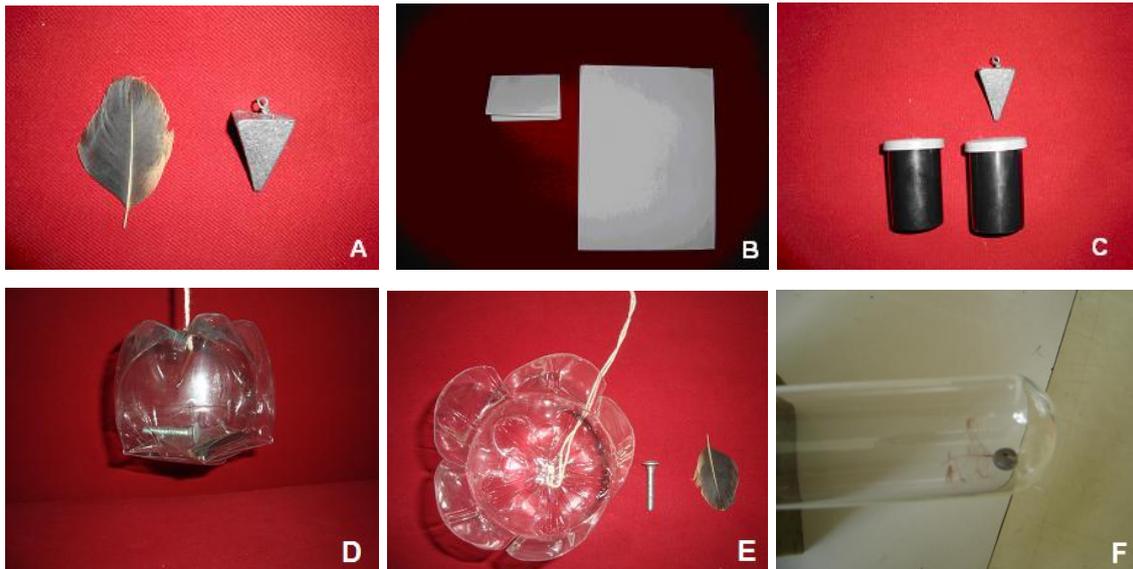


Figura 35 - Materiais utilizados para realizar as atividades experimentais: A) pena e chumbada; B) folhas de papel; C) potes com massas diferentes; D) e E) parafuso e pena no interior de pote transparente utilizados na aula; e F) tubo de Newton utilizado durante a aula.

Com os objetos citados nas mãos, o pesquisador perguntou aos alunos qual dos dois chegaria primeiro ao solo se ambos fossem soltos da mesma altura e ao mesmo tempo. Alguns alunos responderam que os objetos cairiam juntos e outro disse que “depende”. O pesquisador perguntou do que dependia e a resposta foi:

Aluno A: “Depende se estiver no vácuo ou não.”

Verifica-se aqui certo grau de conhecimento do aluno sobre o assunto. Nesse momento, um aluno fez um comentário interessante:

Aluno A: “No vácuo não vai ter atrito.”

Pesquisador: “Atrito entre quais corpos?”

Aluno A: “Não tem atrito com o ar.”

O pesquisador perguntou se todos os estudantes concordavam e muitos discordaram. Foi então perguntado o que, na opinião deles, influenciava na queda dos corpos. Várias respostas foram dadas: atrito, peso, gravidade, formato. Nesse momento, o pesquisador soltou a chumbada e a pena juntas de

uma mesma altura e foi verificado que a chumbada chegou ao chão primeiro. Eis que surge a grande questão: por que ela caiu mais rapidamente?

A maioria dos alunos disse que a chumbada caiu mais rapidamente porque ela era mais pesada ou mais densa. Apenas dois alunos discordaram, adeptos de que no vácuo os objetos cairiam ao mesmo tempo, porém não sabiam dar melhores explicações sobre o ocorrido. Nesse momento, uma aluna fez um comentário interessante:

Aluno B: “Não pode! Se eu soltar um quilo de algodão junto com um quilo de chumbo, eles não chegarão juntos ao solo, mas os dois têm um quilo.”

O pesquisador pegou duas folhas de papel (Figura 35B) e perguntou aos estudantes se elas eram iguais e praticamente de mesma massa. Todos concordaram que sim. Uma das folhas foi dobrada e os alunos foram questionados se a massa dela alteraria por esse fato. Eles responderam que não e concordaram que estariam sendo investigados dois objetos de massas iguais. A folha dobrada e a folha esticada foram abandonadas da mesma altura e foi verificado que a folha dobrada chegou primeiro ao piso. O pesquisador perguntou o que poderia ser concluído com o experimento e alguns alunos responderam que o peso, ou a massa, não influenciavam no tempo de queda de um corpo.

O pesquisador realizou novamente o experimento, porém agora amassou a folha que estava esticada e soltou junto à folha dobrada. Os estudantes foram percebendo que quanto mais a folha era dobrada, mais parecido ficava seu tempo de queda em relação à folha que fora amassada. O pesquisador perguntou por que isso estava acontecendo e uma aluna disse:

Aluno C: “Porque o atrito está diminuindo.”

Pesquisador: “E por que o atrito está diminuindo?”

Aluno C: “Porque diminuiu a área de contato.”

Aluno B: “Não disse que o formato influencia!”

Para testar essa preposição, o pesquisador pegou dois tubinhos de filme fotográfico, um com um pouco de areia e outro com uma chumbada em seu

interior (Figura 35C). O pesquisador pediu para que um aluno avaliasse se os tubinhos tinham massas diferentes e ele disse que isso era fácil de ser percebido.

O pesquisador então perguntou se ele soltasse os dois juntos e de uma mesma altura, qual chegaria mais rapidamente ao solo. Mesmo após a atividade com as folhas de papel alguns estudantes responderam que o mais pesado cairia primeiro, mostrando como certas concepções ficam enraizadas nas ideias dos alunos e como é difícil fazer com elas se modifiquem.

Pesquisador: “Mas o que nós acabamos de concluir com as folhas de papel?”

Aluno D: “Vão chegar juntas.”

Pesquisador: “Porque vão chegar juntas.”

Aluno E: “Porque o formato é igual e o peso não importa.”

O pesquisador soltou os tubinhos da mesma altura e os alunos observaram que ambos chegaram praticamente juntos ao solo.

Aluno F: “Apesar das massas serem diferentes, a área de contato é a mesma, por isso chegam juntas”

Como inicialmente dois estudantes haviam dito que os corpos caíam juntos se estivessem no vácuo, o pesquisador perguntou para eles o que eles entendiam por vácuo.

Aluno A: “É um lugar onde existe pouco ou nenhum ar.”

Pesquisador: “Então se soltarmos dois corpos de diferentes massas em um local com pouco ou nenhum ar os veremos tendo o mesmo tempo de queda?”

Aluno A: “Acho que sim.”

Aluno G: “Não tem interferência do ar no vácuo, vão cair juntinhas lá.”

Para testar tal ideia, o pesquisador utilizou um Tubo de Newton (Figura 36), o qual contendo internamente uma bolinha e uma pena. O pesquisador explicou para os estudantes, que no interior do tubo havia sido feito um

pequeno vácuo e que a quantidade de ar atmosférico era menor do que a existente na sala de aula.



Figura 36 - Pesquisador utilizando o tubo de Newton.

Os estudantes acompanharam a atividade, que foi repetida diversas vezes devido à dificuldade para visualizar os corpos caindo simultaneamente, e ficaram impressionados com o efeito.

Pesquisador: “O que podemos concluir com este experimento?”

Aluno C: “Que se não tiver ar os corpos pesados e leves caem juntos.”

Pesquisador: “Mas qual é a influência do ar neste processo?”

Aluno C: “É ele que gera o atrito com o corpo, sem atrito eles caem juntos.”

O pesquisador citou o experimento realizado na lua com o martelo e a pena, ressaltando que lá a atmosfera é muito tênue. Para dar continuidade à ideia da influência da resistência do ar na queda dos corpos, o pesquisador apresentou um modelo no qual a resistência do ar é eliminada, baseada no trabalho de Lunazzi e Paula (2007). A confecção do modelo foi explicada para que os alunos interessados pudessem reproduzi-lo. O experimento consiste de um pote cortado e moldado a partir de uma garrafa pet, com um parafuso e uma pena no seu interior, apoiados no fundo do pote, o qual elimina a ação da resistência do ar sobre os dois corpos (Figuras 35D, 35E).

O pesquisador perguntou aos alunos quem chegaria primeiro ao solo se soltasse a pena e o parafuso fora da garrafa. Eles responderam que seria o parafuso, pois a resistência do ar sobre a pena era maior. Foi perguntado aos

alunos o que aconteceria se os dois corpos fossem soltos da mesma altura, porém dentro da garrafa. Várias foram as interações nesse momento:

Aluno H: “Chegarão juntos ao chão.”

Pesquisador: “Por quê?”

Aluno H: “Porque vão acompanhar o movimento da garrafa.”

Aluno: “Porque o atrito é o mesmo nos dois agora, mas tem atrito?”

Pesquisador: “Para que serve o fundo plano da garrafa?”

Aluno I: “Para eliminar o atrito com os corpos. Então não tem!”

Aluno B: “Se não tem atrito sobre eles vão cair juntos.”

O pesquisador realizou o experimento diversas vezes para que todos pudessem verificar que, eliminando a resistência do ar sobre os dois corpos, eles chegariam juntos ao solo. Após toda essa discussão com base em atividades experimentais, o pesquisador questionou qual o fator primordial que determina a queda dos corpos. Os alunos responderam que a resistência que o ar oferecia a passagem dos corpos era o principal fator.

O pesquisador começou a relatar que a problemática relacionada à queda dos corpos era estudada desde a época de Aristóteles e que suas ideias prevaleceram durante muitos séculos, até que Galileu, no século XVII, deu uma nova conotação para a situação.

O pesquisador continuou utilizando as questões da primeira etapa para dialogar com os estudantes, questionando-os sobre o que eles responderam na segunda questão, a qual tratava da medição do tempo de queda de um corpo numa época em que não existiam relógios. A melhor resposta dada durante a aula foi a utilização de uma ampulheta, dada por um único aluno, sendo que a maioria disse que fazia contagem mental. O pesquisador tratou da pouca precisão de uma contagem mental e explicou quais eram as alternativas para marcação de tempo na época de Galileu Galilei.

O texto foi distribuído de apoio (APENDICE 5) para os estudantes. O pesquisador pediu para que cada aluno lesse um parágrafo que era comentado e discutido após a leitura.

No texto trabalhado com a turma de Módulo 1 foram tratadas as primeiras tentativas do homem para explicar a queda dos corpos, dando destaque à

visão aristotélica e sua aceitação durante séculos. Foram expostas as ideias de Galileu Galilei sobre a queda dos corpos e discutidas suas hipóteses experimentais para o fenômeno, culminado na primeira tentativa moderna de verificação experimental de uma teoria física com a utilização do “Plano Inclinado”.

Ao final da aula foi mostrado para a turma o vídeo no qual os astronautas soltam o martelo e a pena na lua. O pesquisador agradeceu a colaboração de todos e os alunos se mostraram interessados e motivados. Um mês após essa atividade, foi realizada a etapa da avaliação da aprendizagem (Quadro 11), a qual foi baseada no trabalho de Hülsendeger (2004).

Diálogo sobre a queda dos corpos

Dois alunos do IFF Campos estavam discutindo após uma aula de mecânica, a queda dos corpos sob diferentes pontos de vista, sendo que um tentava convencer o outro que tinha razão.

João: Um corpo com maior peso cai mais rápido que um corpo com menor peso, quando largados de uma mesma altura. Eu posso provar isso largando uma pedra e um pedaço de isopor. Percebeu como a pedra chegou antes? Viu como tenho razão?!

Paulo: Eu discordo! Posso deixar uma folha aberta e esticada de papel cair e em seguida soltar da mesma altura uma folha semelhante, porém amassada que esta chegará primeiro ao chão. Como isto é possível se o peso da folha amassada ou esticada é o mesmo? De acordo com sua ideia deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!

1 - Com qual dos alunos você concorda? Justifique.

2 - Imagine que você tem que provar o que está dizendo na resposta anterior, e que uma maneira interessante seria medir o tempo de queda dos corpos. Porém, imagine que você está no século XVI, numa época em que não existiam relógios como os que conhecemos atualmente para fazer essa medição. Como você realizaria a medida do tempo sem ter um relógio à mão?

3 - Como você provaria seu ponto de vista sem precisar medir o tempo de queda dos corpos?

Quadro 12 - Avaliação aplicada aos alunos sobre a queda dos corpos.

Aqui, o pesquisador iniciou a fase de análise dos resultados da ação desenvolvida, realizando comparações com os resultados obtidos na primeira etapa e os da última etapa.

A análise das respostas da situação problematizadora inicial (Quadro 11) mostrou que 91% dos estudantes acreditavam que a pedra cai mais rapidamente (Figura 37) porque é mais pesada, tem mais massa, ou é mais densa. Além disso, indicou que esse grupo de estudantes desconhecia técnicas antigas de medição de tempo (Figura 37). Os resultados das duas questões respondidas inicialmente pelos alunos são apresentados a seguir.

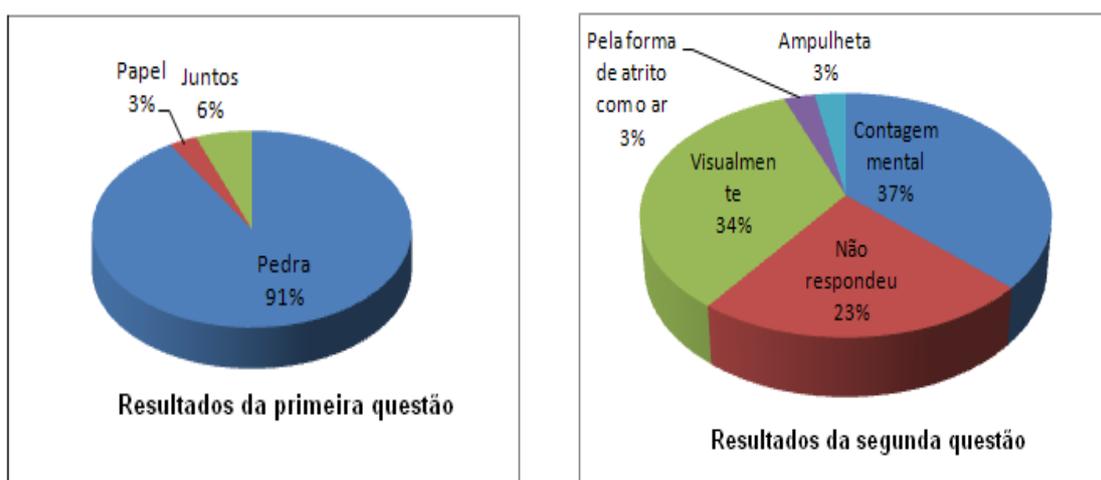


Figura 37 - Resultados da situação problematizadora sobre a queda dos corpos.

Algumas repostas para a primeira questão podem ser vistas a seguir:

“A pedra, pois é bem mais pesada que a folha de papel.”

“A pedra devido ela ser mais densa que o papel.”

“A pedra, pois seu peso é maior e isso dará a ela maior velocidade.”

Foram encontradas algumas respostas que faziam uma leve referência a geometria dos corpos:

“A pedra chegará ao chão mais rápido, porque ela é mais pesada. A folha de papel por ser mais leve, também pode sofrer influência do vento.”

“A pedra, porque é mais pesada que o papel. Como o papel é mais plano isso faria ele planar por alguns segundos a mais.”

Apenas um estudante acreditou que o papel chegaria primeiro, sem maiores justificativas e outros dois responderam que os corpos chegariam juntos com explicações interessantes:

“A pedra corta o ar com mais rapidez. Se fosse no vácuo cairiam juntos”

“Os dois objetos chegariam juntos ao mesmo tempo ao chão, pois independente da massa deles o que atrai é a gravidade exercida sobre eles.”

A análise das questões da avaliação realizada um mês após o trabalho em sala de aula mostrou que na primeira questão 84% dos estudantes concordaram com as ideias de Paulo, que contesta a ideia de que um corpo pesado cai mais rápido que um corpo leve. Algumas justificativas dadas pelos estudantes podem ser vistas a seguir:

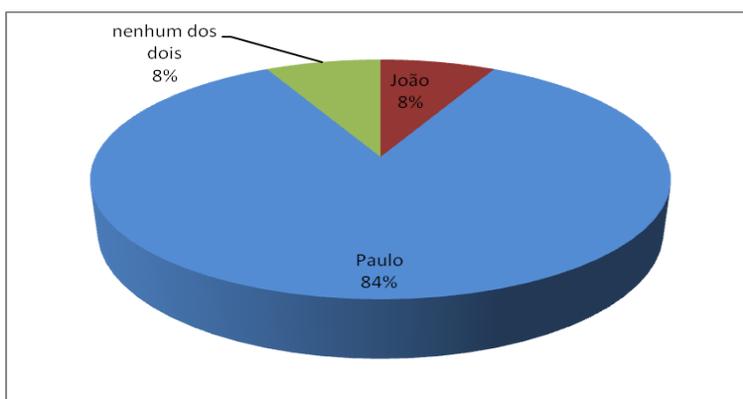


Figura 38 - Resultados da primeira questão da avaliação.

“Eu concordo com Paulo, porque não é o peso que influencia na velocidade da queda de algum objeto. A forma do objeto, ou seja, sua área de contato é o que influencia na velocidade de sua queda.”

“Paulo. O que influencia na queda de dois corpos é a resistência do ar e não o peso.”

“Paulo, porque as folhas tem o mesmo peso, mas a folha esticada tem um atrito maior com o ar e por isso cai depois.”

“Com Paulo, pois não é o peso que conta na hora de medir qual corpo cai primeiro, e sim qual é a sua resistência com o ar, se é grande ou pequena. Quanto maior sua resistência com o ar, mais devagar esse corpo vai cair.”

Estes resultados mostram uma evolução nas ideias dos estudante sobre o assunto. Na situação problematizadora inicial, cerca de 91% acreditava que quanto mais pesado o corpo mais veloz era sua queda, enquanto que na avaliação, apenas 8% permaneceu com essas concepções.

Na segunda questão da avaliação, a qual estava presente na situação problematizadora inicial, percebe-se que as discussões em sala de aula foram cruciais para que cinquenta e sete por cento dos alunos referenciasse algumas das técnicas antigas de contagem de tempo, como a ampulheta e o pêndulo. Percebe-se também referências ao plano inclinado destacado no texto de apoio. No entanto, alguns estudantes permaneceram com as mesmas ideias que possuíam, se referenciando à contagem mental para medidas de tempo.

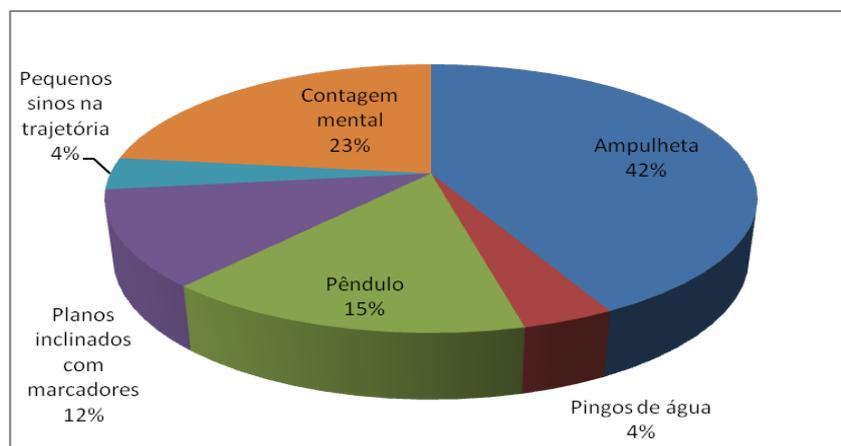


Figura 39 - Resultados da segunda questão da avaliação.

Na terceira questão da avaliação, mais da metade dos alunos citou algum dos experimentos realizados durante a atividade, o que mostra o quanto elas foram significativas e importantes para a apropriação dos conceitos.

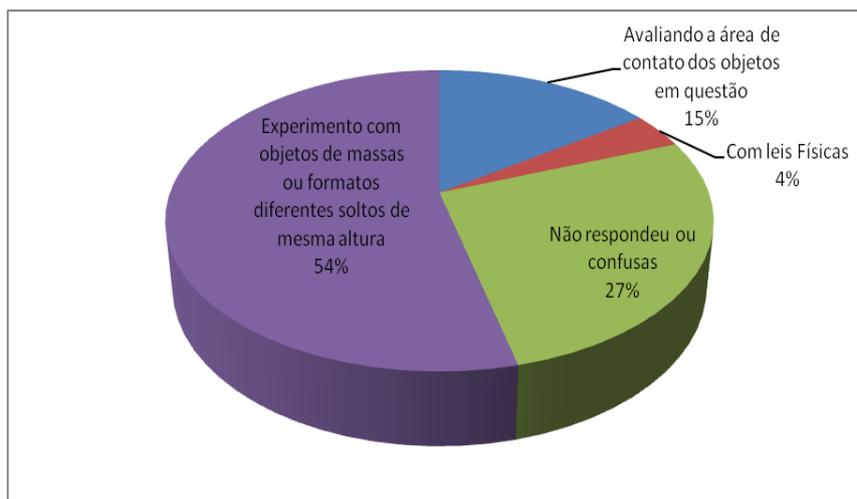


Figura 40 - Resultados da terceira questão da avaliação.

Algumas respostas dos estudantes são apresentadas a seguir.

“Eu soltaria objetos diferentes, mas de mesma massa juntos de uma mesma altura.”

“Colocaria uma bolinha e uma pena dentro de um tubo de Newton e observaria quem cairia primeiro.”

“Realizaria uma experiência soltando diferentes objetos.”

6.3 O trabalho com os geradores de eletricidade para a turma de Módulo 3 do PROEJA

A aula com a turma de Módulo 3 de PROEJA também faz parte da fase de ação deste ciclo. De maneira análoga à realizada com a turma de Módulo 1, o pesquisador utilizou o método de aula seguindo as cinco etapas do modelo didático. A aula com esse grupo de quatorze alunos foi iniciada com a situação problematizadora a seguir:

Concepções sobre geradores de eletricidade

Após uma aula introdutória sobre eletricidade, dois estudantes do IFF, João e Paulo, estavam conversando sobre as inúmeras utilidades que a energia elétrica possui em nossa vida moderna. João ressaltou que na aula de história foi comentado que a cidade de Campos dos Goytacazes foi a primeira do Brasil a receber iluminação pública. Em resposta ao comentário, Paulo questionou como seria a vida numa época em que não havia luz elétrica. Os estudantes começaram a discutir sobre o assunto e uma das conclusões foi que os geradores de eletricidade e seus diferentes modos de transformação de energia marcaram a história evolutiva do homem.

1 – Você conhece algum método de geração de energia elétrica? Se sim, qual é o princípio de funcionamento do mesmo?

2 – Qual foi o primeiro aparato experimental capaz de gerar eletricidade de maneira que pudesse ser utilizada continuamente?

Quadro 13 - Situação problematizadora inicial sobre geradores de eletricidade.

Os estudantes tiveram quinze minutos para responder as questões acima e após a entrega das fichas, estas foram distribuídas aleatoriamente para confrontar os diferentes pontos de vista dos alunos. O pesquisador iniciou a segunda etapa da aula, com intuito de estabelecer a interação entre os participantes a partir do que eles haviam respondido na primeira questão proposta. A turma em geral parecia bem tímida e pouco acostumada a se manifestar. Mesmo assim, a discussão foi iniciada.

Pesquisador: “Vocês conhecem algum método de geração de energia elétrica?”

Aluno A: “Existem vários métodos?”

Pesquisador: “Cite alguns para nós.”

Aluno A: “Energia eólica, que usa o vento, energias nucleares...”

Pesquisador: “Você deu exemplos de formas de energia, porém a maneira como a energia elétrica é gerada não foi explicitada. Alguém tem outra ideia?”

Aluno B: “Usina hidrelétrica.”

Pesquisador: “Numa usina hidrelétrica temos a transformação de energia mecânica em energia elétrica, mas não ficou explícito na sua resposta o processo de geração. Mais ideias?”

Aluno C: “Solar em elétrica.”

Pesquisador: “Continuamos na mesma situação....”

O pesquisador percebeu que ninguém havia explicitado a geração de eletricidade nas respostas da situação problematizadora e tentou mudar o foco da discussão.

Pesquisador: “Em relação a geradores de eletricidade usuais e portáteis, vocês saberiam me dar algum exemplo?”

Não houve respostas e o pesquisador prosseguiu.

Pesquisador: “Quem fornece energia para um MP3 ou para um controle remoto?”

Aluno D: “Pilhas! Ou bateria, tipo celular.”

Pesquisador: “O que ocorre no interior da pilha que faz com que ela consiga gerar corrente elétrica e fornecê-la para os aparelhos?”

Aluno D: “Reação química.”

Nesse momento o professor teceu alguns comentários sobre a transformação de energia que ocorre em uma pilha e deu continuidade a discussão.

Pesquisador: “Qual foi o primeiro aparato experimental capaz de gerar eletricidade?”

Aluno B: “Foi a pilha?”

Aluno E: “O dínamo.”

Pesquisador: “Por que vocês acham que foi a pilha ou o dínamo?”

Aluno E: “Porque o dínamo é bem antigo.”

Pesquisador: “Alguém tem outra ideia?”

Não obtendo respostas, o pesquisador questionou se os estudantes sabiam por que a pilha possuía esse nome. Novamente não houve respostas.

Como o pesquisador percebeu a dificuldade em fazer com que os alunos participassem da discussão, ele distribuiu o texto de apoio e pediu para que cada aluno lesse um parágrafo, o qual era comentado e discutido. Assim foi possível conseguir que os estudantes prestassem mais atenção na aula e participassem mais da discussão. Durante a leitura, o pesquisador comentou alguns experimentos que poderiam ser facilmente realizados para tratar as ideias lidas. Durante os comentários do pesquisador sobre as primeiras máquinas eletrostáticas, os estudantes se mostraram mais interessados,

especialmente quando foi comentado sobre o “beijo elétrico” e o “exército saltitante”.

O texto (APENDICE 6) trabalhado com a turma de Módulo 3 era iniciado pela importância que a eletricidade tem na vida moderna e tratava das primeiras descobertas que foram feitas sobre fenômenos elétricos. Na sequência foi relatada a idealização das primeiras máquinas eletrostáticas e sua importância para novas descobertas, como a garrafa de *Leyden*. O texto destacava as principais pesquisas sobre eletricidade na época, dando enfoque aos trabalhos de Galvani e Volta que culminaram na produção da pilha elétrica. O texto trata resumidamente da importância da descoberta da pilha para o desenvolvimento de experimentos naquela época, como os de Oersted e Faraday, cruciais para o desenvolvimento de tecnologias modernas.

Houve uma boa discussão quando o pesquisador referenciou a “eletricidade animal” e sua importância para a descoberta de Alessandro Volta (1745- 1827) que idealizou a primeira pilha elétrica.

Pesquisador: “De acordo com o que acabamos de falar sobre a eletricidade animal, que materiais Volta utilizou para construir a sua pilha?”

Aluno F: “Uma rã e pedaços de ferro.”

Pesquisador: “A rã é necessária?”

Aluno C: “Não, ela faz o papel da ligação entre os metais.”

Pesquisador: “Você disse entre os metais. Com isso podemos dizer que apenas o ferro basta?”

Aluno C: “Não. Tem que ser dois metais diferentes, igual na bancada da rã.”

Pesquisador: “Certo, e o que poderia fazer o papel da rã?”

Não houve respostas para esse questionamento e o professor explicitou que uma folha de papel cartão, ou um feltro, umedecido em solução ácida poderia fazer o papel da rã.

O pesquisador explicou o processo utilizado para a construção da primeira pilha elétrica e pediu a colaboração dos estudantes para a realização da montagem de uma pilha. O pesquisador mostrou aos alunos o material que havia trazido para a montagem de um modelo similar ao construído por Volta. Os estudantes se mostraram empolgados quando o pesquisador disse que seriam realizadas atividades experimentais na aula.



Figura 41 - Estudantes realizando a montagem da pilha junto ao pesquisador.

Dando continuidade, o pesquisador realizou uma breve explanação sobre a evolução da pesquisa científica em diferentes áreas do conhecimento devido à descoberta da pilha por Volta, direcionando o foco da conversa para o experimento realizado por Oersted.

Pesquisador: “Vocês sabem o que acontece com uma bússola se ela se encontra próxima a um fio percorrido por corrente elétrica?”

Não houve respostas.

Pesquisador: “Vocês sabem como uma bússola funciona?”

Aluno G: “Para se orientar.”

Pesquisador: “Ela pode nos auxiliar em nossa orientação, mas como ela indica o sentido correto? O que orienta a bússola?”

Aluno G: “É o campo magnético?”

Pesquisador: “O campo magnético de quem?”

Não obtendo repostas, o pesquisador continuou: “A bússola é orientada pelo campo magnético da Terra. Poderia outro campo magnético desorientar a bússola?”

Aluno D: “Acho que sim.”

Pesquisador: “Vocês conhecem algum material com propriedades magnéticas?”

Aluno A: “O ímã.”

Pesquisador: “Se aproximarmos um ímã de uma bússola ele poderia desorientá-la?”

Aluno D: “Continuo achando que sim.”

O pesquisador aproximou o ímã da bússola para que os alunos vissem o efeito.

Aluno F: “Mexeu bastante, né?”

Pesquisador: “Por que o ímã desorientou a bússola?”

Aluno D: “Porque ele tem um campo magnético que pode desorientar a bússola.”

Pesquisador: “Isso mesmo. O ímã possui um campo magnético. Toda vez que um campo magnético atua sobre uma bússola ela pode alterar sua orientação.”

O pesquisador iniciou o trabalho com o modelo do experimento de Oersted, produzido pelos professorandos durante a disciplina optativa, para verificar se os alunos atribuiriam a existência de um campo magnético ao movimento da bússola no aparato.

Pesquisador: “Observem este aparato. Temos um circuito elétrico simples aberto. O que acontece quando eu fecho o circuito?”

Alunos G: “A bússola também mexe!”

Pesquisador: “Por que isso acontece?”

Aluno D: “Tem um campo magnético em algum lugar. Pode ser no fio que passa em cima da bússola.”

Pesquisador: “Correto. A todo o momento existe campo magnético neste fio?”

Aluno B: “Acho que sim!”

Pesquisador: “Então por que quando o circuito está aberto não ocorre a desorientação da bússola?”

Aluno B: “É verdade... só vai ter campo magnético quando o fio está ligado.”

Pesquisador: “E quando o fio está ligado, o que passa por ele?”

Aluno E: “Corrente elétrica.”

Pesquisador: “O que podemos concluir com este experimento?”

Aluno E: “Que eletricidade gera campo magnético?”

Pesquisador: “Podemos dizer que um fio percorrido por uma corrente elétrica induz um campo magnético ao seu redor, o qual é capaz de desorientar a bússola. Será que o contrário é possível, ou seja, a interação de fios como este com um campo magnético pode gerar eletricidade?”

Aluno D: “Acho que sim, mas nem imagino como...”

O pesquisador teceu alguns comentários sobre o assunto e discutiu as ideias de Faraday utilizando uma bobina, um ímã e um galvanômetro.

Pesquisador: “Aqui temos um galvanômetro, que pode indicar a existência de corrente elétrica em um fio que esteja conectado a ele. A deflexão do ponteiro pode mostrar o sentido da corrente que está passando por ele. Vamos observar o fenômeno.”

O pesquisador introduziu o ímã dentro da bobina que estava conectada ao galvanômetro e perguntou aos estudantes o que aconteceu?

Aluno B: “O ponteiro mexeu!”

Aluno E: “Então gerou corrente.”

Aluno D: “O contrário é possível sim. Dá pra gerar eletricidade desse jeito.”

Pesquisador: “A eletricidade é gerada a todo instante?”

Aluno E: “Não só quando se mexe.”

Pesquisador: “E se eu deixar o ímã parado e mexer a bússola?”

Aluno E: “Acho que dá certo também.”

O pesquisador realizou tal feito para que os alunos pudessem verificar que a corrente elétrica seria gerada do mesmo jeito.

Pesquisador: “O que podemos concluir com isso?”

Aluno D: “Que um dos dois tem que se movimentar para ter corrente elétrica nos fios.”

Pesquisador: “E o que varia quando um dos dois está em movimento?”

Não houve respostas.

Pesquisador: “O fluxo do campo magnético deve variar para que ocorra a indução de corrente elétrica nos fios da bobina, a qual é identificada pelo galvanômetro.”

O pesquisador fez analogias com a geração de eletricidade em uma usina hidrelétrica e também uma breve explanação sobre o funcionamento de motores elétricos simples de acordo com o que havia sido discutido.

O pesquisador agradeceu aos alunos pela participação e finalizou o trabalho enfatizando que as descobertas da Física ocorrem num processo contínuo e dinâmico, como foi discutido na aula.



Figura 42 - Pesquisador demonstrando os experimentos de Oersted e Faraday.

Quinze dias após o trabalho em sala de aula, o pesquisador realizou a etapa de avaliação com a turma a partir de um pequeno questionário com questões discursivas.

1- O mundo moderno é repleto de aparelhos e equipamentos dependentes de energia elétrica, que na grande maioria dos casos nos fornecem conforto e facilitam nossa vida. Utilizamos diversos tipos de lâmpadas para iluminar escolas, casas e vias. Particularmente, nossa cidade foi a primeira do Brasil a possuir iluminação elétrica pública. Porém, há alguns séculos atrás a vida era bem diferente da que vivenciamos atualmente. A descoberta de geradores de eletricidade marcou nossa história evolutiva. Você saberia me dizer quais foram os primeiros aparatos experimentais capazes de gerar eletricidade de modo que ela pudesse ser utilizada em outros equipamentos?

2 – Você saberia explicar como estes aparatos funcionam?

3 - Como podemos reproduzi-los? Quem foi o primeiro pesquisador a confeccioná-los?

Quadro 14 - Avaliação aplicada aos alunos sobre geradores de eletricidade.

Após a leitura do questionário, os estudantes responderam e o entregaram. Foi iniciada a análise dos resultados desta etapa.

A figura seguinte mostra os resultados obtidos na primeira questão da situação problematizadora inicial.

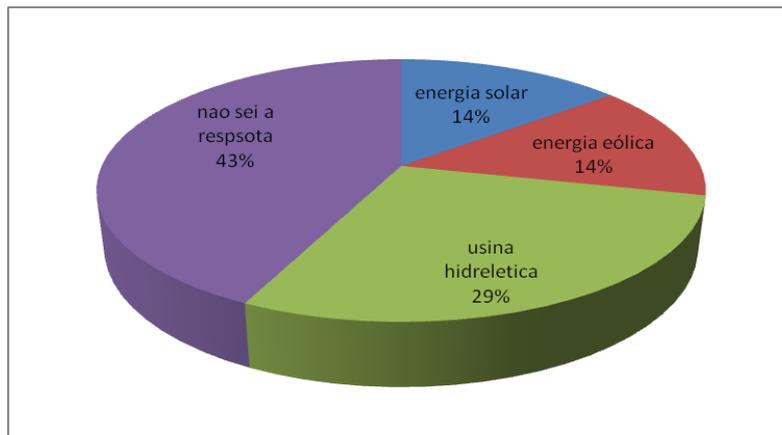


Figura 43 - Resultados da primeira questão da situação problematizadora.

Os resultados da primeira questão mostram que inicialmente os estudantes desconheciam métodos de geração de energia elétrica. Mais da metade dos estudantes mostrou conhecer que a energia elétrica pode ser gerada a partir de outras formas de energia, porém nenhum deles explicitou como ocorre essa transformação.

Na segunda questão, os estudantes mostraram desconhecer quais foram os primeiros aparatos capazes de gerar eletricidade. Alguns deram a mesma resposta dada na primeira questão, não diferenciando o método do aparato responsável pela geração de energia. A maioria dos estudantes declarou não saber a resposta.

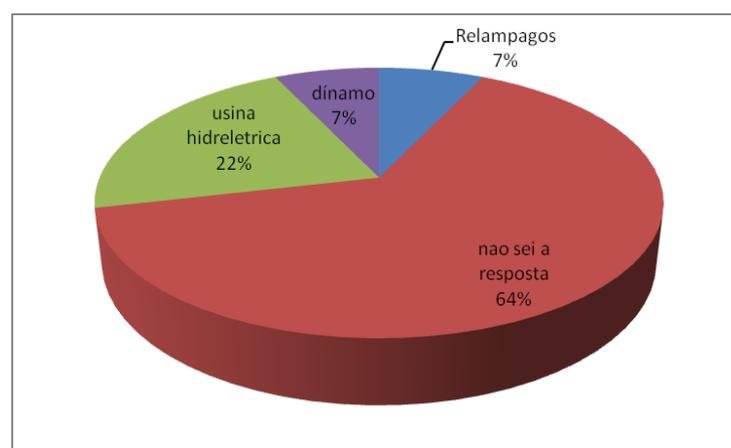


Figura 44 - Resultados da segunda questão da situação problematizadora.

As figuras seguintes condizem com as respostas das questões referentes à avaliação. Na primeira questão têm-se oitenta e seis por cento de resultados positivos, sendo que alguns dos estudantes associaram a pilha à Volta, o que mostra que a estratégia desenvolvida em sala de aula foi positiva.

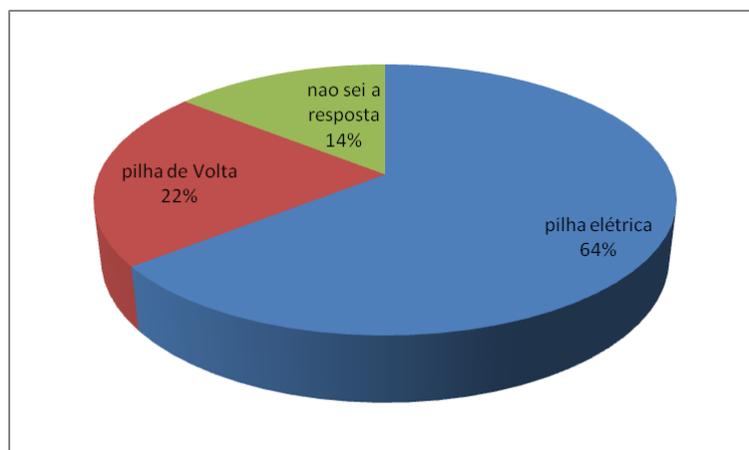


Figura 45 - Resultados da primeira questão da avaliação.

Na segunda questão, mais da metade dos estudantes fez referência ao experimento realizado em sala de aula, lembrando da fase de empilhamento. Trinta e um por cento dos participantes reponderam corretamente que a pilha funciona por reações químicas e oito por cento se referiram ao material que as pilhas modernas possuem em seu interior.



Figura 46 - Resultados da segunda questão da avaliação.

Nas respostas dadas para terceira questão, novamente os estudantes fizeram menção ao experimento realizado em sala de aula, porém agora

aparecendo como um resultado positivo, pois vinte e nove por cento detalharam o processo completo de montagem de uma pilha e quarenta e três por cento detalharam parcialmente o processo, dando ênfase ao empilhamento de diferentes metais e esquecendo dos outros elementos necessários.

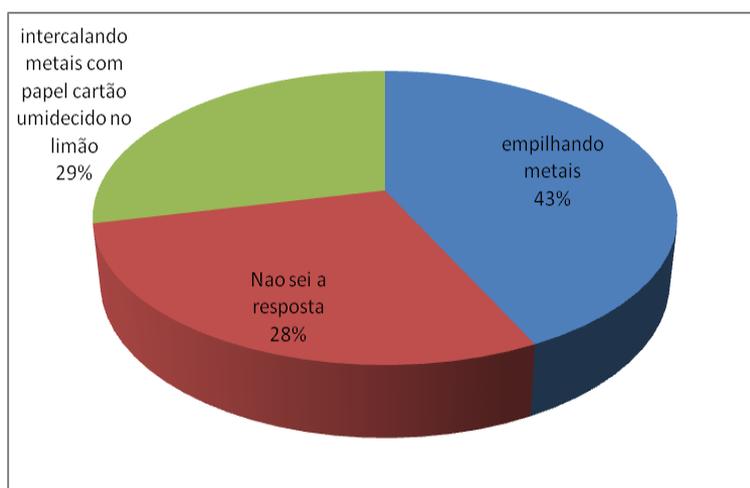


Figura 47 - Resultados da terceira questão da avaliação.

Cabe salientar que sessenta e três por cento dos participantes fizeram referência a Volta como o idealizador da pilha elétrica em suas respostas.

Comparando as respostas dadas na situação problematizadora com as respostas dadas na avaliação, percebe-se uma evolução conceitual em boa parte dos participantes. Porém, estes resultados não aparecem como satisfatórios, pois em todas as respostas da avaliação foi alto o percentual de “não sei a resposta”, mostrando que para muitos estudantes a estratégia não teve significado.

6.4 Considerações Finais sobre o terceiro ciclo

O estudo em questão visou avaliar uma estratégia didática para ensinar tópicos de Física ao público da Educação de Jovens e Adultos. Muitos apresentaram deficiência na matemática, que é destacada por vários professores desse público como um dos maiores entraves para o ensino de Física na forma tradicional, apoiada na abordagem simplificada de conceitos seguida da resolução de exercícios caracterizados pela aplicação matemática.

A estratégia baseada na teoria de Vygotsky se mostrou capaz de exteriorizar atitudes e habilidades dos estudantes como: formulação de hipóteses, intercâmbio de ideias, pensamento crítico, reflexão, leitura, entre outras. Na literatura não foi encontrado nenhum trabalho que utilizasse elementos dessa teoria em turmas de EJA para uma possível comparação entre os resultados.

Um fator a ser destacado é que a atividade experimental propicia um envolvimento efetivo do aprendiz. Em vista disso, o professor deve estar atento aos questionamentos e discussões que envolvam os experimentos, os quais são fundamentais para o direcionamento na formação dos conceitos e na participação efetiva da atividade. É importante que o professor, ao conduzir as atividades e as discussões, faça perguntas que levem os alunos a refletir.

De acordo com o trabalho de Curado (1999), o resgate histórico e a transposição didática destes conceitos para sala de aula, na forma de experimentação, podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, pois permitem refletir sobre a ação e agir a partir da reflexão. A citada autora abordou o movimento da queda dos corpos com turmas regulares do ensino médio, com o objetivo de valorizar o papel que a abstração desempenha na atividade científica e no processo de ensino e aprendizagem.

Foi verificado que as atividades experimentais desenvolvidas com os professorandos durante a disciplina optativa foram capazes de auxiliar no ensino de Física para as turmas de PROEJA. Não foi encontrado na literatura pertinente ao ensino de ciências trabalhos que atrelassem atividades experimentais com elementos históricos com turmas de EJA.

Cabe salientar que a utilização de atividades experimentais no ensino de Física aparece como um fator que pode contribuir bastante para a aprendizagem do estudante, mas não garanti-la.

Após a aula o pesquisador conversou com os professores das turmas para saber suas impressões. Os professores elogiaram o trabalho e um deles disse que nunca havia visto tantos alunos daquela turma participando e discutindo sobre a temática abordada em classe. Após a análise da filmagem, constatou-se que as interações sociais ocorreram de maneira equilibrada, com nove alunos da turma de Módulo 1 e sete alunos da turma de Módulo 3,

participando efetivamente do processo e, conseqüentemente refletindo sobre o assunto.

Comparando os resultados da situação problematizadora inicial com os da avaliação, pode-se concluir que a maioria dos estudantes adquiriu ideias, conceitos ou conhecimentos físicos em relação ao tema. Cabe ressaltar que alguns alunos continuaram com suas antigas concepções, o que mostra que as atividades podem não ter sido significativas para eles.

Pode-se classificar a proposta didática que aliou atividades experimentais e um texto de apoio com elementos da história da ciência, abordados numa perspectiva sócio-interacionista como positiva e facilitadora do aprendizado de conteúdos de Física para turmas de EJA. Conclui-se que este trabalho tem o potencial de auxiliar professores e educadores preocupados com sua prática, aparecendo como mais uma estratégia didática que pode ser facilmente reproduzida e desenvolvida nos mais variados ambientes educacionais sob diferentes contextos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar o doutoramento o pesquisador possuía algumas inquietações em relação à prática desenvolvida por professores no ensino de Física e ao aprendizado da disciplina por estudantes das turmas de EJA. Alguns questionamentos iniciais foram levantados e foi iniciada uma pesquisa nos moldes de uma pesquisa-ação para tentar encontrar respostas para tais questões.

O caminho trilhado iniciou-se pelo reconhecimento da situação, o qual foi realizado em três etapas, sendo duas com estudantes e uma com professores de EJA do município de Campos dos Goytacazes. Após a avaliação dos resultados obtidos com os questionários, foi possível concluir que os professores de EJA participantes da investigação consideram a falta de conhecimentos matemáticos como o maior obstáculo para o ensino de Física ao público em questão. Isso mostra que no ensino de Física para essas turmas é dado maior ênfase a matematização do que a definição e discussão dos conceitos físicos. De que adianta um estudante saber calcular com formalismos que utilizam de grandezas físicas se não souber atribuir significado as mesmas?

Outro fator destacado pelos professores se relaciona ao número reduzido de aulas semanais. Sem dúvida alguma, duas aulas semanais não são suficientes para um ensino de Física abrangente, mas nada impede que seja realizado com qualidade, a partir de uma seleção prévia dos conteúdos a serem abordados. O professor que tenta cumprir a totalidade do programa das disciplinas de Física com apenas dois tempos de quarenta minutos semanais, muito dificilmente o fará com clareza e qualidade.

A deficiência matemática também foi constatada nos resultados obtidos nos questionários iniciais aplicados aos estudantes da EJA. O resultado confirma a necessidade de um trabalho que priorize o desenvolvimento de outras habilidades que não exclusivamente as relacionadas à matemática, no ensino de Física para essa modalidade de ensino.

Outro resultado importante obtido na etapa inicial, e fundamental para o planejamento de ações, está relacionado à dificuldade de interpretação de textos por boa parte dos estudantes. Esse problema não é exclusivo da EJA e aparece em todos os níveis educacionais, demandando uma atenção prioritária, pois aparece como o ponto de partida para o entendimento de qualquer leitura, seja ela formal ou informal. Dessa forma, a leitura, a interpretação e a discussão de textos relacionados aos conteúdos da disciplina em sala de aula podem auxiliar os estudantes a romperem as dificuldades.

Ainda na fase de reconhecimento da situação, verificou-se que a utilização de atividades experimentais, com suporte em elementos da teoria de Vygotsky, foi capaz de exteriorizar diversas habilidades entre os estudantes de EJA, aparecendo como uma boa alternativa para o ensino de Física, sem ênfase a matematização. Além disso, constatou-se que com a utilização de atividades experimentais, o processo de ensino se torna mais eficiente e prazeroso.

Também foi constatado junto aos professores que a maioria se sente seguro para o trabalho com atividades experimentais, possui acesso a artigos sobre o assunto e certa disponibilidade de materiais experimentais no colégio em que leciona. No entanto, praticamente não utilizam atividades experimentais em suas aulas. Pena e Ribeiro Filho (2009), ao investigarem as principais dificuldades apontadas por professores e pesquisadores para o uso da experimentação no ensino de Física, concluíram que os principais obstáculos são: falta ou carência de pesquisa sobre o que os alunos realmente aprendem por meio de experimentos, despreparo do professor para trabalhar com atividades experimentais e condições de trabalho. Alguns desses resultados divergem dos obtidos nesta tese, visto que os professores declararam se sentirem preparados e possuírem disponibilidades de materiais para o trabalho com atividades experimentais.

Ramos e Rosa (2008) analisaram quais são os fatores que levam o professor dos anos iniciais a não utilizar atividades experimentais como componente regular do seu fazer pedagógico. Os resultados mostram que a falta de apoio, a falta de orientação pedagógica e a falta de preparo nos cursos de formação de professores são os principais responsáveis pelo fato de o professor não utilizar a experimentação de forma sistemática. Um resultado

interessante obtido por esses autores é que os professores participantes, embora quase não estejam desenvolvendo atividades experimentais, acreditam que seus alunos, sem dúvida nenhuma, aprendem mais quando realizam esse tipo de atividade.

Segundo Borges (1997), a importância que os professores depositam nas atividades experimentais é um contra-senso para o contexto brasileiro. Isso porque, raramente tais atividades fazem parte do cotidiano escolar.

No estudo inicial da situação também foi verificado que os professorandos utilizaram, em sua maioria, “atividades experimentais investigativas” durante suas apresentações. O trabalho com atividades experimentais ficou destacado tanto no trabalho na turma de “Estratégias para o Ensino de Física II”, como na aula com a turma de EJA. Tais fatos apontaram para uma investigação mais aprofundada sobre o assunto, tendo como foco a utilização de atividades experimentais numa perspectiva investigativa.

No primeiro ciclo desta pesquisa, realizado nos laboratórios de Física, o professor-pesquisador trabalhou sob diferentes perspectivas as atividades experimentais das disciplinas de Mecânica e Ondulatória. A primeira conclusão foi em relação à problemática da utilização de roteiros previamente estabelecidos pelos professores, onde estão todos os procedimentos a serem seguidos durante a atividade experimental. Conclui-se que em muitos casos os estudantes não conseguem ter clareza acerca dos desígnios referentes às atividades propostas e muito menos relacionar a prática desenvolvida com a teoria que a envolve. Além disso, o modelo não agrega muitos elementos que possam vir a ser utilizados pelos professorandos em suas futuras aulas para o ensino médio. Salienta-se a necessidade de mudança na estruturação e objetivos de atividades experimentais de laboratório de Física de forma que também atendam interesses relativos ao ciclo profissional do curso de Licenciatura em Física.

Com a utilização de diferentes estratégias nas aulas de laboratório, pode-se concluir que o experimento didático deve ser explorado com o intuito de possibilitar a reflexão dos estudantes sobre as suas próprias ideias acerca dos conceitos subjacentes ao aparato experimental.

Verificou-se, ainda, que aulas investigativas, com cunho sócio-interacionistas e com base em elementos da história da ciência, foram as que mais despertaram a participação e o interesse dos estudantes.

A partir destes dados foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a utilização de experimentos históricos em sala de aula, que indicou a necessidade de realização de novos estudos, buscando a efetiva implementação de propostas nos diversos ambientes escolares. Apesar do consenso de pesquisadores da área sobre a importância que as atividades podem ter no ensino de Física, poucos são os trabalhos voltados para o ensino de Física que testam essas propostas em sala de aula.

O segundo ciclo desta pesquisa buscou unir experimentação, investigação e elementos da história da ciência, de modo a discutir estratégias que auxiliassem na prática futura dos professorandos e do professor-pesquisador. Uma disciplina optativa foi elaborada e desenvolvida em três etapas. A partir das análises das ações realizadas na primeira etapa foi possível concluir que a leitura de artigos da área de pesquisa em ensino de Física pelos professorandos fez com que eles participassem mais das discussões em sala de aula.

Na segunda etapa foi verificado que alguns professorandos apresentam habilidades que contribuem na confecção de atividades experimentais, enquanto que outros sentem a necessidade de capacitação para esse trabalho. Todos se mostraram muito empolgados com as discussões sobre fatos históricos que norteiam os experimentos. Em muitos cursos de Licenciatura em Física de nosso país, a perspectiva histórica das ciências é deixada de lado. Algumas pesquisas enfatizam que tem sido usual nos currículos dos cursos de graduação em Física do Brasil uma subestimação dos aspectos históricos e epistemológicos da ciência. Tais currículos, em geral, enfatizam apenas o aspecto operacional da Física, caracterizando-se como um ensino de Física, mas não sobre Física (MATTHEWS 1994:2 *apud* TEIXEIRA, FREIRE JR e EL HANI, 2001).

De acordo com Teixeira, Freire Jr e El Hani (2001), essa perspectiva está em contraposição a um movimento que vem tomando corpo a partir das duas últimas décadas, no qual é feita uma reflexão sobre a necessidade de que os

cursos de ciências sejam mais contextualizados, mais históricos e mais reflexivos.

Na terceira etapa, o pesquisador assistiu e analisou as apresentações dos professorandos, verificando que todos os grupos utilizaram experimentos com ênfase histórica. Alguns grupos conseguiram implementar com clareza elementos da teoria de Vygotsky em suas aulas. A análise das filmagens serviu para avaliar com mais clareza as interações sociais durante as apresentações. Desencadear interações não é algo complexo, porém fazer com que essas interações sejam convergentes a uma proposta investigativa, sem deixar que o assunto se desvirtue, é uma tarefa que requer preparo, treinamento e dedicação.

A respeito das atividades deste segundo ciclo, conclui-se que elas foram capazes de exteriorizar atitudes, habilidades e conhecimentos nos professorandos que sem dúvida os auxiliarão em suas práticas futuras. Além disso, é possível concluir que as apresentações realizadas pelos estudantes se caracterizam como atividades investigativas, pois em sua maioria, buscaram a participação ativa dos colegas na resolução de um problema ou situação proposta, permitindo que questionassem, explicitassem suas ideias, discutissem e elaborassem hipóteses. Os professorandos aprovaram os procedimentos da disciplina e declararam que pretendem utilizar de seus elementos em suas futuras aulas.

No terceiro ciclo desta pesquisa, decorrente dos resultados das apresentações dos professorandos, foi elaborada uma proposta didática, baseada em experimentos com ênfase histórica e no ensino por investigação com suporte na teoria de Vygotsky, para ser testada com turmas de EJA. O pesquisador foi até as salas de aula e abordou temas distintos em turmas de diferentes períodos escolares.

Foi verificado que as atividades experimentais com caráter investigativo e ênfase histórica auxiliaram aos estudantes de PROEJA a se apropriarem dos conteúdos abordados. A análise de dados da situação problematizadora inicial e da avaliação final, mostrou que a maioria dos estudantes evoluiu conceitualmente. Mesmo assim alguns mantiveram suas concepções durante o processo, mostrando que as atividades não auxiliaram na evolução conceitual de alguns estudantes. Fato que já havia sido citado em um artigo de Mortimer

(1996) que diz que as pré-concepções são pessoais, fortemente influenciadas pelo contexto do problema, bastante estáveis e resistentes a mudança.

Ao final desta etapa concluiu-se que a estratégia didática utilizada em turmas do PROEJA:

- permitiu a humanização das ciências, mostrando vínculos com questões sociais, econômicas, políticas e culturais;
- favoreceu maior compreensão devido à visualização dos fenômenos e da abordagem da evolução dos conceitos;
- permitiu ampliar a cultura geral do aluno, e auxiliou no desenvolvimento de habilidades de leitura com a utilização dos textos de apoio;
- favoreceu uma reflexão crítica das implicações científicas na sociedade, ao apresentar a ciência de forma dinâmica;
- promoveu a participação dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

Ao final desta etapa foi possível refletir sobre as preocupações iniciais do pesquisador e responder as questões iniciais desta pesquisa.

1 - Que mudanças na prática docente são mais adequadas para o ensino de Física na EJA?

De acordo com a análise dos dados obtidos nesta pesquisa, são apresentadas algumas sugestões que podem auxiliar no ensino de Física para EJA:

- abordar os conteúdos de forma a priorizar a teoria e os conceitos envolvidos, sua relevância histórica e suas aplicações atuais, de forma que a ênfase no ensino de Física seja dada a esses elementos e não à matematização, como vem ocorrendo em muitas salas de aula;
- se apropriar de exemplos de estratégias didáticas de fácil realização publicadas em revistas da área, como a proposta nesta tese, de modo a renovar a prática em sala de aula e de propiciar aulas diferenciadas para os estudantes;
- selecionar os conteúdos a serem abordados de acordo com a realidade vivenciada pelos estudantes;

- fazer com que os alunos participem efetivamente das aulas, tirando deles o papel de simples espectadores, pois assim podem se interessar mais pela disciplina;

- realizar a leitura de textos junto aos estudantes de modo que possam desenvolver habilidades de leitura, interpretação, crítica e reflexão.

2 - Seriam o ensino experimental e a abordagem histórica boas alternativas, quando trabalhadas na perspectiva da teoria da mediação de Vygotsky?

Sem dúvida alguma o ensino de Física utilizando experimentos com ênfase histórica aparece como uma boa alternativa quando utilizado junto à teoria de Vygotsky. Pode-se verificar que a utilização de uma metodologia de ensino fora do padrão tradicional, baseada em interações sociais, perguntas e comentários que propiciem o desencadeamento de ideias novas, proporciona um clima ótimo em sala de aula, sendo isso notório na participação e interesse dos alunos.

Conclui-se que a utilização de experimentos com ênfase histórica pode auxiliar o professor a desencadear e a sustentar interações sociais, com e entre seus alunos, para que o fazer pedagógico possa ser realmente significativo. Não foram encontrados, na revisão de literatura realizada, relatos de utilização de experimentos históricos com outra teoria de aprendizagem para que se pudesse fazer uma comparação.

3 - Como as disciplinas de formação inicial poderiam auxiliar e melhorar as futuras práticas de professorandos de um curso de Licenciatura em Física?

Em relação à melhoria das futuras práticas de professorandos, foi verificado que algumas modificações na abordagem feita nas práticas de laboratório podem auxiliar na formação inicial desses estudantes de duas maneiras. A primeira se refere a uma formação mais crítica, reflexiva e investigativa. A segunda se refere a sua prática futura, de modo que possa empregar mais frequentemente as estratégias utilizadas no laboratório.

Um ponto destacado pelos professorandos está relacionado à avaliação. Poucas são as oportunidades que eles têm de realizar tal prática durante o curso, sendo que ao ingressarem no mercado de trabalho, essa se torna um componente essencial na realização de suas atividades como professor. Conclui-se que os cursos de licenciatura devem realizar trabalhos voltados para a avaliação, de modo que os licenciandos estejam capacitados a avaliar perante diferentes perspectivas. De que adianta a utilização de ideias construtivistas de ensino se no final do processo a avaliação ocorre de maneira tradicional?

Outro fator importante está relacionado ao número reduzido de oportunidades que os professorandos possuem em treinar a prática docente durante a licenciatura. Esse fato foi destacado por alguns professorandos ao final da disciplina optativa. Estariam as disciplinas de prática de ensino e os estágios realmente apontando nessa direção e dando oportunidade para que os estudantes desenvolvam esse tipo de tarefa? Apesar desta pesquisa não ter aprofundado na questão, existe a necessidade de se repensar se as atividades que têm sido desenvolvidas com os estudantes nas disciplinas de Física são suficientes para que eles se sintam seguros para lecionar.

Em relação à elaboração e confecção de atividades experimentais por parte dos professorandos, pode-se dizer que é necessário o estabelecimento de disciplinas que auxiliem o desenvolvimento dessa prática, de modo que eles possam se formar mais capacitados para desenvolverem trabalhos com diferentes materiais em ambientes escolares.

Mudanças educacionais dependem de professores e de sua formação. A pesquisa, muito praticada nas universidades brasileiras, na maioria dos casos, só ocorre no ambiente extraclasse. A pesquisa dentro das salas de aula nos cursos universitários, em especial nas licenciaturas, aparece como um fator crucial para a formação de professores que possam verdadeiramente desenvolver um ensino de qualidade nos níveis fundamental e médio.

4 - Seria possível articular os elementos da prática profissional, com os quais os estudantes do curso de Licenciatura em Física mais se identificaram com o ensino de Física para EJA?

Durante o trabalho com a turma de “Estratégias para o Ensino de Física II” foi verificado que aquele grupo de estudantes se identificou mais com as ideias relacionadas às “atividades experimentais investigativas”, entre seis abordagens apresentadas.

No trabalho com as disciplinas de laboratório foi verificado que as aulas com ênfase em acontecimentos históricos relacionados ao experimento foram as que mais propiciaram interações sociais entre os participantes, sendo que praticamente todos os professorandos trocaram significados com o grupo.

A partir desses elementos foi elaborada uma disciplina optativa, que resultou em uma proposta didática a ser testada na EJA. Os testes realizados mostraram que a estratégia foi adequada para o ensino de Física e para o desenvolvimento de habilidades específicas nos grupos de EJA pesquisados, como motivação, pensamento crítico e exposição de ideias em público. Conclui-se que perante as problemáticas que permeiam o ensino de Física na EJA, a estratégia didática desenvolvida, se trabalhada continuamente, pode formar indivíduos que saibam criticar, argumentar, opinar, comparar e expor suas ideias. Além disso, é capaz de propiciar o entendimento das ideias da Física de maneira mais articulada com as orientações atuais, de modo que os conceitos possam ser úteis para o desenvolvimento pessoal ou profissional dos estudantes.

A proposta didática desenvolvida aparece como mais uma ferramenta capaz de auxiliar atuais e futuros professores a desenvolverem aulas mais produtivas com suas turmas de EJA. Com a utilização da proposta didática, pode-se mostrar aos alunos do ensino médio que a Física não é uma ciência baseada somente em formalismos, como muitos deles estão acostumados a ver, mas também em conceitos e suas relações.

Algumas dificuldades foram encontradas durante a realização deste trabalho. A primeira delas está relacionada ao fato de grande parte dos professores de Física do ensino médio do Norte Fluminense lecionar sem ser Licenciado em Física. Esse fato cria, em alguns casos, um receio nos professores de liberarem algumas de suas aulas para um trabalho diferente do qual ele está acostumado a realizar. A utilização dos experimentos e seu trabalho com as turmas requerem disponibilização das turmas por parte de seus professores e um ajuste do conteúdo por ele lecionado aos conteúdos

abordados pela atividade experimental, o que gerou certas dificuldades para testar a proposta didática em outras turmas.

Durante este doutoramento foi possível ao pesquisador adquirir conceitos específicos sobre ensino por investigação, pesquisa-ação, história das ciências entre muitos outros tópicos abordados nas disciplinas cursadas. Além disso, foram obtidos conhecimentos e habilidades relacionadas ao planejamento, a construção e a montagem de aparatos experimentais com ênfase histórica e conhecimentos relacionados à formação de professores e à educação de jovens e adultos. Cabe salientar que esta pesquisa e, conseqüentemente, a reflexão sobre o tema não se encerra aqui. Algumas ideias futuras já “borbulham” na mente do pesquisador, como:

- elaboração de oficinas de construção de atividades experimentais com ênfase histórica, com materiais de fácil aquisição, para formação inicial e continuada de professores na região Sul Capixaba;
- aprimoramento da disciplina optativa para que seja ofertada no curso de Licenciatura da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES;
- criação de um espaço repleto de atividades experimentais que possam ser disponibilizadas aos professores da região Sul Capixaba com intuito de auxiliá-los no desenvolvimento de suas aulas;
- desenvolvimento de materiais modulares condizentes com a proposta didática elaborada, por parte dos bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da Licenciatura em Física da UFES, de modo que possam utilizá-los em suas atividades didáticas nas escolas.

Espera-se que os resultados deste estudo sirvam para mostrar aos atuais e futuros professores de turmas de jovens e adultos algumas particularidades que diferenciam esse público de turmas regulares de ensino e auxiliá-los para realização de práticas pedagógicas mais eficientes e mais adequadas, baseadas nas orientações dos documentos oficiais para o crescente público que vem surgindo nas escolas em diferentes níveis educacionais.

Segundo Borges, todo professor constrói significados da prática docente durante sua formação ou mesmo antes de definir-se profissionalmente, pelos exemplos dos seus mestres. Também constrói outros significados que resultam de experiências continuadas sobre os mais variados aspectos presentes num currículo, como conteúdos, habilidades, metodologia e critérios (BORGES,

2000, p.216-217). Assim, pode-se inferir que as atividades desenvolvidas nas quatro disciplinas ministradas pelo doutorando para os professorandos aparecem como ricas ferramentas para sua prática futura, visto que estavam pautadas em elementos construtivistas de ensino, em contraposição ao ensino tradicional que impera nas salas de aula deste país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, M. F. B. A Pesquisa-ação como Instrumento de Análise e Avaliação da Prática Docente. **Ensaio: avaliação e políticas publicam em educação**, Rio de Janeiro, v.13, n.48, p. 383-400, jul./set. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ensaio/v13n48/27557.pdf>> Acesso: 05/03/2010.

AMARAL, M. J; MOREIRA, M. A; RIBEIRO, D. O papel do supervisor no desenvolvimento do professor reflexivo: estratégias de supervisão. In: ALARCÃO, I. (Org.). **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**. Porto: Porto Editora, 1996, p. 91-122.

AMORIM, A. C. R.; CURADO, M. C. C.; LIMA, A. P. Os lugares das atividades experimentais na identificação do currículo de ciências por professores do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 2001, Atibaia. **Anais...** Atibaia: ABRAPEC, 2001.

ANDRADE, J. J.; SMOLKA, A. L. B. A construção do conhecimento em diferentes perspectivas; um diálogo entre Bachelard e Vigotski. **Ciência & Educação**, Bauru, v.15, n.2, p. 245-268, 2009.

ANDRÉ, M. E. D. A. A produção acadêmica sobre formação de professores: um estudo comparativo das dissertações e teses defendidas nos anos 1990 e 2000. **Revista Brasileira de Pesquisa Sobre Formação de Professores**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p.41-56 ago./dez. 2009.

ANDRÉ, M.; SIMÕES, R. H. S.; CARVALHO, J. M.; BRZEZINSKI, I. O estado da arte da formação de professores no Brasil. **Revista Educação & Sociedade**, Campinas, n. 68, p.301-309, dez. 1999.

ÁNGEL, J. B. **La investigación-acción: um reto para el professorado**. Espanha: INDE publicações, 1996, 196p.

ANNUNCIATO, C. **Lei de Faraday: Análise e Proposta para o Ensino Médio**. (Dissertação de Mestrado). São Paulo: USP, 2004, 131p.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino da física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de Ciências In: NARDI, R. **Questões atuais no Ensino de Ciências Escrituras**. São Paulo: 1998, p.52-60.

ASSIS, A.K.T.; CHAIB, J.P.M.C. Experimentos de Oersted em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 1, p.41-51, 2007.

AZEVEDO, H. L. *et al.* O uso do experimento no ensino da Física: tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil. In: Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1067.pdf>> Acesso em: 07 de maio 2010.

BARREIRO, A. C. M. e BAGNATO, V. Aulas demonstrativas nos cursos básicos de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, UFSC, v. 9, n. 3, p. 280-288, dez. 1992.

BORGES, R. M. R. **Em Debate: Cientificidade e Educação em Ciências**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996. 75 p.

BORGES, A. T. O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciência, 1, 27 – 29 de nov. de 1997, Águas de Lindóia. **Atas do...** Águas de Lindóia: 1997. p. 2-11.

BORGES, R. M. R. Repensando o Ensino de Ciências. In: MORAES, Roque (org.). **Construtivismo e Ensino de Ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; MIANUTTI, J.; CALUZI, J. J. Experimentos de Física no ensino fundamental: uma análise à luz da psicologia sócio-histórica. In: **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 12, 2010, Águas de Lindóia. 2010. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epenf/xii/sys/resumos/T0046-2.pdf>> Acesso: 22/01/2011.

BOZIC, M.; DUCLOY, M. Eratosthenes' teachings with a globe in a school yard. **Physics Education**. Bristol, v.43, n. 2, p. 165-172, mar.2008.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1998.

_____. **Decreto nº 5.840**, de 13 de julho de 2006. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/>> Acesso em: 10/02/2010.

_____. **Lei nº 8.069**, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Brasília - DF, 1990.

_____. **Lei nº 9.394**, de 23 de dezembro de 1996. Dispõe sobre Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília - DF: Congresso Nacional, 1996.

_____. **Plano Nacional de Educação**. Brasília, Editora UFG, DF, 2001.

_____. Resolução CNE/CEB 11/2000. In: SOARES, Leôncio. **Diretrizes Curriculares Nacionais: Educação de Jovens e Adultos**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002, 45p.

BRASIL. INEP Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **RESULTADOS DO EDUCACENSO** Disponível em: <<http://www.educasensomec.inep.gov.br/basica/censo/Escolar/Sinopse/sinopse.asp>> Acesso em: 25/02/2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <http://encceja.inep.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=17> Acesso em: 17/11/2008.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC, 1999. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/semtec/ensmed/pcn.shtm>> Acesso em: 15/01/2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. 144 p.

BROSS, A. M. M. **Recuperação da memória do ensino experimental de física na escola secundária brasileira: produção, utilização, evolução e preservação dos equipamentos**. (Dissertação de Mestrado em Educação) – Instituto de Física, Faculdade de Educação. São Paulo: USP, 1990. 151 p..

BRZEZINSKI, I. Pesquisa sobre formação de profissionais da educação no GT 8/Anped: travessia histórica. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação Docente**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 71-94, ago./dez. 2009. Disponível em: <<http://formacaodocente.autenticaeditora.com.br>>. Acesso em: 28/09/2010.

BRZEZINSKI, I.; GARRIDO, E. Análise dos trabalhos do GT Formação de Professores: o que revelam as pesquisas do período 1992-1988. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 18, p. 82-100, set./dez. 2001.

CAETANO, H., NETO, A. J. Natureza e ensino da ciência: investigando as concepções de ciência dos professores. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: Número Extra, VII Congresso, 2005.

CANDAU, V. M. F. A formação de educadores: uma perspectiva multidimensional. **Em Aberto**, Brasília, v. 1, n. 8, p. 19-21, 1982.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: FE-USP, 1999. 123 p.

CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P. História da Ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, UFSC, v. 9, n. 3, p. 225-237, dez. 1992.

CHAIB, J.P.M.C.; ASSIS, A.K.T. Experimentos de Oersted em sala de aula **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 1, p.41-51, 2007.

CHEIN, A.; COOK, S. W.; HARDING, J. The field of action research. **American Psychologist**. Washington, n. 3, p. 43-50, 1948.

COHEN, L.; MANION, L. **Research methods in education**. 4. ed. New York: Routledge, 1994.

COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. In: VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, p. 1-22, 2000.

COLOMBO JUNIOR, P. D. Enfim Professor. E Agora? **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.2, n.1, p.27-44, mar. 2009.

CREASE, R. P. **Os Dez mais belos experimentos científicos**. Rio de Janeiro: Zahar, 2009, 196p.

DAMIS, O. T. Formação pedagógica do profissional da educação no Brasil: uma perspectiva de análise. In: JACOBUCCI, D. F. C.- **A formação continuada de professores em centros e museus de ciências no Brasil**. Campinas: UNICAMP, 2006.

DANIELS, H. **Vygotsky e a Pedagogia**. São Paulo: Loyola, 2003.

DELIZOICOV, D. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DESHLER, D.; EWERT, M. **Participatory action research: tradition and major assumptions**. Disponível em: <http://www.PARnet.org/parchive/doc/deshler_95/>. Acesso em: 28/05/2008.

DESROCHE, H. **Entreprendre d'apprendre: d' une autobiographie raisonnée aux projets d' une recherche-action**. Paris: Editions Ouvrières, 1990.

EIRAS, W. C. S. Investigando as atividades demonstrativas no ensino de Física. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 19, 2011, Manaus. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0315-1.pdf>> Acesso em: 25/01/2011.

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

ERTHAL, J. P. C.; GASPAR, A. Atividades Experimentais de Demonstração para o Ensino da Corrente Alternada ao Nível do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, UFSC, v.23, n.3, p.345-359, 2006.

ERTHAL, J. P. C.; LINHARES, M. P. Proposta de ensino de tópicos sobre Radiações Eletromagnéticas para o Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, UFSC, v.25, n. 2, p. 247-265, 2008.

ERTHAL, J. P. C.; LINHARES, M. P. História da física e química em sala de aula: o que tem aparecido em nossas revistas? In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciência**, Florianópolis, 2009.

FONTANA, R. C. Trabalho e subjetividade. Nos rituais da iniciação, a constituição do ser professora. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 20, n 50. p. 107-119, 2000.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, set./dez. 2005.

GADOTTI, M., ROMÃO, J.E. (orgs.). **Educação de Jovens e Adultos: teoria, prática e proposta**. São Paulo: Ed. Cortez; Instituto Paulo Freire, 2003.

GARCIA, M. C. Pesquisa sobre a formação de professores: o conhecimento sobre aprender a ensinar. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, ANPED, n.9, p.51-75, set/out/nov/dez, 1998.

GARCIA, N. J. **Apresentação da obra Pensamento e Linguagem de Levy Semenovich Vygotsky**. Disponível em: <http://sistemas.unilestemg.br/materialpos/public/material/Psicopedagogia_CF/Psicologia_da_Aprendizagem/Sonaly_Aula_1/PENSAMENTO_E_LINGUAGEM_VYGOTSKY> Acesso em: 22/03/2008.

GARCÍA BARROS, S.; MARTÍNEZ LOSADA, C. Análisis del trabajo práctico en textos escolares de primaria y secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. extra, p. 5-16, 2003.

GASPAR, A. **A teoria de Vigotski – um novo e fértil referencial para o ensino de ciências**. (Tese de livre docência) Guaratinguetá: UNESP, 2006.

_____. **Museus e Centros de Ciências – Conceituação e proposta de um referencial teórico**. (Tese de doutorado apresentada na Faculdade de Educação da USP) São Paulo: USP, 1993,118p.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; *et al.* Para uma imagem não deformada no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GUARNIERI, M. R. **Tornando-se professor: o início na carreira docente e a consolidação da profissão.** (Tese de Doutorado em Educação. Universidade Federal de São Carlos). São Carlos: UFSC, 1996.

HODSON, D. Hacia un Enfoque Más Crítico del Trabajo de Laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona. v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HOLZMAN, L.; NEWMAN, F.. **Lev Vygotsky: cientista revolucionário.** Loyola: São Paulo, 2002.

HÖTTECKE, D. Wow and what can we learn from replicating historical experiments? A case study. **Science & Education**, n.9, p.343-362, 2000.

HUBERMAN, M. O ciclo de vida profissional dos professores. In: NÓVOA, A. (Org.). **Vidas de professores.** 2ª ed. Porto, Portugal: Porto Ed., 2000, p. 31-61.

IACHEL, G. *et al.* A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 4, 2009.

JACOBUCCI, D. F. C. **A formação continuada de professores em centros e museus de ciências no Brasil.** (Tese de Doutorado). Campinas: UNICAMP, 2006.

JAPIASSU, H. **A pedagogia da incerteza.** Rio de Janeiro: Imago, 1983.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um Novo Ensino Médio. **Física na Escola**, São Paulo, v.4, n.2, 2003.

KRAFTA, L.; FREITAS, H.; MARTENS, C. D. P.; ANDRES, R. O Método da Pesquisa-Ação: um estudo em uma empresa de coleta e análise de dados. **Revista Quanti & Quali**, Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/52289505/Artigo-Pesquisa-a-o>> Acesso em: 20/03/2010.

KUHN, T. S. **A estruturas das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2003.

LATORRE, A. **La investigación-acción: Conocer y cambiar La práctica educativa**. 4ª ed. Barcelona: Editora Graó, 2007, 138p.

LEDERMAN, N.G. *et al.* Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learner's conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, Reston, v.39, n. 6, p. 497-521, 2002.

LEMKE, J.L. **Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1997.

LEMKE, J. L. Articulating communities: sociocultural perspectives on science education. **Journal of Research in Science Teaching**, Reston, v.38, n.3, p. 296-316, 2001.

LONGUINI, M. D.; NARDI, R. Origens históricas e considerações acerca do conceito de pressão atmosférica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, UFSC, v.19, n.1: p.64-75, abr. 2000.

LUNAZZI, J. J.; PAULA, L. A. N. Corpos no interior de um recipiente fechado e transparente em queda livre. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, UFSC, v. 24, n. 3: p. 319-325, dez. 2007.

LÚRIA, A. R. Nota bibliográfica sobre Vygotsky. In: Vygotsky, L. S. **A Formação social da Mente**. Martins Fontes: São Paulo, 1989, p. 17-18.

MACH, E. **Popular Scientific Lectures**. Open Court Publishing, 4ª edição, 1910.

MACNIFF, J.; LOMAX, P.; WHITEHEAD, J. **You and your action research Project**. Londres: Routledge, 1996.

MALTA, A. A. **A aprendizagem na educação de jovens e adultos: a emergência de diferentes saberes na re-significação de práticas escolares**. (Dissertação de Mestrado). Salvador: UFBA, 2004.

MARCELO, C. Pesquisa sobre formação de professores: o conhecimento sobre aprender e ensinar. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 9, p. 50-75, set./out./nov./dez. 1998.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. London: Routledge, 1994. 287p.

MELO NETO, J. F. **Pesquisa-ação - aspectos práticos da pesquisa-ação nos movimentos sociais populares e em extensão popular**. (On line) Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/copac/extelar/producao_academica/artigos/pa_a_pesquisa_acao.pdf> Acesso em: 02/03/2011.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. O ensino de Física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Florianópolis, v.9, n.1, p. 7-25, 2004.

MONTEIRO, S. B. *et al.* **Considerações críticas sobre a concepção de pesquisa-ação em Joe Kincheloe**. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/23/textos/0406p.PDF>> Acesso em: 12/01/2011.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: para onde vamos? **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, UFRGS, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MUENCHEN, C. *et al.* Reconfiguração curricular mediante o enfoque temático: interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. In: **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Jaboticatubas, 2004.

MUENCHEN, C.; AULER, D. Configurações curriculares sobre o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na Educação de Jovens e Adultos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 421-434, 2007.

NEVES, R. A.; DAMIANI, M. F. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNIrevista**, São Leopoldo, v. 1, n° 2, 2006.

PALMA FILHO, J. C.; ALVES, M. L. Formação continuada: memórias. In: JACOBUCCI, D. F. C. **A formação continuada de professores em centros e museus de ciências no Brasil**. Campinas: Unicamp, 2006.

PANTANO, O. TALAS, S. Physics thematic paths: laboratorial activities and historical scientific instruments. **Physics Education**, Bristol, v. 45, n.2, p.140-146, mar. 2010.

PAULA, R. C. O. **O uso de experimentos históricos no ensino de física: integrando as dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula**. (Dissertação de Mestrado). Brasília: UNB, 2006, 140p.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. O uso didático da história da ciência após a implantação dos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio (PCNEM): um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas publicados em periódicos nacionais especializados em ensino de física (2000-2006). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, UFSC, v. 26, n. 1, p. 48-65, abr. 2009.

PEREIRA, A.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. O ensino de Física Quântica na perspectiva sociocultural: uma análise de um debate entre futuros professores mediado por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.8, n.2, p.376-398, 2009. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART1_Vol8_N2.pdf> Acesso em 15/08/2010.

PEREIRA, J. E. D. **Formação de professores – pesquisa, representações e poder**. Belo Horizonte: Autêntica, 2000.

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Orgs.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2006.

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

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, Florianópolis, v.13, n.3, p.299-331, 2008.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: Uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1996.

REIS, E. M.; LINHARES, M. P. Integrando o Espaço Virtual de Aprendizagem “EVA” à formação de professores: estudo de caso sobre o currículo de Física no Ensino Médio. **Pesquisa e Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 10, n.2, p. 248-265, 2008.

RIBEIRO, R. A.; KAWAMURA, M. R. D.. Concepções sobre Ciência de licenciandos em Física. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 9, 2004, Jaboticatubas. **Atas do IX EPEF**. Jaboticatubas, 2004. v. 9. p. 1-14.

ROLDÃO, M. C. Formação de professores na investigação portuguesa – um olhar sobre a função do professor e o conhecimento profissional. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação Docente**, Belo Horizonte, v. 01, n. 01, p. 71-94, ago./dez. 2009. Disponível em: <<http://formacaodocente.autenticaeditora.com.br>> Acesso em: 19/09/2010.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. A. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.42/7, 25 de maio de 2007.

_____. A teoria histórico-cultural e o ensino de Física. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2004.

ROSA, P. R. S. **A teoria de Vygotsky, capítulo 5**. (On line) Disponível em: <http://www.dfi.ccet.ufms.br/prrosa/Pedagogia/Capitulo_5.pdf> Acesso em: 02/03/2011.

RYDER, J., LEACH, J. & DRIVER, R. Undergraduate science student's images of science. **Journal of Research in Science Teaching**, Reston, v. 36, n. 2, p. 201-219, 1999.

SLONGO, I. I. O.; DELIZOICOV, N. C.; ROSSET, L. M. A Formação de Professores Enunciada pela Pesquisa na Área de Educação em Ciências **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.3, n.3, p.97-121, nov.2010.

SMOLKA, A. L. B. Sobre significação e sentido: uma contribuição à proposta da Rede de significações. In: ROSSETI-FERREIRA, C. *et al.* (Orgs.). **Rede de significações e o estudo do desenvolvimento humano**. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 36-49.

SMYTH, J. Developing and sustaining critical reflection in teacher education. **Journal of teacher education**, v. 2, n. 40, p. 2-14, 1989.

SOARES, J. R. A concepção histórico-cultural do papel da educação no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. **Expressão**, Mossoró, 32, p. 17-27, jan.-dez. 2002.

SOMMER, R.; AMICK, T. **Pesquisa-ação: ligando pesquisa à mudança organizacional**. (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, nº4; tradução Hartmut Günther). Brasília, DF: UNB, Laboratório de psicologia Ambiental, 2003.

SOUZA FILHO, M. P.; CHAIB, J. P. M. C.; ASSIS, A. K. T. Demonstração didática da interação entre correntes elétricas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.29, n. 4, p 605-612, 2007.

STRAULINO, S. Reconstruction of Galileo Galilei's experiment: the inclined plane **Physics Education**, Bristol, v. 43, n.3, p. 316-321, mai. 2008.

STRINGER, E. T. **Action Research: a Handbook for Practitioners**. Sage, 1996.

TABACHNICK, B. R.; ZAICHNER K. M. Influencias individuales y contextuales en las relaciones entre las creencias del profesor y su conducta de clase: estudios de caso de dos profesores principiantes de Estados Unidos. In: ANGULO V. L. M. (Org) **Conocimientos, creencias y teorías de los profesores**. Alcoy: Marfil, 1988. p. 135-148.

TARDIF, M.; RAYMOND, D. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. **Revista Educação & Sociedade**, Campinas, v.21, n. 73. p. 209-244, Dez. 2000.

TEIXEIRA, E. S.; EL-HANI, C. N.; FREIRE JR., O. Concepções de Estudantes de Física sobre a Natureza da Ciência e sua Transformação por uma Abordagem Contextual do Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de**

Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 1, n. 3, p. 111-123, set./dez. 2001

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

THOMPSON, F. Archimedes and the golden crown. **Physics Education**, Bristol, v. 43, n. 4, p.396-399, jul. 2008.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O Bicentenário da invenção da Pilha Elétrica. **Química Nova na Escola**, n. 11, 2000.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VAN DER VEER, R.; VALSINER, J. **Vygotsky uma síntese**. 1. ed. São Paulo: Loyola, 2006.

VILANOVA, R.; MARTINS, I. Educação em ciências e Educação de Jovens e Adultos: pela necessidade do diálogo entre campos e práticas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 2, p. 331-346, 2008.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

_____. **Fundamentos de defectología**. 1. ed. Obras Escogidas, Lisboa: Visor, 1997.

_____. **Imaginación y creación en la edad infantil**. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1999.

_____. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. São Paulo: ICONA, 1988.

_____. **O desenvolvimento psicológico na infância**. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

_____. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

WERTSCH, J. V. The Zone of Proximal Development: Some Conceptual Issues. In: ROGOFF, B.; WERTSCH, J. V. (ed.). **Childrens Learning in the "Zone of Proximal Development"**. New Directions to Child Development, nº 23. São Francisco: Jossey - Bass, Março, 1984.

_____. **Voces de la mente: un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada**. Madrid: Visor Distribuciones, 1993.

ZEICHNER, K. M. Uma agenda de pesquisa para a formação docente. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação Docente**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 1-28, ago./dez. 2009. Disponível em: <<http://formacaodocente.autenticaeditora.com.br>> Acesso em: 06/10/2010.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA

Os professores Zito e Tom pretendem colocar em prática seu projeto de ensino de Física Térmica baseado em atividades que caracterizam o ensino por investigação em duas turmas do Ensino Médio.

O curso deverá ser ministrado em dois semestres letivos com carga horária de quatro aulas semanais. Tom e Zito irão trabalhar, cada um, em uma turma de segunda série e pretendem comparar seus resultados de trabalho durante a implementação da proposta didática.

Existem dois pontos do planejamento que são considerados fundamentais: a incorporação à prática pedagógica de atividades experimentais abertas contextualizadas, de atividades didáticas de história da ciência e o trabalho em grupos cooperativos.

Tomam como ação inicial, o que consideram uma boa prática: a aplicação de um teste de concepções prévias dos estudantes sobre os principais tópicos de conteúdo da disciplina. Com isso, pretendem identificar as visões dos estudantes no sentido de oportunizarem uma avaliação processual durante as aulas baseada na aprendizagem como mudança conceitual. Consideram que a Física Térmica com tantas inserções no cotidiano das pessoas é uma área que se presta bem a esta forma de ensinar.

Nesse ponto, onde já se decidiram quanto ao que farão, procuram tomar consciências das suas próprias dificuldades e obterem materiais que os ajudem na programação da disciplina. Zito e Tom entendem que precisam discutir a proposta de curso com outros professores.

É neste ponto que entramos: Como podemos ajudar os professores em questão? Que pontos do conteúdo tradicionalmente estudados são relevantes? Como é possível pensar em mudança conceitual? O que podemos considerar como atividades experimentais abertas, mencionadas na proposta dos professores? Que materiais podem nos ajudar a pensar questões como esta?

APÊNDICE 2

A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Esta é uma história sobre professores de uma escola pública de São Paulo que, insatisfeitos com os resultados obtidos em seus cursos, buscaram apoio pedagógico da equipe de professores do Laboratório de pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. Esses professores tinham como objetivo desenvolver um projeto de pesquisa, analisando e refletindo sobre alguns elementos e estratégias de ensino que facilitassem uma aprendizagem significativa nos alunos.

O grupo de professores estruturou inicialmente um curso de termodinâmica para o ensino médio (CARVALHO, 1999). Todo o ensino esteve idealizado na argumentação, na resolução de problemas abertos, discussões e do trabalho do aluno como ser ativo no seu processo de aprendizagem. A História da Ciência foi introduzida no curso com a intenção de que os estudantes pudessem compreender aspectos importantes sobre o conhecimento científico e, dessa maneira, construíssem uma visão mais realista sobre a natureza desse conhecimento.

Na opinião do grupo, a ciência é comumente tratada de uma maneira positivista nas escolas e, a intenção era a de apresentar a ciência como um processo em que o conhecimento científico é socialmente construído (BORGES, 1996). Perceberam que precisavam buscar respostas para alguns questionamentos:

- Que aspectos seriam importantes ser levados em consideração no ensino para que estudantes de nível médio pudessem construir uma visão fundamentada sobre a natureza da ciência?

- A que se referem as concepções mais adequadas ou realistas a respeito da natureza da ciência?

- Quais as concepções atuais da natureza da ciência e do trabalho científico?

- Na condição de futuros professores de Física, preocupados com a sala de aula e a aprendizagem de seus futuros alunos, que respostas teriam para estas questões?

APÊNDICE 3

QUESTIONÁRIO DE CIÊNCIAS NATURAIS

1- Para mexer os alimentos enquanto são aquecidos em uma panela, a melhor colher é feita de:

- (A) madeira, pois é boa condutora de calor.
- (B) alumínio, pois é mau condutor de calor.
- (C) madeira, pois é má condutora de calor.
- (D) alumínio, pois é bom condutor de calor.
- (E) Não sei a resposta.

2 - Os dias e noites no planeta Terra ocorrem por que:

- (A) a Terra gira em torno do Sol.
- (B) o Sol gira em torno da Terra.
- (C) a Lua se interpõe entre o Sol e a Terra.
- (D) a Terra gira em torno de si mesma.
- (E) Não sei a resposta.

3- O homem desenvolveu diversas tecnologias e maneiras de produzir energia elétrica. Dentre as mais conhecidas, podemos citar: hidrelétrica, nuclear, eólica, geotérmica, biomassa e solar. O Brasil é um dos poucos países do mundo que oferece as condições ambientais para a produção de todas essas categorias. Considerando a diversidade social, econômica, política e geográfica das regiões do país, a forma de produção de energia que mais se enquadra no perfil de cada região é:

- (A) região Nordeste: é a hidrelétrica, devido aos grandes reservatórios de água e ao alto índice pluviométrico.
- (B) região Sul: é a solar, devido aos longos períodos de incidência da luz do sol, possibilitando a implantação desse sistema.
- (C) região Sudeste: é a eólica, devido à pequena demanda de energia elétrica, permitindo a implantação desse sistema.
- (D) região Norte: é a solar, devido à pequena demanda em comunidades isoladas, o que facilita sua implantação.

(E) Não sei a resposta.

4 - O diabetes é uma doença em que a quantidade de glicose no sangue é alta. As pessoas não diabéticas têm entre 70 e 110 miligramas de glicose em cada 100 mililitros de sangue (70 – 110 mg/ 100 ml de sangue).

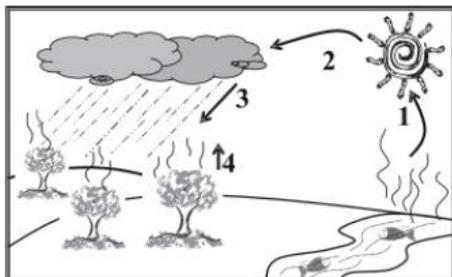
O quadro abaixo mostra a quantidade de glicose no sangue de quatro pessoas que fizeram a dosagem de açúcar pela primeira vez.

	Quantidade de glicose no sangue (mg/100mL de sangue)
Cristina	100
Andréia	125
Irene	65
Fernanda	140

As pessoas que podem estar com diabetes são:

- A) Cristina e Andréia.
- (B) Irene e Fernanda.
- (C) Andréia e Fernanda.
- (D) Irene, Cristina e Andréia.
- (E) Não sei a resposta.

5 - A seqüência apresentada na figura abaixo mostra os fenômenos envolvidos no Ciclo da Água.



Esses fenômenos numerados são, respectivamente,

- (A) transpiração, precipitação, condensação e evaporação.
- (B) evaporação, condensação, precipitação e transpiração.
- (C) precipitação, transpiração, condensação e evaporação.
- (D) condensação, evaporação, precipitação e transpiração.
- (E) Não sei a resposta.

6 - Um garoto lendo um jornal verificou que a previsão do tempo para aquele dia era: MÁXIMA = 36 °C e MÍNIMA = 20 °C. Verificou também que a previsão para o dia seguinte era: MÁXIMA = 32 °C e MÍNIMA = 28 °C. Em qual dos dois dias a média das temperaturas é maior?

7 – Um eclipse solar ocorre quando a sombra da Lua é projetada sobre uma pequena parte da superfície da Terra. Considerando este fato, em que fase da Lua pode ocorrer um eclipse solar?

APÊNDICE 4

VISÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA DESSES GRUPOS

Como mencionado anteriormente, na primeira aula com cada uma das turmas, foi realizado um trabalho para identificar a visão de ciência predominante em cada um dos grupos, com intuito de verificar possíveis diferenças de concepções sobre a natureza da ciência (CNC) entre alunos ingressantes e alunos que estão na metade do curso de Licenciatura em Física. Para isso utilizamos como referencial um estudo desenvolvido por Lederman (2002), o qual descreve o processo de elaboração do questionário denominado VNOS – *Views of Nature of Science*. As questões foram extraídas, com devidas adaptações das versões B e C do VNOS e também do trabalho de Ribeiro e Kawamura (2004). Este questionário contém questões abertas para avaliar idéias sobre a natureza da ciência, abordando aspectos tais como: o que vem a ser a própria ciência, sua relação com experimentos, a relação modelo-realidade, noções sobre teorias e leis, papel da criatividade e imaginação na produção científica, natureza tentativa do conhecimento científico, sua inserção na sociedade etc.

A caracterização das concepções sobre a natureza da ciência de estudantes dos cursos de formação de professores tem sido foco de pesquisas recentes, as quais, além de atentarem para a necessidade do professor, em sua formação, ter um espaço para a reflexão sobre diferentes concepções sobre ciência, também indicam que estas podem influenciar suas práticas em sala de aula e suas visões sobre o ensino de ciências (RYDER *et al*, 1999 *apud* RIBEIRO e KAWAMURA, 2004).

Para a análise das nove questões, utilizamos uma abordagem qualitativa, na qual cada questão foi analisada individualmente. Após a transcrição e várias leituras das respostas, pudemos organizar as categorias de análise que foram baseadas nas semelhanças e diferenças nos posicionamentos dos estudantes. Cabe ressaltar que sempre havia respostas sem precisão ou consistência, que não se encaixavam nas categorias predominantes, e com isso, criamos uma categoria específica para essas.

O referencial utilizado para a análise das diferentes categorias foi fundamentado nos trabalhos de Caetano e Neto (2005), no qual são distintas várias classificações para as concepções de ciência, e o trabalho de Ribeiro e Kawamura (2004) no qual identificam aspectos das concepções sobre a natureza da ciência de estudantes de Licenciatura em Física.

Responderam ao questionário dezessete estudantes da turma de Mecânica e onze estudantes da turma de Ondulatória, totalizando vinte e sete participantes.

A seguir temos os resultados e as análises das questões que compunham o questionário sobre as visões de ciência. Serão apresentados os resultados de cada grupo, o somatório dos grupos e o percentual desse somatório.

Questão	Categorias das respostas	G1	G2	T	%T
1. Na sua visão, o que é ciência? O que torna a ciência (ou uma disciplina científica como a física, a biologia etc.) diferente de outras formas de investigação (por exemplo, religião, filosofia)?	É o estudo/percepção da natureza. Diferencia-se por não se preocupar com aspectos filosóficos, somente com fatos concretos.	4	3	7	26%
	É uma investigação de algo específico que busca a comprovação experimental dos fatos.	2	3	5	18,5
	É o estudo/percepção da natureza. Diferencia-se devido a utilização de cálculos e métodos experimentais para realizar descobertas.	2	7	9	33%
	Nada as tornam diferentes, ambas são ciências.	0	1	1	4%
	Não respondeu ou não se encaixa nas anteriores	1	4	5	18,5

A primeira questão objetivou verificar a idéia geral sobre ciência dos participantes, apontando para uma possível separação entre as áreas do saber como científicas e não científicas. Os resultados obtidos mostraram que 4 estudantes do grupo 1 (G1) caracterizam a ciência como o estudo ou a percepção da natureza e que as diferenças entre formas de investigação existem devido à ênfase a aspectos filosóficos ou a fatos ditos concretos, mostrando uma concepção descontextualizada, socialmente neutra. Já o grupo 2 (G2) teve 7 alunos apontando que ciência é o estudo ou percepção da natureza e que as diferenças entre as formas de investigação são oriundas da utilização de métodos e cálculos para realizar novas descobertas, o que denota uma concepção rígida e algorítmica das ciências, na qual o rigor e a quantificação são essenciais para a atividade científica. Somando os resultados de ambos os grupos, temos 33% das respostas com as mesmas características prevaletentes no G2. Um exemplo é encontrado na seguinte resposta:

”É a percepção da natureza. O que a torna diferente é a capacidade de provar suas teorias experimentalmente ou matematicamente”.

Apenas um aluno demonstrou uma visão epistemológica contemporânea da ciência, respondendo que nada as tornam diferentes e que ambas são ciências.

Questão	Categorias das respostas	G1	G2	T	%T
2. O que é um experimento?	Teste feito para comprovar uma lei ou teoria.	6	1	16	59%
	Simulação de algo, de modo que seja observado estudado e registrado.	1	3	4	15%
	Material ou procedimento prático de laboratório para provar algo qualquer.	2	3	5	18,5%
	Não respondeu ou não se encaixa nas anteriores.	0	2	2	7,5%

A segunda questão objetivou de uma maneira geral identificar as idéias relativas à função de um experimento. Pela análise das respostas podemos verificar que a categoria que diz que o experimento é um teste feito para comprovar uma lei ou uma teoria é majoritária em ambos os grupos, com 6 referências no G1 e 10 no G2, somando 59% das respostas, apontando para uma concepção empírica-indutivista da ciência, na qual a observação e a experimentação têm muito mais valor do que a teoria. Isso mostra uma idéia de predominância do experimento como uma forma de validação do conhecimento, acentuando a idéia do princípio verificacionista na ciência. Um exemplo disso aparece na seguinte resposta:

“É a forma de provar uma teoria através da prática.”

“São testes que verificam a validade de um modelo proposto para representar algum fenômeno.”

Apenas 15% dos participantes reconhecem o experimento como uma das etapas utilizadas na produção das ciências, tratando o mesmo como uma simulação de algo, de modo que possa ser observado, estudado e registrado.

Questão	Categorias das respostas	G1	G2	T	%T
3. A partir dos seus conhecimentos sobre os estudos de Galileu, Newton e Einstein, responda: o conhecimento científico requer experimentos? Justifique sua resposta	Depende de experimentos, essenciais para a comprovação de teorias.	5	1	1	59%
	Necessita de experimentos embora existam exceções.	0	4	4	15%
	Não é produzido unicamente a partir de experimentos, embora esses possam ser utilizados para testar modelos e hipóteses.	1	0	1	4%
	Os experimentos não são necessários.	3	2	5	18%
	Não respondeu ou não se encaixa nas anteriores.	0	1	1	4%

A terceira questão, que abordava aspectos relativos à dinâmica interna do processo de construção da ciência, objetivou verificar as idéias dos participantes perante o papel exercido pela experimentação no desenvolvimento do conhecimento científico. Verificamos que uma categoria foi predominante para as respostas de ambos os grupos, com 5 respostas no G1 e 11 no G2, com 59% do total de participantes, que acreditam que o conhecimento científico depende de experimentos e que esses são essenciais para a comprovação de uma teoria. Esse resultado aponta para uma concepção empírica-indutivista. Algumas respostas dos estudantes podem ser vistas a seguir:

“Sim. Para ser aceita a teoria necessita ser experimentada, ou seja, precisa mostrar sua veracidade, mostrar que realmente funciona. Todos os grandes cientistas validam suas teorias através de experimentos.”

“O conhecimento científico requer experimentos. Os estudos dos cientistas foram baseados em experimentos e através deles o conhecimento científico foi se consolidando.”

“Sim. Na história científica se pode perceber alguns atrasos devido a uma afirmação puramente filosófica e sem comprovação experimental. O experimento é a forma de não repassar erros teóricos.”

Vale salientar que 18% das respostas para essa questão formou a categoria cujos experimentos não são necessários. Um exemplo dessas respostas foi:

“Não, algumas teorias e observações podem dar respostas para algo e talvez não seja possível realizar experimentos para se comprovar tais teorias.”

Questão	Categorias das respostas	G1	G2	T	%T
4. Livros-texto de ciência freqüentemente representam o átomo como um núcleo central composto de prótons (partículas carregadas positivamente) e nêutrons (partículas neutras), com elétrons (partículas carregadas negativamente) orbitando ao redor daquele núcleo. Qual o grau de certeza que os cientistas têm acerca da estrutura do átomo? Que evidência específica, ou tipos de evidência, você pensa que os cientistas utilizaram para determinar com que um átomo se parece?	Alto grau de certeza, pois o modelo é adequado aos resultados experimentais.	1	5	6	22%
	Baixo grau de certeza, pois se trata apenas de um modelo no qual o núcleo é invisível.	1	4	5	18,5%
	Baixo grau de certeza pois existem várias teorias sobre as subpartículas.	1	1	2	8%
	Não respondeu ou não se encaixa nas anteriores.	6	8	1	51,5%

A quarta questão usa o conceito do átomo para avaliar a visão acerca do papel da inferência, subjetividade e criação de modelos nas tentativas da ciência de representar a realidade. Nessa questão obtivemos o maior percentual de “Não sei a resposta”, com 51,5% das respostas na categoria “Não respondeu ou não se encaixa nas alternativas anteriores”. Dentre as categorias que foram formadas perante a análise das respostas, podemos destacar que 22% dos participantes reconhecem o modelo como fiel espelho da realidade em função de sua base empírica.

Vale salientar que apenas 18,5% perceberam as limitações do modelo, tratando-se de tentativas de representações da realidade. Respostas condizentes com essa visão podem ser vistas a seguir:

“Subentendemos que não há uma certeza muito grande na estrutura do átomo, pelo fato de termos os estudos elaborados por espectros de luz. O modelo fora criado para exemplificar a estrutura atômica”

Questão	Categorias das respostas	G1	G2	T	%T
5. Há uma diferença entre uma teoria científica e uma lei científica? Justifique	Sim, as leis são universais e imutáveis e as teorias não.	5	1	1	55%
	Teoria é a explicação ou análise de uma lei.	1	0	1	4%
	Leis são comprovadas experimentalmente e teorias são baseadas em estudos teóricos.	1	5	6	22,5%
	Não respondeu ou não se encaixa nas anteriores.	2	3	5	18,5%

A quinta questão avalia as visões acerca de teorias e leis científicas e das diferenças existentes entre elas. As visões predominantes para os dois grupos condiziam com leis sendo universais e imutáveis e as teorias não, com 55% das respostas para essa categoria. Podemos relacionar esses resultados tanto a uma concepção aproblemática e ahistórica, fechada e dogmática na qual os problemas, as controvérsias e a natureza evolutiva do processo científico são depreciadas; assim como a uma concepção exclusivamente cumulativa do desenvolvimento científico a qual não explicita as crises e revoluções no desenvolvimento científico.

Respostas com essas características podem ser vistas a seguir:

“A teoria científica pode ser modificada e existem várias outras teorias a respeito de um determinado assunto, já a lei científica não pode ser modificada e só existe uma sobre tal assunto.”

“Uma teoria pode ser apenas uma hipótese, podendo sofrer algumas alterações ao longo dos anos. Já uma lei é totalmente comprovada, passando a ser uma coisa fixa.”

Questão	Categorias das respostas	G1	G2	T	%T
6. Após os cientistas terem desenvolvido uma teoria científica (por exemplo, a teoria atômica, a teoria da evolução), a teoria pode ser modificada ou reestruturada? Justifique sua resposta.	Simplesmente uma teoria pode ser modificada.(Sem justificativa)	3	3	6	22%
	Teorias podem ser modificadas até serem comprovadas por um experimento, tornando-as definitivas.	1	6	7	26%
	Teorias podem ser modificadas para a própria correção, evolução ou aperfeiçoamento perante novas descobertas.	4	9	1	48%
	Não respondeu ou não se encaixa nas anteriores.	1	0	1	4%

A sexta questão objetivou verificar as idéias dos estudantes perante a possível quebra de paradigmas para a evolução e o progresso de um objeto de estudo. Verificamos que 22% dos estudantes responderam que sim, mas não justificaram a resposta. Além disso, a maioria dos estudantes em ambos os grupos, 4 no G1 e 9 no G2 (48% do total) acreditam que teorias podem ser modificadas para a própria correção, evolução ou aperfeiçoamento perante novas descobertas, aproximando-se de uma visão epistemológica contemporânea da ciência. Respostas com esse cunho podem ser vistas a seguir:

“Acredito que elas mudam, vai se adquirindo conhecimentos sobre as teorias e assim surge o melhoramento da teoria. Acredito também que aprendendo a teoria podemos mudá-la no futuro, somando novas idéias e tendendo a sempre melhorar a teoria passada”

“As teorias não mudam simplesmente. Elas são aperfeiçoadas, com o passar do tempo, através de estudos e novas descobertas. As teorias científicas são resultados de pesquisas e por mais que elas não sejam comprovadas, elas podem servir como ponto de partida para um estudo posterior ou até outra teoria”

Apesar desse resultado, também constatamos nessa questão que cerca de um quarto dos participantes (26%) acreditam que teorias podem ser modificadas até serem provadas por um experimento, dando uma conotação totalmente empírica-indutivista para suas respostas. Um exemplo pode ser visto a seguir:

“Sim, as teorias mudam porque não são comprovadas por experimentos. É preciso aprender as teorias científicas para acompanhar as mudanças e as novas descobertas”

Questão	Categorias das respostas	G1	G2	T	%T
7 Pensando em ensino de Física, qual das duas abordagens você escolheria para trabalhar em suas futuras aulas: (a) A ciência reflete valores sociais, políticos e aspectos relacionados à cultura na qual é praticada; (b) A ciência produz leis e teorias universais e transcende os valores culturais.	A ciência é imparcial, objetiva e universal.	3	6	9	33%
	A ciência reflete valores sociais, políticos aspectos relacionados à cultura na qual é praticada.	3	1	13	48%
	Impossível separar as duas alternativas dadas pela questão.	1	1	2	8%
	Não respondeu ou não se encaixa nas anteriores.	2	1	3	11%

Na sétima questão procuramos examinar o entendimento do estudante quanto à relação entre o desenvolvimento da ciência e valores sociais, culturais e políticos da sociedade em que é praticada. Três alunos do G1 e nove alunos do G2 (33% da amostra) acreditam que a ciência é objetiva e universal, o que

denota uma visão descontextualizada e socialmente neutra, na qual as relações entre ciência, tecnologia e sociedade não são muito valorizadas. Porém essa não foi a categoria preponderante, sendo que 48% dos participantes acreditam que a ciência reflete valores sociais, políticos e aspectos relacionados a cultura na qual é praticada apontando para uma concepção epistemológica contemporânea. Algumas repostas com essa perspectiva podem ser visualizadas a seguir:

“A ciência interfere radicalmente na sociedade, um fato disso é quando a ciência estava começando a igreja punia os cientistas, causando polêmicas, etc.”

“A ciência reflete valores sociais, políticos e culturais e assim deve ser ensinada para mostrar que a Física não é para ser estudada a toa. Ela está em toda a parte e explica diversos fenômenos.”

Questão	Categorias das respostas	G1	G2	T	%T
8. Os cientistas realizam experimentos/investigações científicas quando estão tentando encontrar respostas para as questões que eles propuseram. Os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante suas investigações? a) Se sim, então em que estágios das investigações você acredita que os cientistas utilizam sua imaginação e criatividade: projeto e planejamento; coleta de dados; após a coleta de dados? Por favor,	Apenas disseram que sim. (Sem justificativas)	0	5	5	18%
	Os cientistas fazem uso da imaginação e criatividade no planejamento de suas investigações.	4	5	9	33%
	Os cientistas fazem uso da imaginação e criatividade na análise dos dados obtidos.	1	1	2	8%
	Os processos imaginativos e criativos são inerentes a todas as	3	6	9	33%

explique por que os cientistas usam a imaginação e a criatividade..	etapas da investigação científica.				
b) Se você acredita que cientistas não usam a imaginação e a criatividade, justifique.	Não respondeu ou não se encaixa nas anteriores.	1	1	2	8%

A oitava questão procura investigar a relação entre o desenvolvimento científico e o uso da criatividade e da imaginação pelo cientista durante este processo. Foi possível constatar que para o G1 a maioria das respostas fez referência a utilização da imaginação e criatividade dos cientistas no planejamento de suas investigações. Já para o G2, 6 participantes destacaram que os processos imaginativos e criativos do cientista estão presentes em todas as etapas da investigação científica, denotando uma visão epistemológica contemporânea da ciência. Algumas respostas podem ser vistas a seguir:

“A imaginação e a criatividade devem estar presentes em todos os estágios. Einstein ao olhar para o relógio da torre de sua cidade imaginou como seria se seu ônibus viajasse na velocidade da luz. Para provar sua teoria, teve que imaginar como poderia fazer com que um corpo no espaço atraísse a luz. E quando obteve os resultados teve criatividade para interpretá-los.”

“Em todos os estágios pois para descobrir algo novo é preciso inventar e adaptar, pois o cientista não encontrará todas as ferramentas e respostas prontas.”

Na análise geral temos 33% das respostas para cada uma das categorias que foram prevaletentes em cada grupo. O resultado mais importante para essa questão é que 92% dos participantes reconhecem a influencia da criatividade e da imaginação na atividade científica, porém para 41% a liberdade criativa do cientista fica limitada a etapas determinadas pelo fazer científico caracterizando uma concepção rígida e algorítmica, na qual são valorizadas as etapas mecanicamente conduzidas.

Questão	Categorias das respostas	G1	G2	T	%T
9. Alguns astrônomos acreditam que o Universo está em expansão; outros acreditam que ele esteja em contração; outros, ainda, crêm que o universo esteja em estado estacionário. Como são possíveis diferentes conclusões, se todos os cientistas têm em mãos os mesmos dados e dispõem dos mesmos experimentos?	A falta de dados conclusivos, somada a dificuldade de análise e observação é responsável por diferentes modelos científicos.	1	4	5	18%
	Os diferentes modelos científicos são decorrentes de diversificados pontos de vista e interpretações dos dados pelos cientistas.	8	9	1	63%
	A maneira pela qual o experimento é conduzido é que determina as diferentes visões.	0	2	2	8%
	Não respondeu ou não se encaixa nas anteriores.	0	3	3	11%

A última questão objetivou verificar a compreensão quanto à dimensão interna do processo de construção da ciência, com ênfase nos modelos científicos. A predominância das repostas em ambos os grupos, 8 no G1 e 9 no G2 (63% do total), gerou a categoria na qual os diferentes modelos científicos são decorrentes de diversificados pontos de vista e interpretações dos dados pelos cientistas. Algumas respostas a essa questão não levam em consideração o caráter coletivo do desenvolvimento das ciências, uma vez que trata das diferentes interpretações e escolhas individuais dos cientistas, apontando para uma concepção individualista e elitista da ciência, na qual a ciência é feita por verificações ou falsificações de teorias por grandes cientistas. Na seqüência são apresentadas algumas respostas para essa categoria:

“Depende da maneira como cada um interpreta. O universo é muito grande e o homem ainda não encontrou uma maneira de analisar com certeza sua grandeza, muito menos seu tamanho.”

“Acredito que cada um deva pensar de uma maneira, diferente do outro, de acordo com sua cultura por exemplo.”

Podemos verificar nessa última resposta um pensamento relativo ao tema abordado na sétima questão. Esse estudante acredita que a ciência reflete valores culturais no qual está inserida.

Verificamos que apesar de uma das turmas estar no início do curso e a outra estar praticamente na metade do curso não existem diferenças significativas em relação às visões de ciências predominantes entre os grupos. Concepções empíricas-indutivistas e aproblemáticas e ahistóricas das ciências estão presentes em quase todas as questões, sobre-saindo em algumas delas. Em três questões tivemos boas aproximações de concepções epistemológicas contemporâneas, o que mostra o amadurecimento desses alunos perante algumas temáticas. Acreditamos que a inserção de disciplinas que tratam da evolução dos conceitos da Física nos primeiros semestres do curso é um dos fatores que contribui para esse amadurecimento.

Esperamos com os resultados dessa etapa de nosso trabalho mostrar a necessidade de promover, ao longo da formação inicial desses futuros professores, discussões e reflexões sobre a natureza da ciência e dos processos de construção do conhecimento científico, contextualizados historicamente. Essa formação é essencial para a consolidação de uma base reflexiva, flexível e dinâmica de conhecimentos didáticos em ciências, fundamental para professores participantes de um sistema educativo em constante evolução.

APÊNDICE 5

TEXTO DE APOIO: A QUEDA DOS CORPOS

As primeiras tentativas do homem de interpretar o fenômeno natural de queda dos corpos estão relacionadas ao modelo geoestático do Universo. Como exemplo, temos a concepção de Aristóteles (384-322 a.C.). Para ele, todas as substâncias terrestres eram resultados da combinação de quatro elementos: terra, água, ar e fogo; e todos os corpos possuíam um lugar natural próprio. O fogo e o ar por serem corpos leves tinham a tendência de subir em direção ao céu. O lugar natural de um corpo grave (terra e água) era o centro do Universo. Segundo essa idéia, quando qualquer corpo é retirado de seu lugar natural ele tende a voltar para seu local de origem, restabelecendo a ordem do cosmo.

Na visão Aristotélica, dois corpos de forma e tamanhos iguais, mas um com o dobro da massa do outro, não chegariam juntos ao solo. O mais pesado atingiria o chão na metade do tempo do mais leve se abandonados da mesma altura. Essas idéias foram aceitas por 20 séculos até que Galileu Galilei (1564-1642) estudou a queda dos corpos por uma série de experiências.

Galileu atribuiu à diferença de velocidade na queda de corpos à resistência que o meio oferecia. Corpos leves têm uma lentidão extrema em um meio denso, mas em um meio pouco denso, a sua velocidade é próxima a de corpos mais pesados. No vácuo, meio cuja densidade é nula, as velocidades de queda dos corpos são exatamente iguais.

Alguns historiadores descrevem que Galileu subiu na Torre da cidade onde morava e abandonou dois corpos de massas diferentes para comprovar que chegariam praticamente juntos ao solo. Não existem provas da realização desse experimento.

O movimento de queda livre era rápido demais para se obter a lei que rege a queda dos corpos. Galileu não dispunha de relógios e nem de cilindros de vácuo. Sendo assim, ele desenvolveu um experimento sistematizado com um plano inclinado e constatou que, ao contrário do que se acreditava até então, a queda dos corpos não se fazia segundo um movimento acelerado, mas segundo um movimento uniformemente acelerado. Galileu utilizou do

método matemático experimental em observações mensuráveis. Em suas investigações sobre a queda dos corpos, ele tornou as condições experimentais tão perfeitas e matemáticas quanto possível. A experiência do plano inclinado talvez tenha sido a primeira tentativa moderna de verificação experimental de uma teoria física.



Figura 48: Réplica do plano inclinado de Galileu. Fonte (PAULA, 2006)

APENDICE 6

TEXTO DE APOIO: GERADORES DE ELETRICIDADE

Entre as inúmeras formas de energia, o calor e a eletricidade foram certamente de grande importância para o desenvolvimento técnico-científico ao longo dos tempos. A sociedade moderna é altamente dependente da energia elétrica qual transformou o modo de vida da nossa sociedade e que marcou o início da tecnologia desenvolvida a partir dos trabalhos de cientistas que contribuíram para a compreensão da natureza da eletricidade.

A eletrificação de certos materiais pelo atrito, fenômeno que hoje chamamos de eletricidade estática, foi descrito a priori na antigüidade grega, por Tales de Mileto, que descreveu a atração exercida pelo âmbar sobre materiais leves, quando atritado com lã. As explicações iniciais eram míticas ou sobrenaturais. Uma maior atenção ao fenômeno foi dada no século 16 por Gilbert, o qual alegava que o calor gerado pelo atrito dos materiais liberava algo sutil do material, chamado de *effluvium*, que permitia que a atração ocorresse.

No século 17 surgem as primeiras máquinas eletrostáticas idealizadas por Otto von Guericke, com as quais eram produzidas descargas elétricas muito utilizadas em outros experimentos.

Em 1729, Stephen Gray (1666-1736) descobriu o importante fenômeno da condução elétrica e fez a primeira distinção entre condutores e isolantes. Ainda neste século surgiu a proposta do físico francês Charles François Dufay (1692-1739) de divisão da eletricidade em dois tipos: resinosa e vítrea, levando em conta a natureza do material atritado. A eletricidade era vista como um fluído invisível e sem massa que podia ir de um corpo para outro.

Se a eletricidade era um fluído, começaram a surgir, na metade do século 18, as primeiras tentativas de engarrafá-la. O primeiro dispositivo para tal fim foi a garrafa de Leyden, a qual funcionava como um capacitor primitivo. As descargas dessas garrafas começaram a ser utilizadas para produzir reações químicas, como por exemplo, a síntese da água.

Nessa época, Luigi Galvani observou que descargas elétricas eram capazes de contrair as pernas de rãs mortas. Surgia a idéia da eletricidade

animal. As pesquisas sobre eletricidade animal estimularam novos estudos realizados por Alessandro Volta. Analisando as observações de Galvani, Volta supôs que a eletricidade poderia ser gerada pela conexão entre os dois diferentes metais, com uma solução salina entre eles. A rã fazia o papel dessa solução. Volta empilhou placas de cobre, zinco e papel umedecido em uma água salgada e conseguiu gerar eletricidade com esse aparato. Surgia assim o primeiro gerador de eletricidade dinâmica da história, a pilha de Volta.

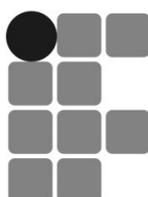
Assim como no caso da Eletricidade, pouco era conhecido sobre Magnetismo até o século XVIII. Nessa época Oersted já havia observado que bússolas eram defletidas durante as descargas elétricas de tempestades. Oersted e alguns de seus contemporâneos defendiam existir uma relação entre eletricidade e magnetismo. Em 1820, no seu laboratório, Oersted percebeu que quando um fio condutor era percorrido por uma corrente elétrica poderia ocorrer a deflexão de uma bússola próxima ao fio, comprovando a existência de relações entre esses dois ramos, até então distintos.

Seus resultados revolucionaram várias pesquisas em andamento na época. Arago havia mostrado que uma barra de ferro não imantada adquiria imantação quando nela se enrolava um solenóide percorrido por uma corrente elétrica. Uma das principais conseqüências dessa descoberta foi a idéia de Faraday em saber se o fenômeno inverso poderia ocorrer, ou seja, se o magnetismo poderia gerar correntes elétricas. A partir de suas pesquisas surgiu o primeiro dínamo e iniciou-se a era dos motores elétricos, essenciais para nossa vida moderna.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ CURRICULAR DO PROEJA-ELETRÔNICA, IFF- CAMPUS CAMPOS- CENTRO.



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE
Campus Campos-Centro

Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica

Ministério
da Educação



PROEJA - CURSO TÉCNICO EM ELETRÔNICA – CAMPUS CAMPOS- CENTRO MATRIZ CURRICULAR 2009.1 - 20 SEMANAS

COMPONENTES CURRICULARES CARGA HORÁRIA

MÓDULO I

- Biologia I 40h
- Filosofia I 20h
- Sociologia I 20h
- Matemática I 80h
- Língua Portuguesa e Literatura I 60h
- Física I 60h
- Espanhol I 40h
- Química I 60h
- Eletrônica Digital I 60h
- Eletricidade I 60h

Subtotal horas-aula 500h

Subtotal horas 417h

MÓDULO II

- Filosofia II 20h
- Sociologia II 20h
- Matemática II 60h
- Língua Portuguesa e Literatura II 40h
- Física II 60h
- Biologia II 40h
- Química II 60h
- Espanhol II 40h
- Eletrônica Digital II 60h
- Eletricidade II 60h
- Informática Básica 40h

Subtotal horas-aula 500h

Subtotal horas 417h

MÓDULO III

- Comunicação de Dados 40h
- Sistemas de Segurança Eletrônica 40h
- Filosofia III 20h
- Sociologia III 20h
- Matemática III 60h
- Língua Portuguesa e Literatura III 60h
- Física III 60h
- Redes de Computadores 40h
- Eletricidade III 40h
- Desenho 40h
- Eletrônica Analógica I 40h
- Eletrônica Digital III 40h

Subtotal horas-aula 500h

Subtotal horas 417h

MÓDULO IV

- Filosofia IV 20h
- Sociologia IV 20h
- Artes 40h
- Língua Portuguesa e Literatura IV 60h
- Física IV 60h
- História I 40h
- Autocad 40h
- Geografia I 40h
- Eletrônica Digital IV 60h
- Eletrônica Analógica II 60h
- Redes de computadores 80h

Subtotal horas-aula 500h

Subtotal horas 417h

MÓDULO V

- Geografia II 40h
- Filosofia V 20h
- Sociologia V 20h
- Educação Física 40h
- Inglês I 40h
- História II 40h
- Automação Industrial e Controle de Processos 60h
- Eletrônica Analógica III 40h
- Sistemas de Rádio, Comunicação e Antenas 60h
- Introdução a Manutenção e montagem de microprocessadores 40h
- Sistemas de Telecomunicações 60h
- Redes de Acesso em Telecomunicações 40h

Subtotal horas-aula 500h

Subtotal horas 417h

MÓDULO VI

- Filosofia VI 20h
- Sociologia VI 20h
- Inglês II 40h
- Manutenção Eletrônica 60h
- Eletrônica de Potência 60h
- Projetos Eletrônicos 40h
- Microeletrônica e Microprocessadores 60h
- Comutação Telefônica 60h
- Sistemas de Televisão 60h
- Serviço Móvel Celular 40h

Subtotal horas-aula 500h

Subtotal horas 417h

Prática Profissional 117h

Seminários de Formação Profissional (componente opcional) 20h

Estágio Curricular Supervisionado (componente opcional) 150h*

Libras (componente opcional) 20h

Total horas-aula 3.143h

Total horas 2.619h

*carga horária mínima

ANEXO 2

EMENTA DA DISCIPLINA OPTATIVA: PRÁTICA DOCENTE A PARTIR DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS

 <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <p style="font-size: 24px; font-weight: bold; margin: 0;">UENF</p> <p style="margin: 0;">- COORDENAÇÃO ACADÊMICA -</p> <p style="margin: 0;">Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro</p> </div>
<p>PROGRAMA ANALÍTICO DE DISCIPLINA (LICENCIATURA EM FÍSICA)</p>

IDENTIFICAÇÃO						
Código FIS	Nome Prática docente a partir de experimentos históricos da Física		Pré-requisito			
Centro CCT	Laboratório LCFIS		Co-requisito -----			
Duração (semanas)	Nº Créditos	Sem./A no	Carga Horária			
	02	1º Sem / 10	Teóricas 34	Práticas -----	Extra-Classe -----	T o t a l 3 4

Sistema de Aprovação	Professor(es) – João Paulo Casaro Erthal (Coordenador) - Marília Paixão Linhares
(X) Média/Freqüência () Freqüência	
EMENTA	
Práticas educacionais e o ensino de Física; o papel da experimentação no ensino de Física; teoria sócio-cultural de Vygotsky; experimentos históricos da Física; experimentos de Arquimedes; experimentos de Galileu Galilei; Isaac Newton e a experimentação; experimentos de Joule; experimentos de Coulomb, Oersted e Faraday.	
PROGRAMA ANALÍTICO DE DISCIPLINA (continuação)	
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO (aulas teóricas)	Nº de Horas-Aula
1 – Práticas educacionais e o ensino de Física Os novos desafios para o professor de Física e a educação de Jovens e Adultos	2
2 –O papel da Experimentação no ensino de Física. A experimentação em sala de aula e o laboratório didático: principais desafios.	4
3 – A teoria sócio-cultural de Vygotsky. Os processos mentais superiores; o papel dos instrumentos e signos como mediadores desse processo; o papel da mediação; a lei da dupla formação; zona de desenvolvimento proximal.	4
4 – Os experimentos históricos da Física. A utilização de experimentos históricos em sala de aula. Os mais belos experimentos da física.	4
5– Experimentos de Arquimedes e a hidrostática Da coroa do rei Hierão ao experimento do empuxo.	4
6 – Experimentos de Galileu Galilei e suas implicações para a época. A luneta de Galileu, a queda dos corpos.	4
7 - Issac Newton e a experimentação.	4

8 – Experimentos de Joule e suas implicações para a ciência. O equivalente mecânico do calor	4
9- Experimentos de Coulomb, Oersted e Faraday A descoberta do eletromagnetismo e a indução eletromagnética. O primeiro motor elétrico: a Roda de Barlow.	4

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. S. T. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes finalidades. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 25, n 2, p. 176-194, jun./2003.

ASSIS, A. K. T.; CHAIB, J. P. M. C. Experimentos de Oersted em sala de aula. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 29, n. 1, p.41-51, 2007

BASSALO, J. M. F. **Nascimentos da física**. Belém: EDUFPA, 2000.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. **A evolução da física**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

ERTHAL, J. P. C. **A Física das Radiações Eletromagnéticas e o cotidiano dos alunos do Ensino Médio: Construção de uma proposta de ensino**. 2006. 122f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2006.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I.C.C. Atividades experimentais de investigação em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. In: **Investigação em Ensino de Ciências**. 10, 2, 2005. Disponível em: <http://www.cienciamao.if.usp.br> Acesso em 05/11/09.

ROCHA, J. F. M. **Origens e evolução das idéias da física**. Salvador: EDUFBA, 2002.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência**: Universidade de Cambridge. São Paulo: Círculo do Livro, Jorge Zahar Editor, 1987.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S.D.;D, NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v. 20, n 1, p. 30- 42, 2003

VYGOTSKY, L. S. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. São Paulo: Icone 1988.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

ANEXO 3
MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA
UENF



UENF
 Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro



MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

(Aprovada na 30ª Reunião do Colegiado do CLFIS em 20/08/2008 – Válida para ingressantes no curso desde 2007)

(Homologada Pela Câmara de Graduação em 09/12/2008)

1º PERÍODO	2º PERÍODO	3º PERÍODO	4º PERÍODO	5º PERÍODO	6º PERÍODO	7º PERÍODO	8º PERÍODO
Cálculo Diferencial e Integral I (MAT01111) (102,0,0)	Cálculo Diferencial e Integral II (MAT01206) (68,0,0)	Cálculo Diferencial e Integral III (MAT01109) (68,0,0)	Métodos Matemáticos Para Física (MAT01225) (68,0,0)	Física Matemática (FIS01145) (68,0,0)	Mecânica Analítica (FIS01246) (68,0,0)	Estrutura da Matéria (FIS01250) (68,0,0)	Física Quântica I (FIS01147) (68,0,0)
Matemática Elementar I (MAT01114) (34,0,0)	Mecânica (FIS01240) (68,0,0)	Eletricidade e Magnetismo (FIS01142) (68,0,0)	Termodinâmica (FIS01104) (68,0,0)	Física Moderna (FIS01244) (68,0,0)	Eletromagnetismo (FIS01247) (68,0,0)	Monografia I (FIS01148) (0,34,0)	Métodos Experimentais da Física Moderna (FIS01251) (34,34,0)
Química Geral I (QU01102) (51,0,0)	Laboratório de Mecânica (FIS01241) (0,34,0)	Laboratório de Eletricidade e Magnetismo (FIS01143) (0,34,0)	Física Ondulatória (FIS01242) (68,0,0)	Estágio Supervisionado I (FIS01132) (0,102,0)	Oficina de Criação (FIS01108) (0,34,0)	Estratégias de Ensino III (FIS01253) (0,34,0)	Monografia II (FIS01252) (0,34,0)
Laboratório de Química Geral I (QU01103) (0,34,0)	Novas Tecnologias para o Ensino de Física (FIS01211) (34,0,0)	Fundamentos da Física Térmica (FIS01155) (34,0,0)	Laboratório de Física Ondulatória (FIS01245) (34,0,0)	Estratégias de Ensino II (FIS01149) (34,0,0)	Evolução dos Conceitos da Física II (FIS01249) (34,0,0)	Estágio Supervisionado III (FIS01150) (0,102,0)	Estágio Supervisionado IV (FIS01254) (0,102,0)
Introdução à Física (FIS01107) (68,0,0)	Fundamentos da Educação (LEL04106) (51,0,0)	Laboratório de Física Térmica (FIS01134) (0,34,0)	Computação (MAT01222) (68,0,0)	Psicologia da Educação (LEL04105) (51,0,0)	Estágio Supervisionado II (FIS01232) (0,102,0)	Disciplina Optativa (34,0,0)	Libras: inclusão educacional da pessoa surda ou com deficiência auditiva (LEL04410) (34,34,0)
Introdução à História e Filosofia da Ciência (FIS01140) (34,0,0)	Didática (LEL04108) (51,0,0)	Estratégias de Ensino I (FIS01240) (34,0,0)	Evolução dos Conceitos da Física I (FIS01146) (34,0,0)	Estrutura e Funcionamento do Sistema de Ensino (LEL04107) (51,0,0)	Ciência e Sociedade (CCH04101) (34,0,0)	Disciplina Optativa (68,0,0)	Atividades-Acadêmico-Científico-Culturais (FIS04110) (0,0,204)
		Fundamentos da Ciência da Computação (MAT01112) (34,34,0)					
328 horas	306 horas	340 horas	340 horas	374 horas	340 horas	340 horas	544 horas

Carga horária: (teórica, prática, extra-classe); Disciplinas obrigatórias = 2125 horas; Disciplinas optativas = 102 horas; É obrigatório o ENADE quando requerido.

Estágios supervisionados = 408 horas; Monografia = 68 horas; Atividades acadêmico-científicas culturais comprovadas = 204 horas

Carga horária mínima a ser cumprida = 2907 horas; Tempo mínimo de integralização = 8 semestres; Tempo máximo de integralização = 15 semestres

As Atividades-Acadêmico-Científico-Culturais devem ser realizadas em caráter extra-classe ao longo do curso e comprovadas no último período.