



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS
NÚCLEO PEDAGÓGICO DE APOIO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO –
NPADC**

**CTS E A MODELAGEM MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DE FÍSICA**

Autor: Pedro Estevão da Conceição Moutinho

Orientador: Prof. Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo

Dissertação apresentada à comissão avaliadora do Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico da Universidade Federal do Pará, sob orientação do prof. Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo, como exigência para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemáticas, na área de concentração: formação de professores.

BELÉM

2007

Moutinho, Pedro Estevão da Conceição.

M992c

CTS e a modelagem matemática na formação de professores de física / Pedro Estevão da Conceição Moutinho. – Belém, 2007.

Orientador: Adilson Oliveira do Espírito Santo.

Dissertação (Mestrado). Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará, 2007.

1. FÍSICA – Estudo e ensino (ensino superior). 2. PROFESSORES DE FÍSICA – Formação. 3. CIÊNCIA E CIDADANIA. 4. MODELOS MATEMÁTICOS. I. Título.

CDD 22. ed.530.7



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS
NÚCLEO PEDAGÓGICO DE APOIO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO –
NPADC

CTS E A MODELAGEM MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE
FÍSICA

Autor: Pedro Estevão da Conceição Moutinho

Orientador: Adilson Oliveira do Espírito Santo

Avaliada por:

Comissão julgadora:

Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo
(Orientador)

Prof. Dr. Ruy Guilherme Castro de Almeida

Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito

Prof. Dr. José Jerônimo de Alencar Alves

BELÉM/PA

2007

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Sebastião, meu pai, Antônio e Maria, irmãos (*in memorin*). Maria, minha mãe, Ermelinda, Fátima, Izabel, Daniel, José, Sebastião, Catarina e Odília, meus irmãos. Ângela, minha esposa, Victor, Pedro, Lucas, Thalita e Ana, meus filhos, pelo carinho, compreensão e palavras de incentivo, dispensados, principalmente nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente em minha vida e por ter permitido trilhar este caminho.

Aos professores do programa, pela paciência, dedicação e competência de como nos conduziram durante nossa formação.

Ao professor Dr. Adilson Oliveira do Espírito Santo, pela orientação, pela participação na construção de minha trajetória como pesquisador e pela paciência e amizade, qualidades muito marcante neste educador.

RESUMO

Este estudo relata uma pesquisa feita entre o professor-pesquisador, professor de física, e sua turma de licenciatura do CEFETPA, composta de 32 alunos na qual foi utilizado a Tendência CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e a Modelagem Matemática como ambiente para formação de professores de física. Trata-se de uma pesquisa participante, na modalidade narrativa, com objetivo de registrar e analisar as ações e os registros dos personagens da pesquisa. Foram planejadas seis atividades com o objetivo de coletar dados para responder o problema proposta nesta investigação. Esses dados foram registrados através de filme, escritos dos alunos e escritos do professor-pesquisador. Na análise dos resultados chego à conclusão de que o ambiente proporcionado pela tendência CTS e pela Modelagem Matemática, através da experimentação, são necessários para formação de um professor diferenciado, que queira dar significado a aprendizagem de seus futuros alunos, pois nas falas destes percebe-se as necessidades que esses alunos têm de conhecer outras metodologias de ensino/aprendizagem em substituição da metodologia mecanicista cartesiana que eles conviveram durante toda formação fundamental e média. Por isso que inicio este trabalho discutindo sobre a evolução do método científico, posteriormente discuto sobre a tendência CTS, a proposta do livro didático e a modelagem Matemática. Em seguida faço atividades experimentais utilizando essas metodologias propostas. Neste sentido, percebo que esses alunos, futuros professores, irão formar alunos preparados para exercer sua cidadania, com auxílio da Tendência CTS e da Modelagem Matemática.

Palavras Chave: formação de professores, Modelagem Matemática, CTS (ciência, Tecnologia e Sociedade), experimentação.

ABSTRACT

This study is about a research among research-teacher, physics teacher and his class of licenciatura in the Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará - CEFETPA, composed of 32 students in which was used CTS Trend and the Mathematical Modeling as environment for formation of physics teachers. It is about participant research, in the modality narrative, with objective to register and analyze the actions and the register of the characters of the research. Six activities with the objective of collect data to answer the problem proposal in this investigation were planned. These data had been registered through film, writing from the students and writing from the research-teacher. In the analyzes of the results, it is conclude of the environment proportionate by the CTS Trend and by Mathematical Modeling, through the experimentation, are necessary for formation of a differentiated teacher, who wants to give meaning to the learning of his future students, because in the speech of these perceives the necessities that these student have to know other methodologies of teaching / learning in substitution of the Cartesian mechanical methodology that they coexisted during all basic and middle formation. Therefore this work began discussing about the evolution of the scientific method, later about the CTS Trend, the didactic book proposes and the Mathematical Modeling. After that, the experimental activities using these methodologies proposals. In this direction, is perceptive that these students, future teachers, will former pupils prepared to exert your citizenship, with the aid of the CTS Trend and Mathematical Modeling.

Key Words: formation of physics teachers, Mathematical Modeling, CTS, experimentation

SUMÁRIO

Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Sumário.....	viii
Introdução.....	10
Capítulo 01 – Evolução do método científico numa perspectiva CTS	18
1.1 – Do período medieval até as idéias de René Descartes.....	18
1.2 – Confirmando o mecanicismo cartesiano através do positivismo.....	24
1.3 – Rompendo com o mecanicismo cartesiano.....	26
1.4 – A nova física.....	28
Capítulo 02 – Emergências históricas CTS na educação em ciências.....	31
2.1 – Surgimento do iluminismo e do cientificismo.....	31
2.2 – O surgimento do romantismo.....	32
2.3 – A tendência CTS na educação: a proposta do livro didático.....	33
2.3.1 – Surgimento da tendência CTS: um pouco do histórico.....	33
2.3.2 – Currículo com ênfase CTS: objetivos e princípios.....	34
2.3.3 – A tendência CTS no ensino de física: análise dos livros didáticos.....	37
2.3.4 – A escolha do livro didático na perspectiva CTS	38
Capítulo 03 – A modelagem matemática.....	43
3.1 – Refletindo sobre modelagem matemática.....	43
3.2 – O uso da modelagem matemática	47
3.2.1 – Formulação do problema.....	47
3.2.2 – Solução do problema através da experimentação.....	49
a) Montagem do experimento.....	49
b) Identificação das grandezas físicas envolvidas.....	50
c) Montagem e execução do experimento.....	50
d) Coleta de dados.....	51
e) Modelo de tabela.....	51
f) Análise dos dados.....	52
g) Elaboração do modelo matemático.....	52

3.3 – Regressão ou ajuste de curva.....	53
Capítulo 04 – A metodologia.....	56
4.1 – Público alvo.....	56
4.2 – Justificativa	57
4.3 – Objetivos.....	58
4.4 – Conteúdos de ensino.....	59
4.4.1 – Conteúdo atitudinal.....	59
4.4.2 – Conteúdo metodológico.....	60
4.4.3 – Conteúdo procedimental.....	60
4.5 – Contrato didático.....	61
4.6 – Metodologia para as atividades.....	61
4.7 – Recursos didáticos e materiais.....	64
4.8 – Avaliação	64
Capítulo 05 – Execução das atividades discentes.....	66
5.1 – Relato das exposições dos alunos.....	66
5.1.2 – Exposição dos temas	66
5.1.3 – Atividade experimental	73
5.2 – Análise das redações dos alunos sobre a execução do projeto.....	76
5.2.1 – Análise do tema político social.....	74
5.2.2 – Análise do tema construção do conhecimento.....	77
5.2.3 – Análise do tema formação do professor.....	81
5.2.4 – Análise do tema uma nova maneira de ensinar.....	87
Considerações Finais	93
Referência.....	97
Anexos.....	98
Anexo 01.....	100
Anexo 02.....	108

INTRODUÇÃO

MINHA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL

No ano de 1975, começo o curso de licenciatura Plena em física juntamente com o curso de licenciatura curta em ciências¹. Em 1980 concluo os dois cursos já com uma experiência profissional de três anos, pois trabalhava desde 1977 em alguns colégios das redes particular e pública de Belém.

Durante minha carreira profissional, enquanto trabalhava apenas no ensino médio, não me preocupava em procurar a academia para prolongar meus estudos através de uma pós-graduação no nível de mestrado, pois achava suficiente o curso de especialização no ensino de física, concluído em 1980 na UFPA e as leituras que fazia. Com a implantação dos cursos superiores na escola que trabalho atualmente, em regime de dedicação exclusiva, CEFET-PA², me vi na obrigação de procurar um curso de mestrado, e por isso procurei cursar o mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas.

Em Março de 2005 ingresso no programa de pós-graduação do NPADC/UFPA para cursar o mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas. Com o andamento do curso percebo que fiz a escolha certa, pois as modificações que estão se processando em minha vida profissional já são bem evidentes e a satisfação, tanto docente quanto discente, é imensa.

Enquanto cursava as disciplinas as inquietações no ensino de física vinham surgindo. Cursava as disciplinas fazendo uma análise na maneira de agir em minhas turmas de ensino médio e superior para o ensino de física e esta análise me levou a descobrir que eu sou um dos responsáveis pela exclusão do aluno ou pela não aceitação da disciplina e muitas vezes até pelo ódio que o aluno adquire durante o não aprendizado da mesma.

Procurando as causas percebo que a maior de todas é o obstáculo da experiência, pois imaginava que os vinte e oito anos de magistério me qualificavam para ser o melhor professor de física de minha escola e que a disciplina “imposta” e o “conhecimento que eu passava” aos meus alunos os tornariam futuros universitários e profissionais competentes, não conhecia o que era a formação para

¹ Curso de licenciatura em ciências direcionado ao ensino fundamental

² Centro Federal de Educação Tecnológica

cidadania, imaginava que o aluno deveria ser preparado para passar nos processos seletivos que eles iriam enfrentar. E o mais grave de tudo é que essas idéias positivistas eu repassava aos meus alunos de licenciatura, futuros professores.

Essas inquietações me levaram a refletir e procurar uma mudança, uma maneira diferente de ensinar física, ir à procura do ponto de mutação no modo de ensinar, ou melhor, de educar. Estava reproduzindo o método científico que eu aprendi há décadas passadas através do mecanicismo cartesiano que procura validar os saberes científico e não dar significado aos conhecimentos adquiridos. Praticava o ensino através de uma ciência inodora, machista e asséptica e não uma ciência com consciência, que leve tanto o professor, quanto o aluno, a refletir sobre aquilo que se ensina ou se aprende.

Várias disciplinas cursadas foram responsáveis para que eu pudesse exercitar uma mudança ou procurasse uma maneira diferente de ensinar física, dentre elas destaco: Bases epistemológicas no ensino de ciências, As tendências em educação no ensino de ciências, Tópicos especiais de física, tecnologia e sociedade e Modelagem Matemática. Essas disciplinas foram responsáveis para que eu modificasse minha maneira de pensar o ensino de física e elaborasse um projeto de ensino para meus alunos de licenciatura.

Neste projeto, inicialmente, discuto com meus alunos, através de textos previamente elaborados: a Evolução dos Métodos Científicos, Emergências Históricas CTS³ na Educação em Ciências, A Escolha do Livro Didático na Perspectiva CTS e a Modelagem Matemática (MM). Após discussão desses temas, é importante salientar que todos têm oportunidade de opinar para que adquiram autonomia crítica em suas práticas pedagógicas, escolho algumas situações do cotidiano para desenvolver conceitos físicos dentro de uma temática CTS, usando a MM e a experimentação como ferramentas para dar significado ao ensino de física.

Para avaliar este projeto solicito aos alunos que escrevam uma redação sobre o mesmo. Relatando de maneira livre, crítica e reflexiva a execução deste. Também deveriam avaliar as atividades, o docente, o espaço físico e o material didático e que seja feito uma auto-avaliação no presente.

Em seguida faço uma análise dessas redações e as considerações finais na qual eu concludo que devemos exercitar uma maneira diferente de ensinar física com

³ Uma tendência no ensino das ciências cuja sigla significa Ciência, Tecnologia e Sociedade.

nossos alunos de licenciatura para que os mesmos possam levar a mensagem, a seus futuros alunos, que a física não é um “bicho de sete cabeças” e sim, de oito.

Física: “bicho de sete cabeças”? Não, de oito!

Quando entro em meu ambiente de trabalho deparo com esta frase, juntamente com uma figura de um monstro de oito tentáculos, que traz em sete deles fotos de personagens ilustres da ciência: Newton, Galileu, Einstein, Roisenberg, Bohr, Schodinger e Pauli. No oitavo tentáculo não possui personagem algum.

Refletindo sobre esta figura percebo que podemos fazer do ensino de física um monstro de sete cabeças, insuportável, detestável e até odiável. Ou podemos fazer da física uma disciplina de oito cabeças, prazerosa, agradável e até amada, na qual sete cabeças representam os grandes gênios da ciência e a oitava é a cabeça de cada um de nós, professores ou alunos que ensinam/estudam a disciplina.

O que representa a física para cada um de nós depende muito da formação dos professores que irão trabalhar com essa disciplina, ao longo de sua trajetória estudantil o aluno pode odiar ou pode ter gosto pela mesma, e esta escolha ele adquire gradativamente se espelhando no profissional que está a sua frente. Acredito que um dos fatores que contribui para o baixo desempenho dos alunos em física está no preparo dos professores, pois professores bem formado irão formar bons alunos e ótimos cidadãos.

Partindo dessas reflexões é que faço várias perguntas, que pretendo responder neste curso de mestrado:

Física é um bicho de sete cabeças?

O ensino de física é eficaz?

Os professores de física são formados adequadamente para ensinar física?

Preparamos professores ou físicos?

Com objetivo de contribuir para uma melhor formação de meus alunos de licenciatura em física é que proponho nesta dissertação uma maneira diferente de ensinar física. Para isso, um projeto didático pedagógico está sendo implementado com os alunos da disciplina Física – Metodologia e Prática ao longo do 2º semestre letivo de 2006 nos cursos de licenciatura do CEFET-PA.

Para formação deste profissional diferenciado busco amparo na tendência CTS e na MM, pois acredito que as mesmas ajudam na aprendizagem dos conteúdos científicos, dando significados aos mesmos, já que essas tendências ou metodologias de ensino procuram relacionar o que se ensina com o que o aluno convive. Também comento sobre o mecanicismo cartesiano por entender que a física que hoje se pratica é quase que exclusivamente mecanicista, dando maior ênfase a matematização e menos, ou quase que nenhuma, ao fenômeno estudado.

Refletindo sobre o parágrafo acima percebo que os questionamentos feitos podem ser trocados por uma única interrogação:

De que maneira a tendência CTS e a MM ajudariam na formação diferenciada de um professor de física e mostrariam uma maneira diferente de ensinar física?

Para responder a essa pergunta estruturei esta dissertação em cinco capítulos, os quais comento a seguir.

No capítulo 01 intitulado “Evolução dos Métodos Científicos Numa Perspectiva CTS” eu comento sobre o mecanicismo cartesiano – método científico de Galileu, Descartes, Bacon, Newton. Falo sobre Comte, com a teoria positivista, falo de autores que segundo minha visão inicia um rompimento com o mecanicismo cartesiano – Khun e Prigogine – e autores que propõem um novo método científico, Capra, Morin, e Santos. Escolho esses autores para dialogar porque foram frutos de leituras e discussão dentro da disciplina “Bases Epistemológicas para o Ensino de Ciências”, que cursei durante o primeiro semestre de 2005 do curso de mestrado. Fecho este capítulo fazendo um comentário sobre a Física Moderna.

Pretendo mostrar com este capítulo que o mecanicismo cartesiano não é o único método científico e que o professor pode se apoderar de outras metodologias de ensino e assim poder enriquecer suas atividades profissionais.

No capítulo 02 intitulado “Emergências Históricas na Educação em Ciências” inicio fazendo um comentário sobre o surgimento do Iluminismo e do Cientificismo, escolas que confirmam o mecanicismo cartesiano e colaboram com o surgimento do Romantismo, cuja escola valoriza o culto pela natureza e que poderia proporcionar o início da tendência CTS. Discuto sobre a tendência CTS na educação através do

histórico, do currículo com ênfase em CTS e da análise dos livros didáticos na perspectiva CTS, dialogando principalmente com Maria Eduarda Santos e Wildson Santos.

No capítulo 03 intitulado “A Modelagem Matemática” eu faço uma reflexão sobre a MM dentro do ensino de ciências dialogando, principalmente, com Bassanezi. Discuto sobre o uso da MM dentro do ensino de ciências através da experimentação. Posteriormente discuto a matematização do fenômeno científico e a elaboração de um modelo matemático, quando possível.

Os capítulos dois e três irão discutir duas novas metodologias de ensino, a tendência CTS e a MM. Fornecerão outras opções para prática docente, dirão como essas tendências no ensino podem ser aplicadas, como podem ajudar na formação diferenciada do professor e como podem mostrar uma nova maneira de ensinar física.

No capítulo 04 eu falo sobre a metodologia utilizada para execução deste trabalho. Início falando sobre o público-alvo, explícito, de uma maneira mais abrangente, os objetivos que eu pretendo alcançar com este trabalho. Continuo falando sobre os conteúdos trabalhados na disciplina Física – Metodologia e Prática, o contrato didático, como os alunos irão executar as atividades e a avaliação do projeto. Finalizo este transcrevendo um texto do livro “Pais Brilhantes & Professores fascinantes” – a história da grande torre: quais são os profissionais mais importantes da sociedade? – para que os alunos reflitam sobre a profissão docente e procurem valorizá-la cada vez mais.

No capítulo 05 faço um relato sobre as atividades discentes e uma análise sobre as redações avaliativas que os alunos irão produzir ao longo do projeto. Para isso uso as gravações em vídeo e áudio, as anotações que fiz durante as atividades, os relatórios apresentados pelos alunos e o diário de bordo.

Metodologia da pesquisa

A metodologia que emprego neste projeto é uma pesquisa bibliográfica sobre quatro temas que transformo em textos e levo para meus alunos lerem e debaterem em sala de aula. Posteriormente realizo duas atividades práticas usando a Modelagem Matemática com auxílio da experimentação, numa temática CTS e faço

o relato dessas atividades. Em seguida realizo pesquisa qualitativa na qual solicito dos alunos que escrevam uma redação avaliativa sobre a execução do projeto e posteriormente faço análise dessas redações e minhas considerações finais.

O primeiro texto denominado “A Evolução dos Métodos Científicos”⁴ visa mostrar aos alunos o nascimento e a evolução do mecanicismo cartesiano, juntamente com autores que propõem rompimento com este método científico e autores que propõem um novo método científico.

Este texto, além de uma visão histórica da ciência permite que o futuro professor faça uma análise sobre o método científico que vivenciou como aluno do ensino médio e que método científico ele quer praticar quando for um profissional docente. Desta maneira, quero despertar no meu aluno, através do texto, uma análise crítica sobre o mecanicismo cartesiano, pois acredito que este método científico é utilizado pela maioria dos professores de física do ensino médio.

O segundo texto denominado “Emergências Históricas CTS na Educação em Ciências”⁵ mostra ao aluno uma nova tendência no ensino das ciências, em particular no ensino de física. No primeiro texto ele reflete sobre o mecanicismo cartesiano, método que já teve contacto na prática discente, e neste texto ele vai refletir sobre outra metodologia para sua prática docente.

É importante que o profissional docente tenha conhecimento de várias tendências para o ensino das ciências para que o mesmo possa decidir a que maior significado trará na formação da cidadania do seu aluno, pois nos dias atuais não pensamos apenas em ensinar o nosso aluno, mas sim numa formação sistêmica do mesmo, na formação de sua cidadania, segundo o que diz a LDB.

O terceiro texto denominado “A Escolha do Livro Didático na Perspectiva CTS Para o Ensino de Física”⁶ procura mostrar ao futuro professor como escolher um livro didático voltado para a formação social de seu aluno, e não apenas científica. Um livro que não seja puramente mecanicista e sim científico, técnico e social.

Neste texto debatarei com meus alunos a importância ou não da escolha do livro didático e qual a melhor opção de escolha. Nos dias atuais o livro didático é a maior fonte de consulta, tanto para os professores quanto para os alunos, e acredito

⁴ Capítulo 01 desta dissertação

⁵ Expresso no Capítulo 02 desta dissertação

⁶ Expresso no capítulo 02 desta dissertação

ser importante fornecer subsídios para estes professores escolherem adequadamente o livro didático que quiserem seguir como fonte de consulta.

O quarto texto denominado “A Modelagem Matemática”⁷ leva meus alunos a refletirem sobre o uso da Modelagem Matemática no ensino da física com o auxílio da experimentação e associado à tendência CTS. Vejo na junção da tendência CTS com a M.M. uma formação integral do aluno, pois tanto a primeira quanto a segunda metodologia de ensino procuram associar os conhecimentos científicos com temas do cotidiano e conseqüentemente dão significado ao ensino de física.

A M.M. usa o processo inverso do mecanicismo cartesiano. Esta interage com um problema previamente formulado e tenta resolvê-lo através da formulação de um modelo matemático, enquanto que o mecanicismo cartesiano parte do modelo matemático já elaborado para posteriormente resolver o problema. E a tendência CTS entra no processo quando procuramos a interação do problema a ser estudado com aspectos técnico-científicos que estão no cotidiano do aluno, inserindo o social do aluno.

Após os alunos tomarem conhecimento, debaterem e conceberem uma postura crítica e reflexiva sobre os temas propostos iniciar-se-á a parte prática da metodologia empregada neste projeto. Esta prática será feita com auxílio da experimentação. Os alunos irão executar duas atividades experimentais, usando material de fácil acesso, para desenvolver um tema do cotidiano numa perspectiva CTS e auxiliado pela MM.

Para execução dessas atividades divido a turma em sete equipes e cada equipe será responsável pela execução de uma atividade. Sendo que a sétima se responsabilizará pela gravação audiovisual de todas as atividades e no final das apresentações exibir, em sala de aula, a gravação para todos participantes.

É solicitado que cada equipe faça, após a apresentação, um relatório sobre a mesma. E no final, quando todas as atividades já estiverem sido executadas cada aluno deverá fazer uma redação avaliativa do projeto. É dito que os mesmos são livres para exporem suas opiniões e reflexões. Nesta redação, que pode ser uma carta a uma autoridade, parente ou amigo, o aluno deve fazer uma reflexão crítica sobre as metodologias empregadas, sobre o docente, sobre o espaço físico e sobre si mesmo. Este material, juntamente com meu diário de bordo, os relatórios e a

⁷ Expresso no capítulo 04 desta dissertação

filmagem das atividades, é usado para eu fazer a narração da execução das atividades docentes e discentes e minhas análises qualitativas. Para subsidiar minha pesquisa, inicialmente faço uma narração das atividades, baseado no diário de bordo, nos relatórios e nas filmagens, posteriormente analiso as redações feitas pelos alunos e todo esse material me fundamenta para que eu chegue a uma conclusão sobre o questionamento feito no início desta dissertação.

CAPÍTULO 1

EVOLUÇÃO DO MÉTODO CIENTÍFICO NUMA PERSPECTIVA CTS

Este capítulo é fruto do estudo na disciplina “Bases Epistemológica do Ensino de Ciências” que cursei no primeiro período do curso de mestrado no ensino de ciências e matemáticas do NPADC/UFGA, na qual lemos e debatemos sobre as obras e os respectivos autores que enumero a seguir: Discurso do Método (René Descartes), Novum Organum (Francis Bacon), Discurso Sobre o Espírito Positivo: August Comte (M. Pereira), Contra o Método (Paul Feyerabend), A Formação do Espírito Científico (Gaston Bachelard), A Estrutura das Revoluções Científicas (Thomas Kuhn), O fim das Certezas (Ilya Prigogine), O Ponto de Mutação de (Fritjof Capra), Ciência Com Consciência (Edgar Morin), Introdução a uma Ciência Pós-Moderna (Boaventura Santos).

Ao escrever sobre a evolução do método científico⁸ numa perspectiva CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), inicialmente comento sobre o método científico da idade média passando pelo surgimento da mecânica newtoniana indo até no início do século XX, com a nova física. Posteriormente, faço um comentário sobre autores que confirmam o mecanicismo cartesiano⁹. Continuo o comentário, agora com autores que propõem um rompimento com a proposta mecanicista cartesiana e autores que propõem um novo método científico. Pretendo com este capítulo fornecer fundamentos históricos ao meu aluno de licenciatura e ao mesmo tempo subsídios para que ele reflita sobre o ensino de física que ele vivenciou como aluno e que ensino ele quer praticar durante sua vida profissional.

1.1 – Do período medieval até as idéias de René Descartes

A natureza do conhecimento medieval baseava-se na razão e na fé. Durante a Idade Média o método científico baseava-se nas proposições Aristotélicas corroboradas pela Igreja. As idéias básicas eram: a Terra como centro do universo e

⁸ A palavra método está usada no sentido de ordem, organização, coordenação e método científico no sentido de organização do conhecimento científico.

⁹ Método científico elaborado por Galileu, Descartes, Newton, etc.

o Homem como criação de Deus. Os sábios medievais procuravam compreender o significado das coisas e consideravam da mais alta relevância questões referentes a Deus, a alma humana e a ética. Tomás de Aquino combinando Aristóteles, Teologia e a ética Cristã, estabelece a estrutura conceitual que permanece incontestável até o início do século XVI.

O método de investigação do conhecimento muda radicalmente nos séculos XVI e XVII com as contribuições de: Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Galileu Galilei, Francis Bacon, René Descartes e Isaac Newton, que dão início à revolução científica. Um dos precursores dessa revolução é Copérnico.

Nicolau Copérnico em sua obra “Sobre a Revolução dos Corpos Celeste”, que só foi publicada quando o autor estava em seu leito de morte, propõe o modelo heliocêntrico (o sol no centro do sistema planetário) para o sistema solar, opondo-se a idéia geocêntrica (a terra no centro do sistema planetário) de Cláudio Ptolomeu e da Igreja. Nesse novo modelo planetário, Copérnico propõe que os seis planetas até então, conhecidos (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno, nessa ordem) realizavam órbitas circulares ao redor do Sol.

A troca da Terra pelo Sol, como centro planetário, significou, para as autoridades da Igreja afastar o homem do centro do Universo, por isso, essa idéia foi considerada uma heresia, razão pela qual sua obra foi incluída no Index, relação dos livros heréticos. Estas e outras idéias propostas causaram a morte pela fogueira de Giordano Bruno, pois este defendia a teoria de Copérnico, e por causa disso foi punido pela “Santa” Inquisição.

Seguindo Copérnico na revolução científica temos Johannes Kepler que herdou as informações de seu mestre Tycho Brahe que fez um registro sistemático e preciso das posições dos Planetas. De posse das precisões de Brahe, Kepler conseguiu provar, através de um Método Empírico, que as órbitas dos planetas eram elípticas e não circulares como defendia Copérnico.

Kepler ficou bastante angustiado com sua nova teoria, as quais iam contra as teorias geocêntricas, que eram aceitas pelos doutores da Igreja, pois religioso e acreditava que a criação divina era perfeita. Entretanto, prevaleceram as observações empíricas de Kepler e, os fundamentos da escolástica para o sistema solar permanecem até hoje, acrescido apenas de Netuno e Plutão.

Na opinião dos historiadores atuais a verdadeira mudança do método científico veio com Galileu Galilei, que já tinha formulado as leis da queda dos

corpos. Na astronomia, com o telescópio, Galileu introduziu um novo método de observação dos fenômenos celestiais, contribuiu para que a velha cosmologia declinasse e comprovar a teoria científica de Copérnico. Galileu introduziu ainda o método experimental científico combinado com a linguagem matemática, por isso é considerado por muitos o pai da ciência moderna.

Dois importantes critérios de estudo para as ciências, usados até hoje fundamentam Galileu: a abordagem empírica na descrição da natureza e o uso da linguagem matemática. Com Galileu, a observação e a matemática começam a ter maior importância na produção do conhecimento científico em comparação a revelação.

Paralelamente a Galileu, Francis Bacon descrevia explicitamente, na Inglaterra, o método empírico da ciência. Com a teoria do procedimento indutivo da ciência, Bacon tornou-se extremamente influente a ponto de atacar as escolas tradicionais de pensamento. Com isso Bacon desenvolveu uma verdadeira paixão pelo experimento científico. Segundo Novak, em seu livro, uma teoria de educação, a ciência experimental foi dogmatizada pela primeira vez por Francis Bacon, em 1620.

Duas passagens do livro de Bacon, *Novum Organum*, justificam sua paixão pela experimentação:

A sutilidade da natureza está muito além da do sentido ou da compreensão; de tal forma que meditações, especulações ilusórias e teorias sobre a raça humana não passam de uma forma de loucura. (p. 107)

(...) Mas nossa esperança de maior progresso nas ciências será bem fundamentada apenas quando numerosos experimentos forem acolhidos e feitos dentro da história natural, os quais, apesar de não terem em si próprios, auxiliarão materialmente na descoberta de causas e axiomas – experimentos que chamamos de instrutivos, para distingui-los daqueles chamados profícuos. Possuem eles a maravilhosa propriedade e natureza de nunca decepcioná-lo ou traí-lo; por serem usados apenas para descobrir a causa natural de algum objeto, qualquer que seja o resultado, igualmente satisfarão seu objetivo decidindo a questão. (p. 127)

Os métodos para estudo da natureza e produção de conhecimento propostos por Galileu e Bacon substituem a concepção orgânica da natureza pela metáfora do mundo como máquina. Essa idéia mecanicista foi desenvolvida por dois “gigantes” do século XVII: Descartes e Newton.

René Descartes, brilhante matemático, é considerado o fundador da filosofia moderna. Aos 23 anos de idade, teve uma visão iluminada na qual percebeu os “alicerces de uma nova ciência” que prometia a unificação de todo o saber. Descartes visualizou uma ciência baseada em princípios fundamentais que dispensam demonstração e que “toda ciência é conhecimento certo e evidente” e continua “rejeitamos todo conhecimento meramente provável e consideramos que só se deve acreditar naquelas coisas que são perfeitamente conhecidas e sobre as quais não pode haver dúvidas” (Capra, 1982: 53).

A base da filosofia cartesiana está na crença da certeza do conhecimento e na visão do mundo que dela é derivada. O pensamento cartesiano, em que o método científico é o único método válido de compreensão do universo, ainda influencia cientistas de todas as áreas, isso ainda hoje pode ser válido se suas limitações forem reconhecidas.

Para Descartes a matemática era importante para ciência, e acreditava que a chave para compreensão do universo era a sua estrutura matemática. Por isso, ele escreveu a respeito dos objetos físicos:

Não admito como verdadeiro o que não possa ser deduzido, com a clareza de uma demonstração matemática, de noções comuns de cuja verdade não podemos duvidar. Como todos os fenômenos da natureza podem ser explicados desse modo, penso que não há necessidade de admitir outros princípios na física, nem que sejam desejáveis.

(CAPRA, 1982: 53)

Em seu livro “Discurso do Método” Descartes têm por finalidade apontar o caminho para estudo da natureza ou para se chegar à verdade científica. Talvez por isso esta obra se torna um grande clássico da filosofia. O método de Descartes consiste num ponto fundamental, a dúvida. Ele duvida de tudo, inclusive da revelação, e chega a conclusão de uma coisa que não pode ter dúvida, a existência de si mesmo como pensador, por isso, diz: “penso, logo existo” e propõe a intuição e a dedução como método para conhecer a natureza. No pensamento reside a essência da natureza humana e que tudo que conhecemos clara e distintamente é verdadeiro. “A concepção da mente pura e atenta” ele chamou de “intuição” afirmando que “não existe outros caminhos ao alcance do homem para o conhecimento certo da verdade, exceto a intuição evidente e a necessária

dedução”. Como se vê as ferramentas de Descartes para a construção do conhecimento é: a intuição e a dedução.

O método de Descartes para a construção do conhecimento levou a fragmentação do mesmo, em disciplinas e ao reducionismo nas ciências, no qual a crença em que todos os fenômenos complexos podem ser compreendidos se reduzidos as suas partes constituintes. O cogito¹⁰ cartesiano fez com que Descartes privilegiasse a mente em relação à matéria e levou-o a conclusão de que as duas eram separadas e fundamentalmente diferentes. Essa divisão cartesiana redundou em interminável confusão acerca da relação entre mente e cérebro, e na física tornou extremamente difícil aos fundadores da teoria quântica o entendimento dos fenômenos atômicos. Por outro lado nos ensinou a conhecer a nós mesmo como egos isolados existentes “dentro” dos nossos corpos, e levou-nos a valorizar mais o trabalho mental que o manual.

Apesar de Descartes não ter executado seu plano ambicioso – “a maravilhosa ciência” – a qual, através de seu método de pensamento analítico, ele tenta representar uma descrição precisa de todos os fenômenos naturais num único sistema de princípios mecânicos, seu método científico influenciou por três séculos o pensamento científico. Sua concepção da natureza como uma máquina perfeita, governada por leis matemáticas exatas ficou como simples visão durante sua vida. Mas Newton transformou em realidade o sonho cartesiano e completou essa fase da evolução científica.

Isaac Newton nasceu na Inglaterra em 1642, no ano em que Galileu faleceu. O método de Newton consistiu no desenvolvimento completo de uma formulação matemática da concepção mecanicista da natureza. Realizou síntese nas obras de Copérnico Kepler, Bacon, Galileu e Descartes. A física de Newton, ainda durante sua vida passou a ser considerada o ponto culminante da ciência, forneceu uma consistente teoria matemática do mundo, que permaneceu como sólido alicerce do pensamento científico até boa parte do século XX. O cálculo diferencial criado por ele descrevia o movimento dos corpos sólidos de modo muito superior as técnicas de Galileu e Descartes.

Newton empregou seu novo método matemático para formular as leis exatas do movimento de todos os corpos que eram atraídos sob influencia da gravidade.

¹⁰ No sentido de pensar, meditar, refletir, matutar, imaginar.

Propôs que essas leis passassem a ser adotadas por todo universo. A natureza do universo para Newton era um gigantesco sistema mecânico semelhante a visão cartesiana do universo. Tudo funcionava de acordo com leis matemáticas de forma exata.

Duas tendências opostas orientavam o método de conhecer a natureza: o método empírico indutivo de Bacon, e o método racional dedutivo de Descartes. Em sua obra “Princípios matemáticos da filosofia natural” Newton consegue a combinação apropriada de ambos os métodos dizendo que: tanto os experimentos sem interpretação sistemática quanto a dedução de princípios básicos sem evidência experimental conduzem a uma teoria confiável. Com essa unificação dos métodos de Descartes e Bacon, Newton conseguiu uma metodologia científica que é à base do conhecimento da natureza, desde então.

A teoria newtoniana foi usada com enorme sucesso nos séculos XVII, XVIII e XIX. Essa teoria explicava com sucesso o movimento dos planetas, luas e cometas, fluxos das marés e vários outros fenômenos relacionados com a gravidade e até os fenômenos calóricos e térmicos.

A descoberta e a investigação de fenômenos elétricos e magnéticos – iniciado por Michael Faraday e completado por Maxwell – envolviam certas inovações no método científico. Um novo tipo de força que não podiam ser descritos adequadamente pelo modelo mecanicista. Faraday e Maxwell substituíram o conceito de força pelo conceito de campo de força, com isso ultrapassaram a barreira mecanicista da física. Mostraram que os campos têm suas próprias realidades e podem ser estudados na ausência de corpos materiais. Surge a teoria da eletrodinâmica que culminou com a descoberta de que a luz é um campo eletromagnético rapidamente alternante, que viaja através do espaço em forma de ondas.

Assim a mecânica newtoniana se preocupa com estudo da natureza, apenas na tentativa de descobrir, medir e quantificar seus mistérios. Essa visão mecanicista da natureza passa a ser questionada a partir da década de 60 com Kuhn e outros autores que, incomodados com a ausência de um método sistêmico para pesquisa científica, rompem com o mecanicismo cartesiano.

Essa inquietação reflete-se muito bem nas palavras de R.D. Laing: “Nada mudou mais o nosso mundo nos últimos 400 anos do que a obsessão dos cientistas pela medição e pela quantificação”. Segundo Laing “Perderam-se a visão, o som, o

gosto, o tato e o olfato, e com eles foram-se também a sensibilidade à estética e a ética; os valores; a qualidade; a forma; todos os sentimentos; motivos; intenções; a alma; a consciência e o espírito” (apud, Capra, 1982: 51). A experiência, como acúmulo de conhecimento, foi expulsa do domínio do discurso científico.

1.2 – A teoria positivista de Auguste Comte

A teoria positivista, elaborada por August Comte (1798-1857), dá prosseguimento às idéias da revolução científica quando o mesmo privilegia o método científico através da observação e a sistematização das ciências, não se investigam as causas primeiras e a ciência metafísica dos fenômenos, procura-se apenas fixar em leis, sempre mais gerais, as relações constantes de sucessão ou de semelhança existente entre os próprios fenômenos. A Filosofia Positiva tem início numa visão progressiva do espírito humano, o desenvolvimento total da inteligência humana passa por três estados históricos diferentes: o estado teológico ou fictício, o estado metafísico ou abstrato e o estado científico ou positivo.

O estado teológico, que se dá na Idade Antiga, o homem impotente diante dos fenômenos naturais, apela para seres sobrenaturais para explicar esses fenômenos. O espírito humano por desconhecer as causas naturais dos fenômenos explica-os como produzidos por seres ou forças comparáveis ao próprio homem.

O estado metafísico que se dá, na Idade Média, o homem, mais habituado ao manejo da racionalidade, passa a atribuir as causas dos fenômenos naturais às forças da natureza, incontroláveis do ponto de vista prático, mas passíveis de serem pensados de modo abstrato. Este estado substitui o anterior no quais os agentes sobrenaturais são substituídos por forças abstratas.

Como a teologia, a metafísica tenta, antes de tudo, explicar a natureza íntima dos seres vivos, a origem e o destino de todas as coisas, o modo essencial de produção de todos os fenômenos. Mas em vez de empregar, para isso, agentes sobrenaturais propriamente ditos, ela os substitui progressivamente por essas entidades ou abstrações personificadas, cujo uso, verdadeiramente característico, permitiu muitas vezes designá-las sob o nome de ontologia.

(COMTE, 1978: 47).

No estado positivo ou científico, presente entre os gregos e que reaparece com Bacon, Galileu e Descartes, o homem reconhece a inutilidade das explicações

vagas e arbitrárias da filosofia teológica ou da filosofia metafísica, preocupa-se em conhecer as causas dos fenômenos e descobrir leis reais que regem esses fenômenos. O espírito positivo assume uma dupla tarefa: coordenação dos fatos observados e estabelecimento de uma previsão racional, aproximadamente exata.

Considerando a destinação constante dessas leis, pode-se dizer, sem exagero algum, que a verdadeira ciência, longe de ser formada por simples observações, tende sempre a dispensar, quando possível, a exploração direta, substituindo-a por essa previsão racional que constitui sob todos os aspectos, o principal caráter do espírito positivo.

(COMTE, 1978:48)

A obra de Comte sofre influência decisiva na sua formação com a obra de Condorcet “Estudo do Quadro Histórico dos progressos do Espírito Humano” segundo a qual o homem caminhará para uma era em que a organização social e política seriam produtos das luzes da razão. Surge então uma única doutrina filosófica que seria a solução dos problemas da humanidade com a finalidade de orientar todas as ciências gerando uma metodologia que constituiria a Teoria do Espírito Humano. Para alguns historiadores o positivismo é uma forma de pensamento social e surge da necessidade de organizar a sociedade francesa diante do caos que se instalara, devido à transição do período feudal para o capitalismo. Para Comte o positivismo é a solução para se instalar espontaneamente “**ordem e progresso**”.

Num assunto qualquer, o espírito positivo leva sempre a estabelecer exata harmonia elementar entre as idéias de existência e as idéias de movimento, donde resulta mais especialmente, no que respeita aos corpos vivos, a correlação permanente das idéias de organização com as idéias de vida e, em seguida, graças a uma última especialização peculiar ao organismo social, a solidariedade contínua das idéias de ordem com as idéias de progresso.

(COMTE, 1978: 69).

Percebe-se em sua obra que Comte estabelece uma relação íntima entre ciência, ordem e progresso. Dentro das ciências humanas, por exemplo, devem-se primeiramente melhorar as condições de vida da classe proletária, através de uma revolução na ordem econômica e política da sociedade.

1.3 – Rompendo com o mecanicismo cartesiano

Na década de 60 do século passado, alguns autores incomodados com o mecanicismo cartesiano procuram um rompimento com esse método científico através da publicação de algumas obras, como Tomas Kuhn e Prigogine. Alguns autores, além do rompimento com o mecanicismo cartesiano, propõem outros métodos científicos para estudo da natureza, entre os quais citamos: Capra, Morin e Santos.

Tomas Kuhn com a obra “A Estrutura das Revoluções Científicas”, em 1962 vem para mudar profundamente as análises e as conclusões sobre a natureza epistemológica da ciência. Em sua obra Kuhn transforma radicalmente o cenário mundial de filosofia da ciência em história da ciência. Este autor formado em física teórica abandona sua linha de pesquisa e passa a estudar sobre a história da ciência.

Se a história fosse vista como um repertório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente nos domina.

(KUHN, 1962: 19)

Thomas Kuhn inicia seu livro conceituando ciência normal, dizendo que esta, é uma pesquisa científica orientada por um dado paradigma e que, paradigmas são realizações científicas universalmente conhecidas, os quais serviram como soluções e modelos para uma comunidade científica.

Ilya Prigogine, com sua obra “O Fim das certezas” (1996) rompe com o mecanicismo cartesiano ao considerar a teoria do caos, a idéia de flecha do tempo e os conceitos de reversível e irreversível para os fenômenos científicos.

Em primeiro lugar nossa recusa da banalização da irreversibilidade fundamenta-se no fato de que mesmo na física a irreversibilidade não pode mais ser associada apenas a um aumento da desordem. Muito pelo contrário os desenvolvimentos recentes da física e da química de não-equilíbrio mostram que a flecha do tempo pode ser uma fonte de ordem.

(PRIGOGINE, 1996:29).

“O Ponto de Mutação” de Fritjof Capra é a obra responsável pela mudança que se verifica em minha vida profissional docente. Através da introdução de um

sistema holístico¹¹ para a ciência, Capra consegue persuadir os leitores de que é necessário que abandonemos um sistema exclusivamente mecanicista em troca de um sistema holístico profissionalizante.

A descrição reducionista de organismos, pode, portanto, ser útil e, em alguns casos necessários. Ela só é perigosa quando interpretada como se fosse a explicação completa. Reduccionismo e holismo, análise e síntese, são enfoques complementares que, usados em equilíbrio adequado, nos ajudam a chegar a um conhecimento mais profundo da vida.

(CAPRA, 1982:261).

Para Capra o reducionismo é um sistema que deve conviver com um sistema holístico para a atividade científica tecnológica e social, deve haver um equilíbrio entre os mesmos e não um predomínio ou exclusivismo do sistema mecanicista que governou durante, aproximadamente, três séculos o método científico. O sistema holístico defendido por Capra se encaixa perfeitamente na tendência CTS para o ensino de física.

Edgar Morin com sua obra “Ciência Com Consciência” tenta despertar a consciência dos investigadores e diz que é o momento de tomar consciência de que a ciência carente de reflexão e uma filosofia puramente especulativa são insuficientes para enxergar a complexidade da realidade física, biológica, social e política. Pois as ciências naturais não estão conscientes de pertencer a uma cultura, a uma sociedade e a uma história e, as ciências humanas não têm consciências dos aspectos físicos e biológicos dos fenômenos humanos.

Contrário ao mecanicismo, Morin diz que as máquinas artificiais aplicam programas fornecidos pelos engenheiros e estas não se reproduzem, não se regeneram e também não toleram a desordem; enquanto as máquinas vivas (sociedade humana) estão em permanente estado de organização e modificam-se segundo a aleatoriedade das situações. Por isso, segundo Morin, a ciência não deve esquecer o lado social da humanidade.

A obra de Morin levou-me a refletir sobre o social dentro do meu mundo profissional, contrariando o mecanicismo cartesiano que provocou um esquecimento social e humano dentro de mim.

¹¹ O termo “holístico”, do grego “holos”, “totalidade”, refere-se a uma compreensão da realidade em função de totalidades integradas cujas propriedades não podem ser reduzidas a unidades menores.

“Introdução a uma Ciência Pós-Moderna” obra de Boaventura de Souza Santos fecha o ciclo de autores que eu naveguei para falar sobre a nova proposta para os métodos científicos e o ensino de ciências dentro de uma tendência CTS. Nessa obra o autor rompe com o paradigma da ciência moderna e faz emergir um novo paradigma que ele chama de Ciência Pós-Moderna no qual propõe um conhecimento prudente para uma vida decente: um paradigma científico social, uma reflexão hermenêutica para compreender criticamente a ciência moderna.

A partir dessa reflexão a ciência se pautará numa relação mais direta com a sociedade numa relação eu-tu (hermenêutica) e não mais a relação eu-coisa (epistemológica), sendo compreendida como prática social do conhecimento. Este paradigma reflete um momento de transição entre o moderno e o pós-moderno, e não uma ruptura total entre os dois paradigmas, proposta para um novo modelo de ciência que se baseia em quatro teses em que todo conhecimento: científico natural é científico social; é local e total; é autoconhecimento; visa constituir-se no novo senso comum.

Em sua obra, assim como Capra e Morin, Boaventura busca a reflexão de uma ciência voltada para o social, vejo nos três autores a preocupação com a ética científica e o social, uma mudança no método científico no qual não se preocupa apenas com a validação dos conceitos científicos e sim com a aplicação sistêmica desses conhecimentos, uma proposta científico/social.

Hoje, influenciado por esses três autores, quando escrevo busco sempre uma ética profissional voltada, não só para mim, mas para o sujeito de minha pesquisa ou profissão, o homem.

1.4 – A NOVA FÍSICA

A física moderna começa no início do séc XX, com três trabalhos publicados pelo extraordinário Albert Einstein em 1905: a teoria da relatividade, o efeito fotoelétrico e o movimento browniano.

Dez anos depois Einstein formulou a teoria geral da relatividade. Nessa teoria Einstein unifica e completa a mecânica clássica juntamente com a eletrodinâmica e a gravidade, o que nos confirma o seu pensamento de harmonia inerente à

natureza. Nesse trabalho foi introduzida, nova e drástica mudança nos conceitos de espaço e tempo: Espaço e Tempo são relativos não mais absolutos.

Os trabalhos de Einstein facilitaram a origem de novo ramo da física: a Mecânica Quântica. Esse ramo amplia o modelo cartesiano científico e elabora um novo modelo, o tetradimensional no qual o tempo também interage.

A teoria quântica foi desenvolvida por um grupo internacional de físicos durante as três primeiras décadas do século passado entre eles citamos: Max Planck, Albert Einstein, Neils Bohr, Louis De Broglie, Erwin Schrodinger, Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg e Paul Dirac.

A nova física exigia profundas mudanças nos conceitos de espaço, tempo, matéria, objeto e causa e efeito. Esses conceitos são importantes na maneira de interpretar o mundo e essas mudanças causaram um grande choque na comunidade científica que pode ser comprovado por dois comentários feitos, o primeiro por Heisenberg e o segundo por Einstein:

A reação violenta ao recente desenvolvimento da física moderna só pode ser entendida quando se percebe que neste ponto os alicerces da física começaram a se mover; e que esse movimento provocou a sensação de que a ciência estava sendo separada de suas bases.

(CAPRA, 1982:72)

Todas as minhas tentativas para adaptar os fundamentos teóricos da física a esse [novo tipo de] conhecimento fracassaram completamente. Eram como se o chão tivesse sido retirado debaixo dos meus pés, e não houvesse qualquer outro lugar uma base sólida sobre a qual pudesse construir algo.

(CAPRA, 1982: 72)

O Princípio da Incerteza de Heisenberg expressa matematicamente as limitações dos conceitos clássicos. Segundo este princípio sempre que usamos termos clássicos (partícula, onda, velocidade, posição) para descrever fenômenos atômicos descobrimos pares de conceitos que se interrelacionam e que não podem ser definidos simultaneamente com precisão: quanto mais enfatizamos um aspecto em nossa descrição, mais o outro se torna incerto.

A noção de complementaridade introduzida por Niels Bohr veio esclarecer o princípio da incerteza de Heisenberg. Segundo Bohr um par de conceitos clássicos como onda e partículas, são descrições complementares da mesma realidade,

ambas são necessárias para uma descrição total da realidade atômica. O moderno conceito de complementaridade está claramente contido no pensamento chinês yin/yang¹², uma vez que os opostos yin/yang estão inter-relacionados de uma maneira polar ou complementar. Este fato causou profunda impressão em Niels Bohr.

Assim, a física quântica nos mostra através do estudo do átomo que nunca podemos prever com certeza um evento atômico, mas podemos prever a probabilidade de sua ocorrência porque os conceitos estão interligados entre si. Portanto, a física moderna revela a unicidade básica do universo e que o mundo não pode ser decomposto em unidades ínfimas com existência independentes, como nos mostrava a teoria mecanicista cartesiana.

Através da unicidade básica do universo, proposto pela física moderna, chego à conclusão que a tríade ciência, tecnologia e sociedade devem caminhar juntas, para o bem da humanidade e do planeta e que filmes de ficção que mostram um planeta totalmente estéril e sem vida seja apenas ficção.

¹² Relação polar entre opostos que devem estar em equilíbrio

CAPÍTULO 2

EMERGÊNCIAS HISTÓRICAS CTS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

A importância de falar sobre a tendência CTS na educação em ciências é mostrar aos meus alunos de licenciatura que não existe apenas o mecanicismo cartesiano como método de ensino de física, há outras tendências e uma das mais importantes é a tendência CTS.

Para discorrer sobre emergências históricas CTS em ciências primeiramente falo sobre o surgimento do iluminismo e do cientificismo que são correntes de pensamentos que surgem para substituir gradativamente o predomínio cultural religioso pelo cultural científico e que confirmam o mecanicismo cartesiano. Posteriormente surge o romantismo que é uma ideologia marcada pelo culto à natureza e rejeição à ciência dando início ao aspecto sócio/cultural para o ensino das ciências e que poderia proporcionar uma iniciação da tendência CTS, visto que o movimento ecológico que ocorreu entre 1967 e 1975 foi um dos fatores decisivos para o surgimento da tendência CTS. Finalmente discorro sobre a tendência CTS na educação enfatizando o livro didático na perspectiva CTS, surgimento e histórico desta tendência e currículo com ênfase CTS para o ensino de ciências no nível médio.

2.1 – Surgimento do iluminismo e do cientificismo

A revolução científica do século XVII faz surgir a Ciência Moderna que rompe com ideologias dominantes da Idade Média e põe em “cheque” todo edifício religioso construído até então, que vai sendo substituído gradativamente pelo conhecimento científico e faz surgir corrente de pensamento, como o Iluminismo e o Cientificismo.

Tornou-se muito difícil conciliar as perspectivas mecanicistas do mundo, com perspectivas dominantes na Idade Média, inspiradas na religião. O predomínio da cultura religiosa foi sendo substituído pelo da cultura científica e deu origem a corrente de pensamento como o iluminismo e o cientificismo.

(SANTOS, 1999: 52).

No século XVIII surge o Iluminismo, que se fundamenta, no “Ideal das Luzes” que aprecia apenas a verdade da ciência, reduzindo a pluralidade de interpretações a uma uniformidade triunfalista.

O cientificismo que surge no século XIX apóia-se na convicção de que a ciência descobre e descobrirá inteiramente a verdade identificada à realidade concreta do mundo em que vivemos. O cientificismo emerge do iluminismo do século XVIII que pretendendo afastar a autoridade institucional e seu código de valores, endeuza outros valores, particularmente a autoridade da razão. Numa tentativa de afastar os dogmas reinantes dogmatiza a razão, numa clara evidência do culto à razão.

Pretendendo afastar o Deus providência, elege o Deus arquiteto, o Deus que propicia o universo semelhante a um mecanismo de relojoaria; pretende afastar o obscurantismo, de uma vez por todas, oferece as luzes resplandecentes da ciência que irão “iluminar” para todo o sempre o olhar sobre o mundo.

(SANTOS, 1999: 53)

Essas duas correntes de pensamento são frutos da consolidação do paradigma newtoniano e que em nada contribuem para uma tendência CTS no ensino de física, a não ser por favorece o surgimento de uma nova escola, o Romantismo, que se volta para a natureza e o homem e na qual vejo um início da tendência CTS. É por isso que o comento, a seguir.

2.2 – O surgimento do Romantismo

O romantismo surge quando o enfraquecimento pelo entusiasmo da ciência começou a emergir. A ideologia do romantismo é marcada pelo culto da natureza, dando primazia às artes sobre a ciência. Para compreender a natureza a melhor via de acesso são as experiências estéticas, privilegiando, principalmente a poesia. Este fato é bem explicado por uma afirmação de Novalis, “quanto mais poético, mais verdadeiro”.

Para o romantismo a felicidade humana reside no sentimentalismo que, de fato, contrapõe o valor da razão (iluminismo e cientificismo) ao valor dos sentimentos. Segundo Maria Eduarda Santos, “O homem do romantismo rejeita a

ciência, não lhe atribui qualquer valor positivo enquanto contributo para a felicidade do homem” (p.).

O culto pela natureza dá início a grandes rupturas no conhecimento científico, que se instala no início do século XX, deixa perplexos os filósofos da ciência, os cientistas e os cidadãos comuns. O paradigma da ciência moderna começa a acumular grandes controvérsias, deixa de ser única para ser pluralizada e relativizada. Vejo na preocupação com a natureza o início de uma tendência voltada para valorização do meio ambiente, que pode ser encaixado no aspecto social/cultural para o ensino das ciências e que poderia proporcionar a iniciação de uma nova tendência de ensino a qual estaria voltada para os aspectos científicos e sociais: a tendência CTS.

2.3 – A tendência CTS na Educação: a proposta do livro didático

Este tópico é fruto do processo de estudo e discussões que vivenciei ao participar da disciplina Tendências na Educação em Ciências, no Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas, no Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico – NPADC/UFPA, no período de agosto a dezembro de 2005. Tais estudos e discussões possibilitaram que me aproximasse de autores e literaturas que tratam de Tendência CTS na educação em ciências e, diante da minha experiência profissional como professor de física no CEFET-PA, interessei-me em investigar esta tendência no ensino médio, tendo em vista as propostas dos livros didáticos.

Com intuito de fundamentar minha análise faço uma breve contextualização histórica do surgimento da tendência CTS e aponto alguns princípios e diretrizes para um currículo com ênfase na abordagem CTS, à luz de diferentes autores que discutem esta temática, para enfim tecer minhas análises dos livros didáticos.

2.3.1 – Surgimento da tendência CTS: um pouco do histórico

O surgimento da proposta CTS para o ensino ocorre sobre tudo no período posterior à guerra de 1914-1918, quando a dúvida e a desconfiança em relação a

ciência aparecem na opinião pública, principalmente após a bomba de Hiroshima. Surge, então, a reflexão sobre o valor e limites da ciência.

Essa reflexão suscita medo e poder, por exemplo, na ciência-ficção reflete-se muito bem esse fato. Medo de um mundo estéril e a obsessão pelo domínio das civilizações através do poder científico. Segundo Ellul “O sucesso do movimento ecológico entre 1967 e 1975 manifesta bem esta ideologia de medo face ao poder”.

Além das reflexões feitas sobre os limites da ciência, um fato importante para o surgimento da tendência CTS foi, em meados da década de 1970, a disputa ideológica e militar que instalou a guerra fria entre as duas maiores potências tecnológicas da época: Estados Unidos e União Soviética. Assim foi na tentativa de amenizar os impactos negativos vinculados aos estudos científicos e tecnológicos - que na sua maioria eram voltados para indústria bélica - surge o estudo científico voltado para conservação ambiental e discussão de valores éticos e morais. Este fato faz suscitar a inclusão, nos currículos escolares de disciplinas científicas, com temáticas voltadas para o social, emergindo então, o movimento CTS na educação científica, pois segundo Layton:

Os trabalhos curriculares em CTS surgiram, assim, como decorrência da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, o que não vinha sendo alcançado adequadamente pelo ensino convencional de ciências.

(Apud. SANTOS, 2002: 3)

2.3.2 – Currículo com ênfase CTS: objetivos e princípios

Currículos das ciências voltados para uma educação de CTS têm como objetivo principal o desenvolvimento de valores que estão relacionados com as necessidades humanas, vinculadas aos interesses coletivos e que questionam a ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais. Para Santos (2002) esses valores são: solidariedade, fraternidade, consciência de compromisso social, reciprocidade respeito ao próximo e generosidade.

(...) será por meio da discussão desses valores que contribuiremos na formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade. As pessoas, por exemplo, lidam diariamente com produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa

decisão poderia ser tomada levando-se em conta não só a eficiência do produto para os fins que desejam, mas também os seus efeitos sobre a saúde, os seus efeitos ambientais, ou seu valor econômico, as questões éticas relacionadas a sua produção e comercialização (p.5).

As questões éticas a que Santos se refere vêm desde a produção tecnológica até a comercialização, em que elas discutem se os funcionários de dada empresa são explorados de maneira desumana, se o descarte da produção agride a natureza, se é objeto de contrabando e contravenção. Enfim, são informações que não passadas ao cidadão, induzem-no a consumir o produto simplesmente pelo preço e não pelo valor social que deveria trazer para toda comunidade.

Há muitos autores que estudam sobre os currículos CTS no ensino médio. No Brasil temos KRASILCHIC (1987) que discute os currículos de ciências de 1950 a 1985, esta autora,

(...) assinala que, na década de setenta, os mesmo começaram a incorporar uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político e social. Já na década de oitenta, a renovação do ensino de ciências passou a se orientar pelo objetivo de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.
(Apud, SANTOS 2002: 4).

Já na década de 90 a National Science Teachers Association (NSTA) define “como principal fim dos esforços do movimento CTS na escola uma alfabetização científica e técnica (ACT)” (Santos, 2001: 36), Nesta perspectiva acredito que a educação em ciências no ensino de física, precisa ir além do espaço de sala de aula, integrando aos seus objetivos as questões culturais e sociais que nos remetam à reflexão, da e para a prática em nosso cotidiano. Na atual sociedade científico-tecnológica devemos superar, desta forma, as limitações que têm o ensino de física centrado na conceituação e pureza de princípios científicos.

Compartilho então de alguns princípios elencados por Fourez & Cabiaux (1991) ao definirem o que os professores deveriam se esforçar em desenvolver junto aos alunos, tendo em vista a tendência CTS:

- a capacidade de ligar os modelos científicos – técnicos a situações existenciais globais de modo multidisciplinar, aprendendo a fazer cruzar as abordagens científicas com outras abordagens (jurídicas, econômicas, éticas), tendo em vista a resolução de problemas da vida cotidiana;

- a compreensão de que os modelos científicos aparecem historicamente como respostas a situações específicas e que a fisionomia da Ciência só se pode compreender no quadro dos objetivos e das conversas de uma época;
- a compreensão de algumas noções freqüentes na nossa sociedade e que são geralmente “conceitos nômades” entre diversas disciplinas;
- certa compreensão de uma ou outra teoria (evolução, eletricidade, modelo atômico...), mas com o fim de aproximá-las, de desmitificá-las, de apanhar a sua historicidade e por vezes a sua beleza estética e não tanto a profundidade atingida pelo especialista;
- a aprendizagem do bom uso do especialista, ou seja, aprender o que ele lhe pode dar sem se deixar mitificar pelo seu saber, a ponto de não ousar pensar racionalmente por si mesmo.

A partir destas reflexões defendo que a educação em ciências, principalmente no contexto do ensino médio na disciplina de física – que na maioria das vezes é apenas matematizada e desvinculada da vida cotidiana dos alunos – precisa ter entre suas preocupações e práticas, caminhos que possibilitem aos alunos a construção de atitudes como refletir, julgar e agir sobre os problemas sociais; abordagem que ampliem a compreensão da história e natureza da ciência, bem como que a torne mais estética, sem perder de vista a perspectiva da formação para cidadania e o questionamento de valores ligados à ética e à moral na ciência.

Preocupado com o ensino de ciências em nosso país, procurei investigar o que se ensina em ciências para nossos alunos do nível médio, buscando nos livros didáticos a fonte para este estudo. De cinco coleções de livros que pesquisei, percebi que apenas duas têm preocupações com tendência CTS. As demais apenas têm apenas, caráter conceitual, com reforço de exercícios preparatórios para processo seletivo de ingresso ao ensino superior e por isso me, absterei de maiores comentários. No tópico a seguir, faço comentário sobre os livros que têm preocupações com a tendência CTS, dentro dos livros que pesquisei.

Justifico minha preocupação com o livro didático pelo fato de ser a principal fonte de pesquisa para o professor e para o aluno no processo ensino-aprendizagem. E que material de baixa qualidade favorece um ensino de baixa qualidade e material de boa qualidade favorece um ensino de boa qualidade.

2.3.3 – A Tendência CTS no ensino de física: análise dos livros didáticos

Para fazer esta análise sigo as mesmas características listadas para os alunos, na página 41 desta dissertação quando fazem uma atividade sobre o livro didático.

As coleções pesquisadas foram:

- 01 – Física – Ensino Médio – coleção Novos tempos, ed. Scipione - 2000.
- 02 – Física – Novo Ensino Médio – Paulo Ueno, ed. Ática - 2005.
- 03 – Física – Volumes 1, 2, 3 – Bonjorno e Clinton, ed. FTd - 1992
- 04 – Física – Novo Ensino Médio – Paraná, ed. Ática – 2003.
- 05 – Física – Volume único – Ciência e Tecnologia – ed. Moderna – 2002.

Física – Novo Ensino Médio de PARANÁ Djalma Nunes da Silva

Neste livro, em volume único para o ensino médio, o autor apresenta uma seção denominada “contextos, aplicações, interdisciplinaridade” que tem como objetivo ligar a física à realidade da vida e da sociedade. Percebe-se que o livro procura temas atuais ligados à tendência CTS e ao cotidiano. Além do mais, sempre que possível, contextualiza o assunto abordado através de uma seção denominada “um pouco da história da ciência”. Acompanha também uma seção de exercícios contextualizados com perguntas dentro de uma temática CTS.

Física – Ciência e tecnologia de Nicolau, Penteadó, Toledo e Torres.

Neste livro os autores pretendem responder a três perguntas fundamentais: Como surgiu a física? De que maneira ela se apresenta em nosso cotidiano? Em que ela pode nos ajudar? Segundo a proposta dos próprios autores. Para que essas perguntas sejam respondidas, numa temática CTS, cotidiana e ambiental, o livro é dividido em cinco unidades e dezenove capítulos e, cada capítulo apresenta os seguintes tópicos:

- Abertura do capítulo: no início de cada capítulo há uma foto e um texto atual relacionado ao conteúdo do capítulo.

- Você sabe por quê: perguntas que pretendem estimular o aluno a associar o tema em estudo a fatos observados no cotidiano.

- O que diz a mídia: aspectos do assunto em estudo, publicados em jornais e revistas.

- Ciência Tecnologia e Sociedade: temas de pesquisa e/ou discussão, com ênfase nos impactos sociais e/ou ambientais, provocados pelo desenvolvimento tecnológico.

- Aplicação tecnológica: aplicações práticas de tecnologias associadas ao conteúdo estudado.

- Proposta experimental: experimentos com a utilização de materiais simples, para comprovação de fenômenos expostos na teoria.

- Sugestões de leitura: sugestões de livros e textos que tratam dos assuntos estudados.

Refletindo minha prática docente percebo que a mesma se voltava apenas para o científico, no qual eu tento validar os conceitos científicos, obedecendo a um currículo que é direcionado, exclusivamente, para que o aluno se prepare para um processo seletivo, esquecendo-me do social e do tecnológico, ou seja, não dava significado ao que eu ensinava. Hoje, depois de conhecer as tendências no ensino de ciências vejo que há necessidade de uma mudança no meu modo, profissional, de agir.

2.3.4 – A escolha do livro didático na perspectiva CTS para o ensino de física

O livro didático é um ponto bastante polêmico, dentro do ensino de física. E as principais polêmicas são: Usar ou não usar o livro didático nas aulas de física? Qual é o livro mais adequado para se usar dentro do ensino de física? Esses questionamentos me faço, e faço também a meus alunos do curso de licenciatura.

Dentro do social, privilegio apenas o custo do livro, na hora da escolha do livro didático e esqueço os demais fatores sociais. Hoje no meu modo de pensar, vejo que o social é importantíssimo para formação da cidadania de nosso aluno, e que está expresso na Lei de Diretrizes e Bases (LDB – Lei N° 9394 de 20 de dezembro de 1996). Em TÍTULO I Da Educação no Art. 1° estabelece:

A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais.
& 2º, A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social.

Em física, disciplina que leciono, de um modo geral, percebo que o ensino se verifica simplesmente no exercício dos conceitos científicos, privilegiando quase que exclusivamente o científico e esquecendo o que diz a LDB, que a educação escolar deve ser abrangente, envolvendo além do científico, o tecnológico e o social, para que possamos formar o cidadão e não apenas um técnico ou tecnólogo sem o devido preparo para a vida profissional que irá enfrentar.

Refletindo sobre o tipo de ensino que é praticado em minha disciplina percebo que uma grande mudança deve acontecer para que possamos exercitar uma educação que a LDB preconiza, e no meu modo de pensar essa mudança deve começar pelas nossas fontes de pesquisa, docente e discente, cuja principal é o livro didático. Estes, voltados para o consumismo, que é uma marca da civilização atual, prima pelo fator econômico, esquecendo da qualidade que o mesmo deve ter para formação do cidadão. As editoras no afã de vender seus produtos sufocam os professores com material de baixa qualidade, oferecendo, muitas vezes, vantagens econômicas para que seus materiais sejam adotados. Através dessas reflexões é que vejo a necessidade dessa atividade, a escolha do livro didático, para meus alunos de licenciatura.

Para poder analisar o livro didático dentro de uma formação cidadã busco embasamento na tendência CTS, pois vejo que esta, além de uma formação técnica e científica, procura uma formação social. Nesta, percebo uma formação ampla do cidadão e não apenas uma formação científica que apenas valida os conceitos científicos sem ao menos contextualizá-los.

Defendo que os livros textos devem ser internacionais, pois os conceitos científicos são os mesmos em qualquer parte do país e a tecnologia que se pratica nos pólos mais avançados devem ser do conhecimento de todos. No social, de um modo geral, acredito que os avanços devem ser para todos em igualdade de condições e os problemas sociais que ocorrem em uma região são os mesmos no país como um todo.

Quando falo no social me refiro aos aspectos político, religioso e cultural. Particularizando este social para o aspecto político vejo que o próprio livro texto tem responsabilidade de informar, quando possível, assuntos da política nacional e internacional, visto que o país adota o mesmo regime político em toda sua extensão. No aspecto religioso, acredito que tanto o livro texto quanto o professor podem falar da religiosidade sem se preocupar com a defesa de uma ou de outra religião. Já nos aspectos culturais penso que o professor deve ter competência para regionalizá-los, visto que nosso país é bastante rico e diversificado culturalmente e que a cultura difere de região para região. A cultura sulista difere da cultura do sudeste, que por sua vez difere da nordestina, que por sua vez difere da cultura do centro oeste e que por sua vez difere da nortista. Digo isto porque, se nacionalizamos o ensino cultural tomando como base a cultura de uma região, este ensino não será significativo para as demais regiões devido o desconhecimento cultural que o aluno tem das demais regiões. Conhece, sim, a sua cultura.

Acredito ser o aspecto social importantíssimo na escolha do livro didático e essas informações pretendo repassar a meus alunos de licenciatura para que os mesmos possam ter uma postura crítica e reflexiva quando se posicionarem diante da escolha do livro didático, quando forem professores no ensino médio e fundamental.

Vejo na escolha do livro didático um fator muito importante na formação do professor, pois este servirá, no mínimo, como fonte de consulta para o futuro docente e uma má escolha trará uma má formação e posteriormente uma má informação aos seus alunos. Acredito que a escolha do livro didático enfocando a tendência CTS no ensino de ciências é muito importante na formação da cidadania de nossos alunos do ensino médio e fundamental.

No intuito de apresentar a tendência CTS e responder os questionamentos que me refiro no início deste tópico, para meus alunos do curso de licenciatura, elaboro uma atividade na qual discuto, com os mesmos, sobre o tema. Nessa atividade o importante é que os próprios alunos cheguem às suas conclusões. Acho importante que eles construam suas idéias a partir de novas idéias que passem a conhecer durante sua formação e não assumam apenas idéias positivistas, que caracterizam a maioria dos livros de física na atualidade.

No início da atividade os alunos têm contato com um texto sobre a tendência CTS no ensino de ciências. Esse texto será debatido em sala de aula e cada aluno

tem oportunidade de emitir sua opinião sobre o tema, já que o texto será fornecido antecipadamente para que todos possam lê-lo. E, assim cada aluno terá oportunidade de reflexão dentro da prática docente que no futuro ele exercitará e decidirá se é importante ou não a tendência CTS em sua vida profissional e na escolha do livro didático.

Para exercitar este tema, propus outra atividade: a escolha do livro didático através da tendência CTS no ensino de ciências para o nível fundamental.

A execução da atividade foi através da consulta de várias coleções de livros didáticos de ciências para o ensino fundamental que se encontram disponíveis em nossos estabelecimentos comerciais. Os alunos, futuros professores, foram divididos em equipes e uma equipe ficou responsável pela exposição de uma ou mais coleções que tiverem aplicação da tendência CTS, as coleções que não assumem essa postura não entraram no debate, pois o objetivo é identificar a tendência CTS no livro didático para o ensino de ciências. Foram apenas citadas as coleções consultadas que não evidenciam essas tendências.

O fechamento da atividade foi feito através da distribuição de um livro didático para cada equipe da turma e essas equipes tiveram oportunidade de se pronunciarem sobre aplicação ou não da tendência CTS no livro didático que analisou. Para essa análise é solicitado ao aluno que procure as seguintes características nos livros didáticos¹³:

- Historicidade da ciência para os conceitos discutidos.
- Desenvolvimento da cidadania propondo reflexões dentro do tema estudado inserindo-o no contexto social.
- Relação do desenvolvimento tecnológico com os impactos sociais e/ou ambientais.
- Utilização prática da ciência no desenvolvimento tecnológico.
- Associação do conhecimento científico com fatos do dia-a-dia.
- Incentivo a leitura de revistas e jornais através dos fatos científicos.
- Exercícios contextualizados, que levem o aluno a refletir sobre os conceitos físicos, a tecnologia e o cotidiano do aluno.

¹³ Essas características foram propostas por mim, baseado nas leituras que fiz.

Nessa atividade, o mais importante, é que cada aluno assuma postura sobre adoção ou não do livro didático e se assumir, quais as características do livro que deve ser adotado.

O ensino de física que estamos praticando, é deficitário e muitas vezes odiado por nossos alunos de ensino médio. Pretendendo mudar esta realidade é que busco na preparação de novos professores de física um ensino de física mais atraente e eficaz. Acredito que, com professores bem preparados iremos chegar a um processo de aprendizagem mais eficaz. É por isso que proponho aos meus alunos de licenciatura a escolha do livro dentro da tendência CTS, pois percebo que esta tendência ajudará muito na formação da cidadania de seus futuros alunos.

Além da escolha do livro didático é importante que este aluno de licenciatura conheça novas metodologias de ensino para que possa aplicá-las em suas atividades profissionais. E uma nova metodologia¹⁴ de ensino que irei praticar com meus alunos é a Modelagem Matemática (MM) aplicada ao ensino de física. Acredito que a tendência CTS juntamente com a MM e a experimentação são ferramentas de altíssimo valor no processo de ensino aprendizagem.

¹⁴ Nova pelo fato dos alunos desconhecerem

CAPÍTULO 3

A MODELAGEM MATEMÁTICA

Para Modelagem Matemática primeiramente faço uma reflexão sobre modelagem matemática no ensino de física e associao a mesma à experimentação e a tendência CTS com objetivo de dar significado ao ensino de física. Posteriormente falo sobre o uso da MM, através de alavancas, buscando a solução de um problema formulado por Arquimedes. Em seguida, através de uma montagem experimental com material de fácil acesso, procuro um modelo matemático para solução do problema de Arquimedes.

3.1 – Refletindo sobre modelagem matemática

Massa de moldar, modelo, artista... Essas são as primeiras imagens que surgem em nossa mente, quando ouvimos pela primeira vez a expressão modelagem.

Essas idéias empíricas, associadas ao termo modelagem, não podem ser consideradas errôneas ou totalmente divergentes da idéia de modelagem que apresento. Em sua essência, a modelagem é o processo que emerge da própria razão e participa de nossa vida como forma de expressão do conhecimento.

A modelagem está presente na vida do homem, desde as épocas mais remotas. A criação da modelagem para conhecer e explicar a realidade é própria do ser humano e seu emprego perpassa diferentes áreas. Pode ser uma representação ou reprodução de alguma coisa (escultura, modelo econômico, modelo físico, modelo matemático) ou ainda, um padrão a ser alcançado (manequim, modelo vivo, ato nobre). A modelagem é a expressão do conhecimento que lhe é próprio e o modelo é o produto dessa expressão do conhecimento. Este não precisa ser verdadeiro, mas plausível em sua verificação.

Quando se procura refletir sobre uma porção da realidade, na tentativa de entender ou agir sobre ela, o processo usual é selecionar, no sistema, argumentos ou parâmetros considerados essenciais e formalizá-los através de um sistema artificial: o modelo. (BASSANEZI, 1994: 58).

A modelagem é um processo que leva a um modelo, permitindo avaliar, fazer previsões, enfim, dar respostas a determinadas perguntas e, por isso, podemos utilizar a modelagem em todas as áreas ou disciplinas.

Na física a Modelagem Matemática pode ser utilizada juntamente com a experimentação para se chegar à formulação de um modelo matemático que represente uma situação problema que foi criada e que deve ser pesquisada. Nesse trabalho utilizarei essas duas metodologias de ensino, juntamente com a tendência CTS no ensino de ciências, para mostrar aos meus alunos de licenciatura uma nova maneira de se ensinar física, para que o ensino da mesma se torne significativa. Após a experimentação e a pesquisa podemos formular o Modelo Matemático através de um conjunto de símbolos matemáticos, que representam de alguma forma o objeto estudado. Estes símbolos, geralmente representados por letras de nosso alfabeto, associados às operações matemáticas se transformam em um modelo matemático que é uma equação ou função matemática e representam cientificamente a situação problema estudada. É possível que, em algumas situações o problema também pode ser modelado através de um gráfico no sistema cartesiano, que nos fornece o estudo científico de duas variáveis que se relacionam entre si, dentro desta situação problema.

Quando usamos como modelos matemáticos uma equação ou um gráfico cartesiano usa-se uma linguagem universal de expressão, que segundo BASSANEZI (1994: 62):

A modelagem matemática é uma metodologia muito útil, quando utilizada como instrumento de pesquisa, pois pode estimular novas idéias e técnicas experimentais, dar informações em diferentes aspectos dos inicialmente previstos, ser um método para se fazer interpolações, extrapolações e previsões, sugerir prioridades de aplicações de recursos e pesquisas e eventuais tomadas de decisões, preencher lacunas onde existe falta de dados experimentais, servir de linguagem universal para compreensão e entrosamento entre pesquisadores em diversas áreas do conhecimento.

O processo de Modelagem Matemática pode se apresentar em três etapas: interação, matematização e modelo.

Após a escolha do tema inicia-se a primeira etapa que é a interação com a situação problema a ser estudada. Essa etapa se faz através das buscas individuais

e coletivas em livros, enciclopédias, informativos, Internet, etc. objetivando a ampliação do conhecimento teórico sobre o assunto. Essas informações podem também ser obtidas diretamente na fonte, através do contato direto com a situação problema ou com profissionais da área. A partir desse contato inicia-se um intenso processo de pesquisa, que permite o reconhecimento da situação problema e a familiarização com o assunto a ser modelado. Essa pesquisa pode também ser feita através da experimentação, com manipulação de materiais de fácil acesso e instrumentos de medição.

Na etapa de "Matematização" acontece a tradução da situação problema, que está em linguagem corrente, para a linguagem matemática. Os diferentes símbolos e relações matemáticas (expressões numéricas, fórmulas, diagramas, equações algébricas, tabelas e gráficos) devidamente associadas, utilizadas para esta tradução, possibilitam a formulação de uma possível solução.

É importante alertar que nem sempre existe teoria matemática adequada para a construção do modelo matemático que seja fiel à situação inicial, traduzida pela hipótese que é levantada durante a etapa de formulação do problema. Neste caso, é necessário que se tenha habilidade e criatividade para fazer aproximações, o que não comprometeria a tradução original da situação problema.

Após a matematização, formulação e resolução do problema tem-se a 3ª etapa que consiste na validação do Modelo Matemático. Na interpretação do modelo, faz-se sua verificação e adequabilidade. O retorno à situação problema investigada nos permite a verificação do significado e a relevância da solução. Caso o modelo não seja adequado, retorna-se à fase de matematização, escolhendo outras hipóteses. O modelo, para ser plausível e frutífero, deve permitir que se alterem as variáveis para se chegar o mais próximo possível da realidade, confirmando o que Bunge, apud. Bassanezi (1994, p. 55), afirma: "toda teoria específica é, na verdade, um modelo matemático de um pedaço da realidade".

A Modelagem Matemática, como proposta de trabalho, defendida pelos educadores matemáticos, tem apresentado grandes contribuições à prática educativa, diminuindo sensivelmente a distância entre a matemática pura e a matemática aplicada. A interação de ambas está permitindo a análise crítica e a compreensão dos fenômenos do dia-a-dia, utilizando e formalizando os conceitos empregados na construção do modelo. Vejo nesta proposta uma grande possibilidade de analisar os fenômenos físicos que ocorrem na natureza,

possibilitando um estudo qualitativo nos fenômenos físicos para posteriormente quantificá-los através de um modelo matemático. É importante a análise qualitativa do fenômeno para podermos aproximá-los de nossa realidade dando significado aquilo que estamos estudando. Quero uma parceria com a matemática e não simplesmente matematizar o ensino de física através de modelos já prontos e sem significados qualitativos para interpretação do fenômeno. A matemática é parceira e não exclusiva no ensino de física.

Segundo o Professor Jonei Cerqueira Barbosa da Universidade Jorge Amado-Salvador,

A matemática pode servir como poder para alguém agindo como um instrumento de controle social, pois afinal, os números governam o mundo, decisões são tomadas a partir de fórmulas, de cálculos, de estatísticas, planejamentos de governo são decididos através da matemática, decisões estas que afetam as vidas de todos aqueles que a elas se submetem.

(BARBOSA, 2000: 62)

Neste sentido, questiono sobre o papel da matemática na formação de nossos alunos quando não há significação no que se está ensinando, qual o professor que nunca ouviu aquela velha pergunta que os alunos sempre fazem: “pra que serve esta matéria que eu estou aprendendo?”.

Uma resposta para esta questão pode ser dada pela Modelagem Matemática, que vem dar significado ao que ensinamos, pois ela tem como um dos objetivos interpretar e compreender os diversos fenômenos do nosso cotidiano. Ainda mais, a Modelagem proporciona aplicações dos conceitos matemáticos aos fenômenos naturais, que estão à nossa volta, trazendo benefícios no processo ensino-aprendizagem, quando descrevemos, analisamos e interpretamos esses fenômenos com o propósito de gerar reflexões na aprendizagem, para que a mesma se torne significativa.

Enumero, a seguir, vários benefícios trazidos pela Modelagem Matemática, quando a aplicamos no ensino, segundo visão após analisar as atividades feitas com meus alunos durante a execução deste projeto:

- Motivação dos alunos e do próprio professor
- Facilitação e significação da aprendizagem
- Aplicação nas mais variadas áreas do conhecimento.
- Desenvolvimento do raciocínio, lógico e dedutivo.

- Desenvolvimento do aluno como cidadão crítico, político e reflexivo.
- Integração com assuntos do dia-a-dia e com fenômenos da natureza.
- Facilita as interações entre professor-aluno e aluno-aluno.
- Possibilita a criação de um modelo matemático que represente a situação estudada, contrário ao mecanicismo cartesiano que valida um modelo já existente.

3.2 – O uso da Modelagem Matemática

3.2.1 – Formulação do problema

A Modelagem Matemática, segundo Bassanezi, pode ser tomada “tanto como um método científico de pesquisa quanto como uma estratégia de ensino e aprendizagem” continua “A modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando soluções na linguagem do mundo real” (Bassanzi, 2002 p.15). Seguindo este autor vejo que a Modelagem Matemática é um referencial teórico para o ensino de matemática – que também pode ser aplicado no ensino de física e quando possível auxiliado pela experimentação – que busca a participação efetiva do aluno na construção do conhecimento. O professor se torna um motivador do conhecimento e não um detentor do mesmo. É por isso que me inspiro nessa estratégia, e mostro para meus alunos, futuros professores, uma nova maneira de ensinar física e poder assim, praticar uma aprendizagem significativa no ensino da mesma.

Para usar a Modelagem Matemática, no ensino da física, primeiro é necessário formular o problema. Em particular, o problema aqui tratado, foi exposto através de uma pintura e um texto que expressa uma famosa frase pronunciada por Arquimedes: “Dêem-me uma alavanca e um ponto de apoio e deslocarei o mundo”. Com esta frase surge um grande problema ou questionamento: como Arquimedes conseguiria deslocar o mundo.



Figura 01 – O problema de Arquimedes

Antes de procurar a solução do problema preciso interagir com os alunos, que são alunos do curso de formação de professores do CEFET-PA, no intuito de descobrir quais são os assuntos que podem ser trabalhados com a introdução da situação problema, e quais os conhecimentos científicos que podem ser explorados. Essa interação pode ser através de uma pesquisa bibliográfica e posterior debate com a turma com objetivo de descobrir os conceitos físicos que podem ser trabalhados com o tema proposto.

É esperado que surjam como assuntos a serem abordados conceitos científicos como: força, peso, dinamômetro, alavanca, máquinas simples, grandezas vetoriais e escalares.

Além dos conceitos científicos também podem ser explorados os fatos sociais e culturais vividos na época, por exemplo, através da interpretação do quadro que mostra uma pintura de Arquimedes. A pintura é uma das formas de expressar a cultura de um povo através da semiótica, que expressa o pensamento ou visão do artista sobre o mundo que vive.

A aplicação tecnológica e social das alavancas, que é um tipo de máquinas simples também pode ser trabalhada quando mostramos as ferramentas que usamos atualmente e que aplicam conceitos de alavancas e roldanas. Como exemplo podemos citar: martelo, tesoura, alicate, ferro de cabra, abridor de garrafa, carrinho de mão, quebra nozes, pegador de gelo, vassoura, acelerador de automóvel, guindastes etc. Podemos também fazer referências às alavancas encontradas no corpo humano, numa alusão a interdisciplinaridade, como: o braço quando suspende um peso qualquer (podemos evidenciar os músculos e os ossos responsáveis por este procedimento), os pés quando erguemos o corpo e ficamos

na ponta dos mesmos e a cabeça quando inclinada para trás ou para frente. Uma outra aplicação tecnológica de uma alavanca é a balança de peixeiro e a balança de banheiro.

Quando usamos a modelagem matemática, há necessidade da procura de um modelo matemático que descreva a situação que estamos estudando. Para o nosso problema podemos encontrar a solução do mesmo através de alguns experimentos que descrevo no próximo tópico.

Na física, a experimentação, é um forte aliado na procura de um modelo matemático para solução de um determinado problema. E, para o problema que propomos para ser estudado, “a alavanca de Arquimedes”, pode ser facilmente reproduzido em uma sala de aula, com uso de material de fácil acesso.

3.2.2 – Solução do problema através da experimentação

a) Montagem do experimento

A montagem do experimento pode ficar sob responsabilidade do aluno ou pode ser previamente montado. Para isso devo avaliar o fator disponibilidade de tempo e o(s) objetivo(s) que quero alcançar. Se quero apenas formular um modelo matemático para solução do problema proposto, a montagem fica sob minha responsabilidade. Se além da formulação do modelo matemático eu quiser trabalhar a habilidade do aluno na execução de uma montagem experimental, devo fornecer o material e orientar na montagem do mesmo.

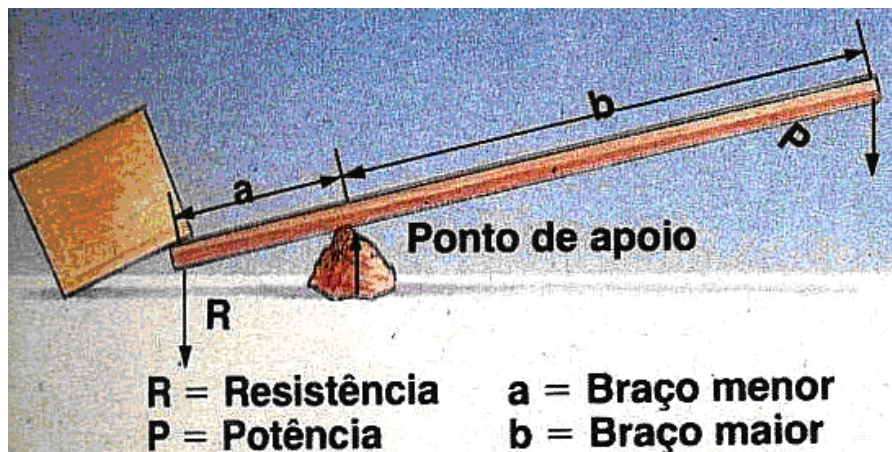


Figura 02 – montagem de uma alavanca

Após a montagem de uma alavanca o aluno deve identificar os seguintes elementos, nessa montagem e que estão expressos na figura 02:

P – Potência (Força responsável pelo deslocamento do mundo)

R – Resistência (mundo que deve ser deslocado)

a – Braço da força de resistência (braço menor)

b – Braço da potência (braço maior)

O – Ponto de equilíbrio (referência ao ponto de apoio)

Podemos executar o experimento através de vários procedimentos, e um deles, descrevo a seguir:

b) Identificação das grandezas físicas envolvidas

É importante que se identifiquem as grandezas físicas envolvidas no processo que devem ser medidas e que farão parte do modelo matemático a ser proposto. Na alavanca de Arquimedes usaremos as seguintes grandezas físicas: a **força** humana, que pode ser substituída por um dinamômetro, pois este, além de aplicar a força, mede a intensidade da mesma. O mundo pode ser substituído por uma esfera de aço, de **peso** conhecido. A alavanca será uma barra retangular, de ferro ou de madeira, se possível com uma escala métrica decimal impressa na mesma, para que possamos medir o valor dos “**braços**” das forças envolvidas no experimento. O dinamômetro deve ser fixo em uma das extremidades da alavanca. A esfera, não deve ser fixa e sim ocupar diferentes posições sobre a alavanca que nos possibilitará diferentes situações para estudo do fenômeno físico. E, para o ponto de apoio, podemos utilizar um eixo fixo que se encaixe em um orifício central da alavanca, que irá representar o centro de massa (ou centro de gravidade) da mesma.

c) Montagem e execução do experimento.

Para execução da atividade, proponho a fixação do dinamômetro (substitui a força humana) em uma das extremidades da alavanca. Para o ponto de apoio (ponto de equilíbrio da alavanca) um eixo fixo que dá sustentação a alavanca. A

esfera (peso a ser equilibrado) ocupa diferentes posições, inicialmente numa posição simétrica ao dinamômetro, em relação ao ponto de apoio da alavanca. Posteriormente a esfera ocupará posições que irão variar de cinco em cinco centímetros até um total de cinco situações estudadas. Essas situações serão identificadas como situação 1, situação 2, situação 3, situação 4 e situação 5.

Na Situação 1, o ponto de apoio fica no ponto médio entre o dinamômetro e a esfera. Na situação 2, o ponto de apoio é afastado cinco centímetros de sua posição inicial, diminuindo o braço da força de resistência e aumentando o braço da força potente. E assim sucessivamente, repetindo o mesmo procedimento, para as posições 3, 4, e 5.

d) Coleta de dados.

Durante a execução do experimento os alunos devem medir o valor das grandezas envolvidas e coletar esses dados, para que possam ser trabalhados e, se possível, que seja feito à formulação de um modelo matemático.

É sugerido que os dados coletados sejam colocados em uma tabela previamente elaborada, visto que, quando tabelados, fica mais fácil o estudo e manipulação matemática dos mesmos.

e) Modelo de tabela

	FA	BA	FB	BB
Situação 1				
Situação 2				
Situação 3				
Situação 4				
Situação 5				

Tabela 01 – coleta de dados do experimento sobre alavancas

f) Análise dos dados

É sugerido aos alunos que os dados coletados devam ser analisados e verificar se há uma relação matemática entre os mesmos. Essa relação pode vir a ser um modelo matemático. É necessário que se teste este modelo para que o mesmo seja validado. Espera-se que o modelo matemático seja facilmente encontrado no problema proposto.

Se houver dificuldades para encontrar a relação matemática, é proposto que se façam mais duas colunas na tabela de coleta de dados e fazer operações matemáticas com esses dados, em cada linha da tabela. Essas operações devem ser registradas nas novas colunas, analisadas e testadas para que possamos encontrar, através de tentativas, uma relação matemática entre as mesmas.

g) Elaboração do modelo matemático

Ao encontrar uma relação matemática entre os dados coletados podemos formular um modelo matemático para o problema estudado. Basta generalizar a relação matemática através de parâmetros matemáticos, ou seja, substituir os números, na relação, por símbolos matemáticos, geralmente representados por letras de nosso alfabeto. O resultado será uma equação matemática que generaliza a solução do problema.

Em outras situações pode ser necessário o auxílio de um computador para solução do problema, o que não acarretará nenhuma dificuldade, visto que, tanto a tendência CTS quanto a modelagem matemática se apoderam dessa ferramenta como recurso tecnológico para o ensino de ciências.

Com essa atividade espero mostrar aos alunos que podemos praticar uma aprendizagem significativa, que para Ausubel, nas palavras de Novak: "é um processo no qual uma nova informação é relacionada a um aspecto relevante, já existente, da estrutura de conhecimento de um indivíduo" (NOVAK, 1981, p. 56).

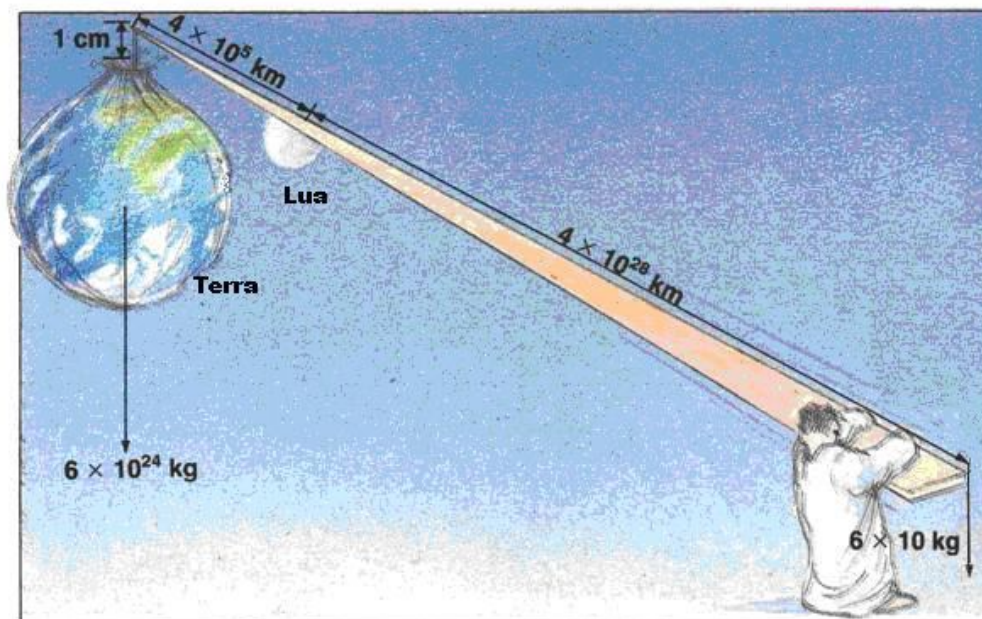


Figura 03 – Ilustração da solução do problema de Arquimedes

3.3 – Regressão ou ajuste de curva

O termo regressão surgiu no século XIX, utilizado por Sir Francis Galton que estudou a relação de alturas entre pais e filhos, observando que, na média, havia um decréscimo nos valores encontrados entre as duas gerações. Ele considerou esta tendência como sendo uma regressão genética e por algum motivo, não muito claro, chamou este fato de regression to mediocrity.

(BASSANEZI, 2002:54).

Através de uma regressão ou ajuste de curvas podemos chegar a um modelo matemático, visto que se estudamos a variação de duas grandezas dependentes e usar o sistema de coordenadas cartesianas traçamos uma curva que pode ser expressa por uma equação matemática e expressar o modelo matemático do fenômeno em estudo.

Uma regressão ou ajuste de curvas é um recurso que expressa alguma tendência de uma variável dependente com uma variável independente, ou seja, é um artifício usado que fornece uma relação funcional, $y = f(x)$, quando se tem uma coleta de dados tabelados ou dados estatísticos.

Com o auxílio do computador e usando o programa Excel informamos os dados coletados, através de uma tabela e o próprio computador marca os pontos

nos eixos cartesianos. Se solicitado o computador fornece a equação ou função que melhor representa os dados coletados. Essa equação ou função cartesiana pode ser um modelo matemático. Faz-se necessário que se teste a validade da equação e um estudo mais aprofundado da função. A seguir mostro um exemplo de aplicação da modelagem matemática, através de uma coleta de dados e o estudo feito através de um computador.

Para fazer um estudo de um fenômeno físico com auxílio do computador usando a MM e a experimentação busco um exemplo clássico do ensino de física que é o estudo do movimento.

Esquecendo a maneira tradicional de ensinar (termo que hoje tento trocar por estudar o fenômeno) física, que é a partir de uma equação que na maioria das vezes não se sabe de onde veio e que aparece como num passe de mágica ou fórmula de solução que sai do bolso do professor, introduzo uma nova maneira de estudar o fenômeno do movimento dos corpos para meus alunos de licenciatura.

Vivencio o assunto através de uma ou duas situações problemas que os mesmos já conhecem, pois são assuntos estudados de maneira tradicional no ensino médio de física, e pode ser estudado através da experimentação e manuseio de material de fácil acesso.

A primeira situação é quando deixo cair verticalmente uma gota de água em um recipiente de vidro completamente cheio de óleo e impresso em sua superfície externa uma escala métrica. Através do cronômetro faço registro do tempo que a gotícula leva para executar o movimento. Esse registro deve ser feito por vários alunos ao mesmo tempo. Todos começam no início do movimento e vão parando em pontos diferentes e pré-fixados, podendo ser de cinco em cinco centímetros. Cada aluno irá fornecer um par de números, espaço medido e tempo cronometrado. Se a experimentação for feita por cinco alunos teremos cinco pontos que devem ser tabelados e fornecidos a um computador através de um programa que forneça uma tabela eletrônica.

De posse dessa tabela eletrônica pode ser solicitado ao respectivo programa computacional que forneça o gráfico correspondente e também uma equação matemática ou modelo matemático, quando possível, para o fenômeno estudado.

A segunda situação é feita quando substituímos o recipiente de vidro e a gota de óleo por em tubo fechado também de vidro (tipo lâmpada fluorescente)

completamente cheio de água e uma bolha de ar. Com uma pequena inclinação do tubo, a bolha de ar passa a ser um móvel, e este movimento pode ser estudado da mesma maneira como foi descrito para o movimento da gota de água em um recipiente contendo óleo.

Essa atividade pode facilitar a inclusão social dos alunos na informática. A tecnologia é uma ferramenta que pode incluir e não excluir depende muito da formação do professor, porque um computador existe em qualquer escola, temos apenas de ter formação e coragem para usá-lo, e assim praticar um ensino de física que seja de inclusão e não de exclusão, como verificamos nas escolas e nos processos seletivos que se realizam para ingresso na universidade.

Através da Modelagem Matemática mostro para meus alunos de licenciatura que a matemática pode ser uma aliada na construção do conhecimento científico e não uma vilã como percebemos quando estamos ensinando os conceitos científicos na maneira tradicional ou mecanicista: matematizar a física é uma boa maneira de se entender um fenômeno científico através da quantificação. A matematização é uma das etapas do método científico e não a única, antes temos que procurar estudar o fenômeno numa perspectiva CTS, ou seja, primeiro qualificar para depois quantificar.

CAPÍTULO 4

A METODOLOGIA

Segundo os dados oficiais publicados pelas instituições de ensino superior, em nosso estado, verifico que o percentual de desempenho dos alunos na disciplina física, é um dos menores, quando comparado com as demais disciplinas. Estes dados estatísticos me levam a uma reflexão quanto ao ensino de física que estamos praticando em nossos estabelecimentos de ensino médio. Devido a isso penso que o ensino de física pode ser um ensino de exclusão e a causa disso pode estar na maneira como se pratica este ensino, segundo minha maneira de pensar. Numa tentativa de modificar esta situação é que proponho a meus alunos do curso de licenciatura do CEFET-PA uma nova maneira de ensinar física, acredito que a mudança deve começar pela formação de professores para que no futuro eles possam formar cidadãos com uma visão tecnológica, científica e social, e assim dar significado ao que eles irão ensinar a seus alunos e dessa maneira evitar evasão através de uma prática de inclusão social do aluno.

Para atingir este objetivo elaboro um projeto dentro da disciplina Física – Metodologia e Prática que leciono para meus alunos do curso de licenciatura do CEFET-PA no primeiro semestre de 2006.

Neste projeto eu destaco o público alvo, justificativa, os objetivos, os conteúdos de ensino, a metodologia para as atividades, um contrato didático, os recursos didáticos, a avaliação e a finalização do projeto. A seguir comento cada um desses tópicos.

4.1 – PÚBLICO-ALVO

Este projeto é direcionado para os alunos dos cursos de licenciatura plena em física e que irei aplicar para meus alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica do Estado do Pará – CEFET-PA, sujeitos da minha pesquisa, porque acredito que é através da formação de professores que iremos melhorar o ensino de física. Neste projeto os alunos irão conhecer várias metodologias de ensino e terão oportunidade de escolher qual a mais adequada para aplicar em suas aulas.

4.2 – JUSTIFICATIVA

Durante nossa formação escolar fomos fortemente influenciados por idéias positivistas de nossos professores e um ensino de física também positivista – digo isto devido minha vivência como discente e docente – no qual o professor é o detentor do conhecimento e o aluno é um mero expectador que tem que repetir todo conhecimento repassado pelo professor em uma prova que não mede o conhecimento deste aluno e nem se preocupa com a formação de sua cidadania.

Retomo a teoria positivista para discuti-la no ensino de física. A idéia positivista de Auguste Comte se coaduna com o ensino de física que praticamos atualmente em nossas escolas de ensino médio, segundo este autor:

Se, por uma aplicação mais especial de nosso princípio enciclopédico, decomposermos por sua vez essa ciência inicial em três grandes ramos (cálculo, geometria e mecânica), determinamos, enfim, com última precisão filosófica, a verdadeira origem de todo sistema científico.

(COMTE, 1978: 90)

Este procedimento é comprovado pelo ensino mecanicista cartesiano que programamos no ensino fundamental e médio, no qual os conceitos físicos são direcionados para um cálculo algébrico ou geométrico e deve chegar a uma única resposta – idéia positivista da previsibilidade: “ver para crer” – e que deve coincidir com a resposta que está no final do livro, puro positivismo cartesiano.

Segundo Comte, já se tem aplicações das idéias positivistas desde os antigos gregos, quando na procura de leis imutáveis, criam a astronomia matemática e que o mesmo procedimento reaparece na época moderna com Bacon (1561 – 1626), Galileu (1564 – 1642) e Descartes (1596 – 1650); para Comte, esses filósofos foram os fundadores da filosofia positivista.

Fazendo uma análise da filosofia positivista vejo que a mesma foi consolidada pelo genial Isaac Newton e que perdura até hoje como exclusivo método de ensino de física em nossas escolas de ensino médio e fundamental, com raras exceções. Quero afirmar aqui, que não sou contrário ao método positivista, pois em algumas situações ele é eficiente, sou contrário, sim, ao exclusivo positivismo. Acredito que todo futuro professor deve conhecer as várias tendências

no ensino de ciências e decidir a que deve trabalhar em suas atividades profissionais.

É por isso, que, para meus alunos do curso de licenciatura mostro outras tendências no ensino de ciências e que eles tenham conhecimento dessas tendências para que possam decidir, no futuro, como devem proceder em sua maneira de atuar e não tomem partidos exclusivamente do positivismo que eles vivenciaram durante o ensino médio e fundamental.

Após o estudo dessas tendências pretendo executar uma atividade com o livro didático, visto que, em nossas escolas todos os anos, no início das atividades escolares somos insistentemente procurados por divulgadores de livros textos no intuito de vender seus produtos, e os critérios de escolhas nem sempre são eficientes para se ter qualidade no material que o professor e os alunos irão usar no decorrer de suas atividades. E é por isso que eu proponho para meus alunos de licenciatura uma atividade didática que evidencie critérios didático-pedagógicos para escolha do texto a ser adotado em aulas de física. A meu ver a responsabilidade de escolha deve ser do professor, e o mesmo deve ter argumentos, críticos e reflexivos, para se pronunciar na hora da decisão e esses argumentos quem deve fornecer, ou dar condições para sua aquisição, é a academia.

Outra atividade que pretendo abordar com meus alunos é a Modelagem Matemática, metodologia de ensino que facilita a construção do conhecimento e dá significado ao mesmo, numa perspectiva CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) através da experimentação, e assim, aumentar o “leque” de opções de metodologias no ensino de ciências, visto que nossa disciplina é Física – Metodologia e Prática.

4.3 – OBJETIVOS

Pretendo com essas atividades desenvolver em meus alunos de licenciatura a capacidade crítica e reflexiva e fornecer, aos mesmos, uma nova maneira de ensinar física e também fornecer argumentos para que possam decidir na hora de escolher, ou não, um livro didático. Para isso procuro desenvolver os seguintes objetivos:

- Dar condições de análises críticas e reflexivas, ao futuro professor, na hora de decidir sobre o livro texto de física.

- Despertar no futuro professor a prática crítica e reflexiva em suas atividades didáticas e pedagógicas.

- Desenvolver o espírito cooperativo entre os alunos e o professor.

- Exercitar as interações docente/discente e discente/discente.

- Exercitar o professor crítico, político e reflexivo, através das várias tendências no ensino de ciências.

- Construir os conhecimentos científicos através da tendência CTS, usando a Modelagem Matemática e a experimentação como metodologias de ensino.

Esses objetivos que ora traço tem a intenção de formar um professor diferenciado, um professor crítico e reflexivo durante sua prática docente. Acredito que dessa maneira este professor forme não apenas cientista, mas, cidadãos para um mundo melhor. Cidadãos preocupados com a Ciência, com a Tecnológica e com a Sociedade.

É minha intenção também, trabalhar através desses objetivos os seguintes conteúdos de ensino: atitudinal, conceitual e procedimental. Comento, a seguir, como irei trabalhar cada um desses conteúdos de ensino nessa turma de formação de professores.

4.4 – CONTEÚDOS DE ENSINO

4.4.1 – Conteúdo Atitudinal

Durante a execução das atividades irei registrar a participação dos alunos, seus pronunciamentos, suas exposições, seus desempenhos na condução dessas atividades e a evolução que cada um obteve no decorrer do desenvolvimento da disciplina. Acredito ser o grau de evolução do aluno um fator muito importante para avaliação do conteúdo atitudinal do aluno.

Em uma das atividades serão fornecidos aos alunos livros didáticos e um texto cujo tema enfoque a tendência CTS no livro didático, para que os mesmos tenham condições de análise dentro da temática. Posteriormente os alunos irão expor suas considerações sobre os livros consultados e neste momento é provável que haja confronto de idéias visto que algumas equipes irão ler o mesmo livro e caso as análises não coincidam será necessário uma estratégia profissional para

que as atitudes das equipes, ou mesmo do aluno, não venham prejudicar o entendimento do assunto. As discussões devem ser coletivas e em clima de contribuição frente à problemática envolvida.

Outras atividades também permitirão que se avaliem as atitudes dos alunos como: a participação nos debates, as exposições, as interações com os colegas e com o professor, desempenho nas atividades práticas. Esses tópicos fazem parte da planilha de avaliação do docente.

4.4.2 – Conteúdo Metodológico

Nesta atividade os alunos vão construir coletivamente os conceitos científicos através da modelagem matemática e da experimentação numa perspectiva CTS e tomarão consciência de que a ciência deve privilegiar principalmente o social e devemos construir uma ciência com consciência (Morin) e voltada para um sistema holístico educacional (Capra). Deve-se assumir o compromisso da construção conceitual da tendência CTS.

O desenvolvimento dos conteúdos deve ser através de uma metodologia escolhida pelo aluno e com auxílio de material didático que achar necessário.

Para desenvolver os conteúdos serão disponibilizados aos alunos os textos os equipamentos de som e imagem para as atividades teóricas e o material de laboratório para execução das atividades práticas. A metodologia para desenvolvimento dessas atividades ficará sob responsabilidade da equipe que apresentará o tema proposto. É importante a criatividade e o domínio tanto do conteúdo quanto da metodologia empregada.

4.4.3 – Conteúdo Procedimental

Nesta atividade, o futuro professor, deve manifestar características que identifiquem a metodologia que está sendo utilizada dentro do ensino de física, bem como as formas de abordá-las no cotidiano de cada aluno. É importante perceber que durante o seu procedimento o aluno pode optar por uma ou várias metodologias de ensino e que seu trabalho deve ser o mais enriquecedor possível para que traga significado àquilo que está transmitindo. Essas formas de abordar devem também ter um caráter ambiental visto que nós somos responsáveis pela manutenção do

eco-sistema bem como da qualidade de vida de cada ser vivo pertencente ao sistema em que vivemos.

4.5 – CONTRATO DIDÁTICO

No primeiro dia de atividade proponho que os alunos se apresentem e que digam por que escolheu o curso de licenciatura e qual a perspectiva de cada um quanto à disciplina. Com essa atividade pretendo “quebrar o gelo”, o que ocorre naturalmente no início de cada disciplina ou curso.

Após o pronunciamento de cada aluno faço minha apresentação e falo do curso e de como eu preparei a execução da disciplina, ressaltando que qualquer um pode opinar e dar sugestões. Que o planejamento prévio que faço é flexível e que poderá ser modificado caso a turma concorde.

A apresentação do plano da disciplina é feita através de impressão em papel, lida e acompanhada por todos. A cada tópico lido dou algumas explicações e peço a contribuição dos alunos e que se manifestem, contra ou a favor.

Este contrato didático que relata as atividades a serem desenvolvidas pela turma deve ser debatido e construído no primeiro encontro. Minhas sugestões iniciais eu descrevo no tópico que eu chamo de metodologia para as atividades.

A conclusão das atividades é feita através de um texto sobre a valorização do profissional docente, sobre a valorização dos professores pela sociedade. Este texto que é retirado do livro “Pais brilhantes & professores fascinantes” de Augusto Cury, editora Sextante, que eu forneço aos alunos apenas no dia do encontro em que o mesmo será utilizado e não fez parte do contrato didático. Pois o classifico como atividade extra e de surpresa por querer analisar as reações dos alunos após sua leitura e reflexão. Este texto, que faz parte da avaliação final, está escrito em anexo.

4.6 – METODOLOGIA PARA AS ATIVIDADES

Para atingir meus objetivos e explorar os conteúdos pretendo trabalhar em equipe. Proponho a divisão da turma em seis equipes com seis componentes cada, visto que a turma é formada de trinta e seis alunos. No primeiro encontro devem ser formadas as equipes e distribuídas as atividades para cada uma.

A formação das equipes deve ficar sob responsabilidade dos alunos, os quais ficam livres para escolher com quem trabalhar, e as atividades sorteadas entre eles.

As quatro primeiras equipes são responsáveis pela apresentação de um tema¹⁵ para os demais alunos. Os quais são: “A Evolução dos Métodos Científicos Dentro de Uma Perspectiva CTS”, “Emergências Históricas CTS na Educação em Ciências”, “A Escolha do Livro Didático na Perspectiva CTS para o Ensino de Física”, “A Modelagem Matemática.” Estes temas estarão, antecipadamente, disponíveis aos alunos para serem reproduzidos, em seguida, lidos reflexivamente e discutidos, dentro de cada equipe responsável, para posterior sociabilização com a turma. A maneira de apresentar o tema fica sob responsabilidade de cada equipe. Eu apenas irei orientá-los, quando necessário, e fornecer material para aprofundamento do tema, se solicitado. Foi solicitado que cada equipe se posicione criticamente diante de cada tema.

Cada tema será exposto por uma equipe e a ordem é a mesma que está expressa no parágrafo acima. Assim teremos atividades para quatro equipes que se efetivam no segundo, no terceiro, no quarto e no quinto encontros, visto que o primeiro encontro foi para traçar os caminhos a seguir em cada encontro, os quais ocorrerão semanalmente nos meses de Abril, Maio e Junho. É previsto para cada encontro um tempo de duas horas/aula de cinquenta minutos cada.

O tempo de exposição para cada tema é de quarenta a cinquenta minutos e o restante do tempo será disponibilizado para um debate que deverá ocorrer com a participação de toda turma com coordenação da equipe responsável pela exposição do tema. Durante os debates as atitudes tanto docentes quanto discentes devem ser no clima de respeito e cooperação, todas as exposições devem ser respeitadas e discutidas até que se chegue à construção do conhecimento em comum acordo.

Para que haja um clima de cooperação e cordialidade foi feito um acordo no contrato didático entre os participantes envolvidos no processo. Neste contrato o principal é que haja respeito na exposição de qualquer um que tiver a palavra, mesmo que sua idéia não concorde com a idéia de alguém. Caso haja alguma discordância o responsável terá o direito de expor o seu pensamento e a turma também poderá participar do debate, desde que se obedeça à ordem de inscrição,

¹⁵ Os textos estão expressos nos capítulos 01,02 e 03 desta dissertação.

quando for necessário. O debate tem como objetivo de se chegar a um denominador comum, se possível.

Para iniciar o debate a equipe, que expõe o trabalho, pode sortear um debatedor, para expor o seu pensamento e este, após sua exposição dará oportunidade aos demais alunos de se pronunciarem. Como expor e como conduzir o debate é de inteira responsabilidade da equipe, a maneira de expor os conteúdos conceituais e de conduzir os debates será escolhida por essa equipe.

Faço um alerta para terceira equipe que irá analisar as coleções de livros didáticos de ciências para os ensinos fundamentais, que se encontram disponíveis no mercado e utilizados por nossas escolas de ensino fundamental. Nesta atividade deve ser destacada pelo menos uma coleção que usa a tendência CTS no ensino de ciências. Além de destacar, a equipe deve fazer uma análise dessa coleção e se pronunciar em que pontos ou tópicos, têm-se os destaques CTS. E, após análise a equipe responsável pelo trabalho irá expor aos colegas seus estudos e posteriormente organizar um debate sobre a temática. É necessário que as coleções analisadas estejam disponíveis aos demais alunos, para que possam ser manuseadas e analisadas pelos mesmos.

Após a exposição dos temas iremos para fase de execução das atividades. Estas serão executadas pelos alunos das duas últimas equipes e orientadas por mim, serão atividades com enfoque CTS e utilização da Modelagem Matemática na experimentação como metodologia de ensino.

A quinta e a sexta equipes irão executar atividades experimentais utilizando um tema do dia a dia que possa utilizar Modelagem Matemática, nessas atividades também deve ser elaborado um texto com enfoque CTS e distribuído aos colegas.

A atividade que ficará sob responsabilidade da quinta equipe será introduzida através de uma pintura e de um texto sobre Arquimedes, que eu descrevo no tópico sobre Modelagem Matemática. E a atividade que ficará sob a responsabilidade da sexta equipe será introduzida através de um experimento muito simples, com ocorrência no cotidiano, que envolve movimento de corpos através de uma gota de óleo que se desloca verticalmente em um recipiente contendo água, que eu também descrevo no tópico sobre Modelagem Matemática.

Através dessa metodologia pretendo atingir os objetivos propostos e avaliar o projeto e os alunos através da observação no desenvolvimento das atividades, de

um relatório de cada equipe sobre a atividade executada e uma avaliação final¹⁶. Pretendo assim, avaliar os conteúdos atitudinal, conceitual e metodológico de cada aluno (a).

4.7 – RECURSOS DIDÁTICOS E MATERIAIS

Para execução das atividades os futuros professores terão à sua disposição os seguintes recursos didáticos e materiais: o quadro branco, marcadores de quadro, retro projetor, data show, computador, impressora e os textos impressos com apresentação dos temas.

4.8 – AVALIAÇÃO

A avaliação do aluno enfatizará a observação dos conteúdos atitudinais, conceituais e procedimentais através das exposições, das expressões, dos comportamentos e dos relatórios apresentados e a avaliação do projeto será feita através da análise de uma redação crítica, feita pelo aluno, sobre a execução do mesmo. Dentro desta redação ou relatório cada aluno terá liberdade de se posicionar criticamente sobre o projeto, sobre a atuação docente e sobre sua atuação discente. Pretendendo despertar com essa atividade a autocrítica do aluno e ao mesmo tempo fazer uma análise sobre minha atuação docente.

Termino este projeto com uma citação dos Parâmetros Curriculares Nacionais PCN – Ensino Médio: “O ensino de física deve discutir a origem do universo e sua evolução, mas também os gastos da conta de luz e o funcionamento de aparelhos presentes na vida cotidiana”. Vejo nessa citação a preocupação com a aplicação da tendência CTS e não simplesmente um ensino mecanicista cartesiano ou positivista para construção do conhecimento científico ou construção dos conceitos físicos que nossa disciplina requer. A física é muito mais abrangente do que um simples emprego de fórmulas matemáticas que trás uma resposta pronta e acabada para as questões da natureza. Há que se pensar num ensino holístico para

¹⁶ Esta avaliação encontra-se na íntegra em anexo

a ciência e numa educação sistêmica para nossos alunos de ensino médio e fundamental, preocupados com a formação da cidadania e não apenas prepara-lo numa direção específica de um processo seletivo ou ingresso no ensino superior.

CAPÍTULO 5

EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES DISCENTES

Neste capítulo irei relatar como os alunos executaram as atividades, utilizando as gravações de som e vídeo e as anotações que registrei durante as atividades. Posteriormente farei uma análise das redações que os mesmos fizeram quando na avaliação do projeto didático da disciplina Física – Metodologia e Prática que executamos durante o primeiro semestre em uma turma de licenciatura do CEFET-PA.

5.1 – Relato das atividades dos alunos

5.1.2 – Exposição dos temas

O primeiro Tema “Evolução do Método Científico numa Perspectiva CTS” ficou sob responsabilidade de uma equipe formada por cinco componentes: Denise Aquino, Irisleide Mota, Roberto Assunção, Vivian Ribeiro e Wanderlei.

Após cada componente fazer sua apresentação o aluno Roberto inicia a apresentação introduzindo o tema para turma;

Tal tema faz uma análise epistemológica, dos métodos científicos, desde a idade média, passando pelo surgimento da mecânica newtoniana indo até início do século passado. Além de comentários sobre autores que confirmam o mecanicismo cartesiano e um comentário sobre a física moderna (retirado do relatório apresentado pelos alunos).

Após introdução do tema o mesmo aluno fala sobre a “evolução do método científico dentro do mecanicismo cartesiano”. Comenta sobre Aristóteles, Kepler, Galileu e Bacon. Percebo que este aluno evidencia bastante a historicidade da ciência e se alegra com isso.

Prosseguindo, a aluna Denise Aquino fala sobre Descartes e Newton comenta o método científico de cada um e fala sobre suas obras.

Em seguida, a aluna Irisleide, fala sobre o tema “Do positivismo a revolução dos métodos científicos” e comenta Comte, Bachelar, Feyerabend, Khun e Prigogine. Segundo a aluna o primeiro autor, através do positivismo, confirma o mecanicismo cartesiano e, os demais autores, iniciam um rompimento com este método científico.

O tema “Rompendo com o mecanicismo cartesiano” deveria ser apresentado pelo aluno Wanderlei, mas, o mesmo não compareceu e nem deu satisfação. Para que o tema não ficasse sem ser apresentado eu fiz uma intervenção, pois percebi que os alunos estavam preocupados e temerosos de alguma represália. Comentei sobre as obra de Capra, Morin e Boaventura, expondo a idéia de cada um desses autores.

“A nova física”, último tópico a ser defendido pela equipe é de responsabilidade da aluna Vivian a qual fala sobre os trabalhos de Einstein: a teoria da relatividade e a teoria do fenômeno atômico. A aluna afirma que esses trabalhos deram origem a física moderna e que a mesma amplia os conhecimentos da mecânica clássica. Comenta também sobre o princípio da incerteza de Heisenberg e a noção de complementaridade de Bohr. Em referência a esses dois fatos, a aluna conclui a apresentação da equipe dizendo: “Dessa forma, podemos perceber que o mundo não pode ser dividido em partes independentes, e sim que a ciência, a tecnologia e sociedade devem caminhar juntas conduzindo a humanidade a um bem comum” (retirado do diário de bordo).

Após a apresentação da equipe, que usou o data show como recurso áudio visual, foi dado oportunidade para que todos alunos se manifestassem e dessem suas opiniões quanto ao tema.

Inicialmente percebi os alunos inibidos, e para que pudéssemos iniciar o debate coloquei um questionamento: que tipo de física vocês vivenciaram até hoje? Relato a seguir algumas respostas.

- *Bem a física era assim: o professor dava a fórmula, a teoria, e depois alguns problemas para aplicação da fórmula.*

- *É ele resolvia alguns exercícios e depois passava outros para gente resolver e dava resposta.*

- *Quem não sabe matemática não aprende, porque tem que fazer muita conta e por isso muitos acha difícil.*

Após escutar essa troca de idéias entre eles eu os provoquei e perguntei que tipo de física eles gostariam de ensinar. Muitos comentários sugeriram.

- *Não sei. A física que a gente conhece é assim: estuda a fórmula depois resolve os problemas, depois vê se a resposta é a mesma do livro.*

- *É assim mesmo é tudo mecânico, resolve o problema e vê se a resposta confere.*

- *Gostei do Capra quando ele fala de um sistema holístico e o Morin com a ciência com consciência.*

Surgiram ainda alguns comentários sobre os fatos científicos atuais, como por exemplo, quando um aluno pergunta se os transgênicos são uma ciência com consciência e outro pergunta sobre a ovelha Dolly. Fatos que lembram a conservação do meio ambiente, como poluição, desmatamento e aquecimento global, também foram lembrados.

Esses temas foram bastante debatidos e todos puderam se manifestar, e até os mais tímidos se posicionaram. As opiniões divergiram, mas os argumentos foram respeitados.

Analisando essa atividade percebo que a mesma foi bastante interessante e proveitosa. Apesar de ser a primeira os alunos perderam a timidez e entenderam que o objetivo era fazer um paralelo entre o mecanicismo cartesiano com a física que eles vivenciaram durante o ensino médio e que, existem outros métodos científicos que podem ser usados para o ensino de física. Tudo isto pude verificar através dos pronunciamentos dos alunos durante o debate.

O tema “A tendência CTS no ensino de ciências” foi exposto, com auxílio do data show, pela equipe: Alice Conceição, Aline Souza, Géssica Valéria, Milena Mota e Sônia Helena.

A aluna Alice introduz o tema falando sobre o valor e o limite da ciência, faz referência a fatos marcantes que deixam a população preocupada com o progresso científico. Os fatos que a aluna comenta e mostra fotos na tela para evidenciar o máximo possível o poder de destruição do conhecimento científico, quando mal aplicados, são: primeira guerra mundial, segunda guerra mundial, a bomba de Hiroshima, a poluição do meio ambiente pelas chaminés das indústrias e pelas descargas dos carros.

Em seguida a aluna Aline fala sobre o medo e o pavor que a sociedade tinha sobre a potencialização das armas nucleares e de seu alto poder destrutivo e

radioativo. Comenta sobre a obsessão de poder e domínio que as nações mais desenvolvidas têm sobre as nações menos desenvolvidas, tudo isso relacionado com o desenvolvimento científico e tecnológico das grandes potências econômicas. Conclui sua fala dizendo que a riqueza é aplicada para desenvolver armas nucleares e não na erradicação da fome ou da pobreza.

A aluna Géssica cita alguns movimentos que surgem como forma de protesto ao desenvolvimento científico e nuclear e cita como principais dois: O movimento ecológico que surge em 1967 e vai até 1975, e o movimento hip hop. E conclui dizendo que esses movimentos fazem suscitar reflexões sobre o valor e o limite da ciência e esta reflexão faz emergir o movimento CTS para o ensino das ciências.

A aluna Milena fala do surgimento da tendência CTS e diz que a ciência catástrofe ou a ciência que destrói facilitou o surgimento desta tendência no ensino das ciências. A partir daí é que foram incluídos nos currículos escolares das disciplinas científicas conteúdos científicos voltados para o social, passa-se a discutir o estudo científico voltado para conservação ambiental e discussão de valores éticos e morais.

Finalizando a apresentação a aluna Sônia fala sobre um currículo de ciências voltado para a tendência CTS e diz que este currículo deve ser voltado para a realidade do aluno e que a física deve ser ligada ao dia-a-dia do mesmo para que o ensino tenha significado, e conclui:

A física é uma disciplina muito bonita, a forma como é ensinada é que dificulta a aprendizagem. A física deve ser contextualizada com a vida do aluno, com o social dele e fazer relação com as outras disciplinas para que o ensino da mesma seja significativo. E a tendência CTS vem ajudar no ensino de física (retirado da gravação em vídeo).

Após a apresentação do tema pelos alunos foi dado espaço para que todos pudessem se pronunciar através do debate. Para dar início ao debate o estagiário Jackson Pinheiro¹⁷ pediu a palavra e após agradecer pela oportunidade e elogiar o tema e desempenho da turma provocou a todos com uma pergunta: A tendência CTS facilita a aprendizagem significativa?

Relato a seguir algumas falas dos alunos.

¹⁷ Aluno de mestrado do mesmo programa que faz estágio de docência na turma.

- Na realidade é mais interessante, o aluno tem maior interesse, pensa, reflete e constrói. No ensino tradicional o professor fala e ele decora e depois esquece. Estuda só para fazer prova.

- A tendência CTS deveria ser aplicada desde o ensino fundamental para se formar a cidadania e não apenas ensinar.

- É difícil se implantar uma nova metodologia, na qual a avaliação do aluno é feita pelo desempenho deles. Os pais não aceitam, querem que os filhos estudem para fazer prova e querem saber quanto ele tirou. É um processo quantitativo e não qualitativo.

- A população não está preparada para uma mudança.

- Nas provas de vestibular algumas questões são contextualizadas outras não. O aluno quer fazer vestibular.

Neste momento muitos queriam opinar e dar sugestões. Pedi a eles que antes de falar levantasse a mão e esperasse pela vez. Surgiram boas contribuições.

- Devemos fazer a mudança não de uma vez só, mas aos poucos.

- Nos Estados Unidos já se faz esse tipo de educação porque a população é mais preparada. Como fazer no Brasil se a população não aceita e temos que preparar o aluno para fazer vestibular.

- Nós que fazemos licenciatura temos que saber o conteúdo e também saber como passar.

- O professor escreve no quadro o pensamento e não permite a construção, não dá oportunidade de o aluno construir.

- Leonardo da Vinci usou a interdisciplinaridade, pela arte foi abrindo o pensamento e construindo em outras áreas.

- O ensino tradicional é mais fácil e dá menos trabalho, por isso que muitos professores não querem mudar.

Deixei que houvesse interação entre eles, me pronunciei apenas quando fui solicitado ou quando havia necessidade de algum esclarecimento, não para impor minha idéia, mas propor reflexão dentro do questionamento.

Percebi que essa atividade provocou um grande interesse dos alunos, pois os mesmos se mostraram mais participativos e menos retraídos e que esses alunos estão interessados em praticar uma aprendizagem significa para seus futuros alunos. E, segundo seus depoimentos, a tendência CTS ajuda bastante nessa tarefa.

Dando prosseguimento na apresentação dos temas as alunas Laura Suellen e Valesca apresentam “A tendência CTS na educação em ciências: a proposta dos livros didáticos”.

Inicialmente essas alunas falam sobre a aplicação da tendência CTS nos livros didáticos e apresentam dois livros de física que abordam essa tendência e citam os pontos ou tópicos, dentro dos livros, com aplicação CTS.

Posteriormente essas alunas distribuem para a turma alguns livros de ciências, do ensino fundamental, pedem que em equipe analisem os livros e digam quais os que apresentam uma temática CTS, justificando sua escolha.

Os livros utilizados para que fossem analisados pelas equipes foram:

- “O Suporte da Vida” de Sônia Lopes e Ana Machado.
- “Construindo com Ciências” de Jacob Keim.
- “Física e Químicas” de Carlos Barros e Wilson Roberto Paulino.
- “Ciências Naturais: Aprendendo com o Cotidiano” de Eduardo Leite do

Canto

- “Os seres Vivos” de Carlos Barros.

A equipe que analisou o livro “Os Seres vivos” diz que o mesmo usa uma temática CTS e justifica através de um tópico que mostra todo processo pelo qual a água passa quando é retirada dos rios próximo às cidades até chegar às nossas casas em condições de ser consumida. Concluem dizendo:

(...) temas como esses são importantes de serem abordados nos livros, pois ajudam o aluno a entender o quanto a ciência e a tecnologia são importantes e necessárias em nossas vidas.

Em seguida a equipe que analisou o livro “Ciências Naturais” destacou temas expressos no livro como aborto, drogas e diabetes. Ressaltaram que esses temas devem ser debatidos e discutidos em sala de aula para o conhecimento e esclarecimento do aluno, pois, segundo eles, algumas vezes não são esclarecidos no meio familiar. Concluíram dizendo;

Cabe ao professor abordar tais temas, que são polêmicos e atuais, pois algumas vezes não são discutidos dentro da família e o professor tem o dever de informar ao aluno para que ele não venha ser um viciado e até mesmo um marginal.

O livro “Física e Químicas” segundo a equipe que o manuseou, também apresenta uma temática CTS e apresentou os seguintes fatos para justificar a análise feita. O primeiro explicando a combustão usando um exemplo do dia-dia e o segundo explicando os conceitos de massa e peso.

A panela de ferro, quando em contacto com o fogo não queima e a palha de aço queima, isto se justifica porque a panela é maciça e a palha de aço não, pois existe entre os fios da palha de aço moléculas de oxigênio que alimentam a combustão.

As pessoas falam: eu vou me pesar, em vez de eu vou medir minha massa.

As demais coleções não apresentaram uma temática CTS, segundo as equipes que às analisaram.

Após as apresentações as alunas fecharam o tema com as seguintes palavras, expressas na tela:

O que se pretende com tudo isso é o progresso, e este se manifesta pela capacidade de perguntar, de construir respostas, de comparar e integrar informações, de propor soluções novas para velhos problemas e de situar as informações aprendidas em diversas etapas da vida e do cotidiano.

A Modelagem Matemática foi o tema seguinte. Este tema foi defendido pela equipe: Ana Carolina Batista, Érika Larissa, Jaqueline da Silva, José Alyrio, Renata Souza e Rosilene dos Santos.

A aluna Rosilene inicia a apresentação falando sobre modelo e modelagem, MM na visão de alguns autores e um pouco do histórico da MM. Em seguida o aluno Alyrio fala sobre aplicação da MM e fala também sobre os passos necessários para uso da MM, que segundo a equipe são: Experimentação, Abstração, Resolução, Validação e Aplicação. A aluna Jaqueline propõe um perfil de um professor que queira trabalhar com MM e as causas que levam muitos professores a não aplicarem MM. Érika, uma aluna que introduz sua fala através de uma pergunta; “Por que fazer Modelagem Matemática?” A mesma aluna responde a pergunta enumerando as vantagens de se fazer MM: Motivação do aluno, facilitação da aprendizagem, preparação profissional, desenvolvimento do raciocínio lógico e dedutivo, formação da cidadania e compreensão do papel sócio-cultural da matemática.

Fechando a apresentação da equipe as alunas Renata e Ana falam sobre um exemplo de aplicação de MM.

Este exemplo, retirado da internet (não foi informado o site), tem como tema a páscoa. Através da fabricação de ovos de páscoa os alunos exercitam as unidades de massa, proporção, custo e venda da produção, receita e despesas, lucro e prejuízo. Essa atividade foi introduzida através de um texto que relata a historicidade e o significado da Páscoa para os cristãos.

Para execução da atividade os alunos deveriam seguir uma receita de preparação de ovos de páscoa. Com esta receita os alunos deveriam medir a massa ou o volume de vários componentes e trabalhar os sistemas de unidades para massa e volume.

Os alunos também relatam que uma equipe seria responsável por uma pesquisa nos supermercados dos preços dos diferentes componentes da receita e com isso eles treinariam o custo de uma produção.

Para venda da produção deveria ser acrescentado o custo com a embalagem, o percentual do imposto e um percentual do lucro. Com isso os alunos treinariam o cálculo de porcentagens.

5.1.3 – Atividade experimental

A primeira atividade experimental foi executada pelos alunos Antônio, Ana, Angélica, Cássia e Gustavo. Esses alunos introduziram o tema através de uma de uma tela com uma pintura de Arquimedes e a frase “dêem-me uma alavanca e um ponto de apoio que deslocarei o mundo”.

Foi solicitado pela equipe que os alunos olhassem para o quadro e fizessem uma análise do mesmo, e dissessem o que eles viam naquele quadro. As respostas foram:

- Ele é um iluminado, olha a luz mais clara no rosto dele, como se viesse do céu.
- Olhando a roupa dele percebe-se que ele é um aristocrata.
- E a pose dele, parece um rei, parece superior.
- Na frente dele tem um globo, mas ele não olha para o globo. O olhar dele é superior.

- Na frente dele tem uma moldura, e parece de ouro. Ele era rico?
- Ele está segurando um instrumento, é um compasso ou uma pinça? É uma alavanca.

Após essa reflexão os alunos falaram sobre a vida de Arquimedes e suas obras, ressaltando o estudo sobre alavancas. E mostraram na tela algumas ferramentas que usam o conceito de alavanca como: martelo, alicate, tesoura, pé-de-cabra, abridor de garrafas, carrinho-de-mão, quebra-nozes, pegador de gelo, vassoura e acelerador de automóveis. Com essas ferramentas, refletindo com os demais alunos, eles conseguiram classificar os diversos tipos de alavancas. Posteriormente eles mostraram as diversas alavancas que se encontra no corpo humano como: o antebraço, o pé e a cabeça. Outros aparelhos com maior tecnologia também foram mostrados como guindastes e balanças.

Após essa parte introdutória os alunos distribuíram copinhos descartáveis, lápis e uma régua e pediram que em equipe os demais alunos montassem uma alavanca e tentassem equilibrá-la, apenas que, em uma das extremidades ficaria um cubinho metálico e na outra um copinho descartável contendo alguns bombons. E prometeram que a equipe que conseguisse executar a tarefa poderia comer os bombons, este incentivo foi eficiente, pois todos conseguiram montar e equilibrar a alavanca.

Em seguida fizeram várias montagens de alavancas com uma régua metálica de 40 cm com escala e vários orifícios espaçados regularmente. Em uma das extremidades foi fixado um dinamômetro na outra um contrapeso também fixo.

Foi solicitado às equipes que inicialmente colocassem o orifício central da alavanca em um eixo fixo que se apresentava em uma haste metálica e se medisse os valores das grandezas envolvidas no processo. Posteriormente este ponto fixo mudaria de posição quatro vezes, de cinco em cinco centímetros e repete-se o procedimento de medição das grandezas. Os dados coletados seriam anotados em uma tabela pré-estabelecida.

De posse dos dados coletados e tabelados os alunos iriam manipular esses dados e se possível chegar a um modelo matemático para o estudo feito. Relato que todas as equipes chegaram a esse modelo matemático, alguns facilmente e outros com a orientação da equipe responsável pela execução da atividade.

A segunda atividade foi executada pelos alunos Tiago, Mirela, Edinaldo, Renata e Flávio. Esses alunos desenvolveram o tema, o movimento em uma

direção, disseram que tinham como proposta ensinar o movimento de um corpo de uma maneira diferente da maneira que todos aprenderam e que iam fazer através da experimentação e com material de fácil acesso.

Para esse trabalho os alunos prepararam antecipadamente o material para execução do experimento. Esse material constava de um tubo de vidro, transparente, de aproximadamente 60 cm, uma régua graduada e cinco cronômetros. Para o cronômetro foram usados os celulares dos alunos.

Após uma breve explicação sobre o funcionamento da experiência, os alunos dividiram a turma em equipes e cada equipe executou a experiência sob observação dos demais.

Para essa atividade cada equipe deveria marcar no tubo, com auxílio da régua, cinco intervalos de espaços iguais e a escolha da medida para esses intervalos seria de responsabilidade da equipe que estivesse executando a tarefa. Feito as medidas dos espaços e anotados em uma tabela, passariam para medida do intervalo de tempo que a bolha de ar levaria para percorrer cada espaço cronometrado, a partir do ponto de partida da bolha. Esses valores de intervalos de tempo iriam juntar com os valores dos espaços na tabela.

Em seguida os alunos iriam marcar esses pontos em um sistema de coordenadas cartesianas e traçar uma curva que melhor definisse o estudo desse movimento. Com algumas aproximações e procurando atingir um maior número possível de pontos os alunos apresentaram o gráfico de uma reta. E através dessa reta fez-se o estudo físico do movimento: cálculo da velocidade média, cálculo da velocidade em cada intervalo de espaço, elaboração de uma equação ou modelo matemático para o movimento e análise dos resultados.

O resultado da atividade foi que após lembrar os conhecimentos de matemática sobre gráficos e função linear as equipes conseguiram chegar a um modelo matemático para o problema, e este modelo, foi comparado com a equação que os livros didáticos apresentam como equação horária do MRU.

5.2 – Análise das redações dos alunos sobre a execução do projeto

Após a apresentação de todas as equipes eu disse que no encontro seguinte eu iria fazer um fechamento do projeto e que este fechamento seria de minha responsabilidade.

Preparei para esta atividade o que eu chamo de avaliação do projeto. Para que pudessem avaliar o projeto solicitei que escrevessem uma redação, que poderia ser uma carta endereçada a outra pessoa (presidente da república, ministro da educação, diretor de CEFET-PA, professor, parente, etc.). Ressaltei que gostaria que avaliassem os textos, a metodologia, o material didático, o espaço físico, o docente e a si próprio. Ressaltei também que fizessem uma reflexão sobre os meses de execução do projeto e que estariam livres para uma análise crítica e reflexiva deste projeto.

No dia marcado, vinte e oito alunos estiveram presentes e todos fizeram a redação. Na semana seguinte mais três alunos, que justificaram a ausência, executaram esta tarefa o que fez totalizar trinta e uma redações a serem analisadas.

O primeiro passo foi ler criteriosamente as redações para tomar um direcionamento de análise. Confesso que nas três primeiras leituras não consegui vislumbrar este direcionamento, apenas na quarta leitura das redações é que surge uma luz: classificar as redações por temas, já que tinha várias redações que abordavam um mesmo direcionamento.

Foi então que consegui agrupar essas redações em quatro grupos temáticos:

- Político Social
- Construção do Conhecimento
- Formação do professor
- Uma nova maneira de ensinar

Em seguida faço análise de cada tema e de cada redação para poder justificar este caminho tomado.

5.2.1 – Análise do tema Político Social.

Neste tema agrupei seis redações, e percebi uma preocupação que é comum em todas as redações, as autoridades políticas e educacionais devem se preocupar

com uma educação de qualidade para que se possam formar cidadãos críticos e reflexivos e não alunos “robotizados”, que repetem aquilo que aprenderam. Através da educação é que se pode ter uma sociedade livre e informada e assim poder decidir através de suas próprias idéias o seu futuro.

A aluna Lia Mesquita escreve uma carta ao ministro da educação na qual expõe vários argumentos sobre a tendência CTS e a Modelagem Matemática e critica o modelo mecanicista usado pela maioria dos professores nas escolas e solicita ajuda ao ministro para divulgar melhor essas metodologias, pois, segundo ela, essas metodologias tornam as aulas mais dinâmicas, interessantes e com aplicações no dia-a-dia. Segundo suas palavras:

E depois de todos esses argumentos retomo meu desejo inicial de contar com sua ajuda, para divulgar melhor essas metodologias, visto que tanto a metodologia CTS quanto a Modelagem Matemática tornam os alunos, não só meros alunos, mas cidadãos com cultura, críticos e ativos na sociedade.

O aluno Antonio Eduardo critica a forma de como é tratada a educação no País, numa carta também endereçada ao ministro da educação, pois segundo o mesmo não se forma cidadãos críticos e reflexivos no intuito de poder manipulá-los facilmente, por isso a falta de investimento na educação. Diz que as aulas devem despertar nos alunos a curiosidade, a vontade de conhecer “novos mundos” e que não há interesse na educação atual por esses fatores, talvez pela baixa remuneração do professor e pela sua pouca dedicação. Parabeniza a execução do projeto, pois o mesmo estimula os alunos a pesquisarem e a partir da opinião de vários filósofos o aluno pode formar sua própria opinião. Segundo suas palavras:

É triste a forma como é tratada a educação no nosso país. O livro “País Brilhantes & Professores fascinantes”, de Augusto Curi, descreve perfeitamente o que estamos vivendo e anuncia o nosso futuro, se continuar assim.

A educação no Brasil não é prioridade. Para que ensinar pessoas a serem críticas? É muito mais difícil manipular uma população com um forte poder de análise e crítica, talvez isso justifique a falta de investimento do governo na educação.

A aluna Irisleide, numa carta endereçada a mim, inicialmente parabeniza a oportunidade ofertada aos alunos pela execução de um trabalho diferente e em

seguida diz que a realidade da educação em nosso país clama por mudanças e que a tendência CTS deve ser utilizada nos projetos escolares. Enfatiza também que devemos mostrar as nossas crianças um modo diferente de aprender e descobrir o mundo. Critica o modelo educacional brasileiro e diz que a escola deve orientar o cidadão na descoberta do seu futuro. Segundo suas palavras:

Uma das funções mais importantes da escola é orientar o cidadão e auxiliá-lo em suas descobertas e construção de seu futuro. Portanto, algo primordial para melhoria da educação no Brasil seria antes de tudo uma reforma no sistema educacional, priorizando o aluno e o seu sucesso como membro ativo da sociedade. Que tem direito a uma formação acadêmica boa, crítica, saudável e que lhe garanta frutos não apenas financeiro, mas intelectual e emocional.

A aluna Ana Carolina, escreve uma carta ao ministro da educação, diz que as modificações que se realizam na educação deixam a desejar e que a educação infantil deveria ser tratada com respeito e que idéias sobre a importância da educação e da dignidade humana devem ser introduzidas desde cedo nas mentes infantis. Critica também a educação fundamental, média e superior e mudanças seriam bem vindas. Segundo suas palavras:

Também na educação fundamental e média mudanças seriam bem vindas. A pressão do vestibular não estimula a criação de uma mentalidade crítica e investigativa, pelo contrário, estimula a criação de um aluno robotizado, que necessita decorar grandes conteúdos sem nunca questioná-los.

A aluna Angélica Alves escreve uma redação e diz que o projeto possibilita que relacionemos os ensinamentos com a prática do dia-a-dia e procura estabelecer métodos que despertem interesses nos alunos, tornando a aprendizagem mais fácil. Também desperta a capacidade intelectual de pensar, contradizendo o ensino que ela vivenciou, o qual era através de cálculos, fórmulas e regras. Complementa dizendo que se todas as instituições de ensino abraçassem este projeto teríamos alunos mais críticos e com maior capacidade de desenvolvimento social. Segundo suas palavras:

Espero que não pare por aqui, mas que todos nós possamos adotar este método de trabalhar para contagiar e mudar a sociedade e o governo, mostrando que a educação é realmente algo sério e de grande importância que deve ser analisada com carinho e atenção.

Um aluno, que não quis se identificar, escreve uma redação na qual ele critica incisivamente o ensino que ele vivenciou até o momento. E diz que um conjunto de fatores que estão presentes ou ausentes neste ensino (não especifica quais) é responsável por parte dos problemas sociais. Exalta os valores amor, respeito, confiança e que os mesmo devem estar presentes no ensino e acima de quaisquer outros valores materiais que devam existir. Critica a forma de avaliação, pois o professor (acredito ser eu) não pode através de um número aprovar ou reprovar um aluno. Critica também o projeto dizendo que a metodologia e os textos são ultrapassados Segundo suas palavras:

Tem que se ter um maior respeito em relação à educação. É muito triste quando se frequenta uma instituição de ensino e se depara com textos e metodologias ultrapassados, com práticas e materiais didáticos que não condizem com a atualidade, e conseqüentemente professores e alunos completamente desinteressados, que formarão os futuros profissionais egoístas e mesquinhos que trazem os problemas abaladores do mundo.

5.2.2 – Análise do tema construção do conhecimento

Neste tema agrupei quatro redações e percebi que os alunos estão preocupados com a construção do conhecimento e não apenas em repassar o mesmo, e através desta metodologia podem-se formar alunos críticos e reflexivos. Acreditam no projeto e que a tendência CTS é importante, ressaltam que os textos e os debates são importantes e que nos aproximam da realidade que vivemos. Outro fator destacado foram as interações docente-discentes e discente-discente que segundo eles esta interação facilita a construção do conhecimento e conduz o aluno à procura de novos conhecimentos, através da pesquisa.

A aluna Laura Ferreira elogia o projeto e de modo especial os textos que falam sobre o método cartesiano e a tendência CTS e diz que vai usar essa tendência com seus futuros alunos. Ressalva a contextualização do assunto abordado com temas da sociedade e que todos tiveram chance de expor sua opinião e principalmente suas dúvidas e que as aulas foram construídas por todos, facilitando na construção do conhecimento. Segundo suas palavras:

Posso afirmar que aprendi muito com suas aulas, ou melhor, com as aulas que nós construímos em sala. A metodologia utilizada pelo senhor, centrada nos textos, debates e seminários foi importante para o entendimento dos assuntos propostos. O material didático e o espaço físico utilizado, também foram importantes na construção do entendimento da matéria. Porém a chave de todo o processo de conhecimento foi o diálogo entre o senhor, educador, e nós, educando.

A aluna Denise Aquino escreve uma redação de título “formando um anjo” ressalta que a LDB objetiva a formação de cidadão críticos e reflexivos, que o projeto vivencia essa proposta e que a tendência CTS nos aproxima da realidade que vivemos ou estamos inseridos. Diz que é importante conhecer o pensamento dos filósofos que construíram o método científico. Ressalta que o diálogo é muito importante para construção do conhecimento e que essa interação é importantíssima para o desenvolvimento de um educador que poderá vir a ser um verdadeiro anjo por que irá lutar ou luta por uma melhor forma de ensinar. Também fala sobre a disciplina e diz que esta pode ser definida por uma palavra: construção. Segundo suas palavras:

Vivenciamos neste período uma oportunidade de observar e sermos observados, fomos críticos, nos avaliamos com os métodos empregados durante as aulas, sendo sempre incitados pelo mediador a construirmos, dando nossas opiniões e formando nossos conceitos, aliás, esta a palavra que melhor define esta disciplina – construção.

Com a participação de todos em sala de aula fomos construindo um conhecimento que levarei comigo ao final dessa experiência ou vivência de uma realidade a qual posso contribuir imensamente.

A aluna Alice Conceição em sua redação destaca que há várias formas de ensinar e que a que ela vivenciou durante a execução do projeto foi uma melhor forma de ensinar, ressalta a tendência CTS e a interação na turma através da troca de experiências. Fala que a escola nos mecaniza e aliena e que isso nos faz refletir sobre a prática CTS e que a mesma raramente é usada nas escolas pelos professores. Coloca em evidência o papel do educador e a construção do conhecimento. Segundo suas palavras;

E nesta mesma escola mecanicista o educador passa a ser também manipulado, sendo que o papel é auxiliar na construção de novas mentes para mudar essa realidade. O professor é a base da sociedade, é ele quem vai construir junto com os alunos um bom

futuro, se existem bons profissionais no mundo muito se devem ao professor. Mas a realidade é outra, os educadores na grande maioria são esquecidos pela mesma sociedade que ele ajudou a construir.

A aluna Fátima Rosário escreve uma carta endereçada a mim e a inicia se justificando, por motivos pessoais, das várias ausências que teve e ao mesmo tempo diz que leu os textos e que já conhecia alguns assuntos e os mesmos só vieram aprimorar, ainda mais, seus conhecimentos e os que não conhecia acrescentaram novos conhecimentos. Ressalta que esses textos era o ponto de partida e que o aluno teria que pesquisar, incentivado pela interação entre os colegas, para se aprofundar no assunto. Fala que o debate facilita a construção do conhecimento. Segundo suas palavras:

(...) Criando situações de debates que enriqueceu ainda mais o seminário, construindo, ou melhor, aprimorando o conhecimento que só foi possível através dos questionamentos, das colocações, das dúvidas e etc.

5.2.3 – Análise do tema formação do professor

Neste tema agrupei onze redações e percebi que os alunos estão interessados com sua formação profissional, uma formação de qualidade que os leve a ser um professor diferenciado, que os faça ser um educador e não apenas um transmissor de conhecimento. Querem ser professores formadores de alunos críticos e reflexivos, que despertem em seus alunos a capacidade de refletir sobre o que se está ensinando e não apenas alunos que estudam para fazer uma prova a qual irá aprová-los ou reprová-lo. Percebi também a preocupação desses alunos com a interdisciplinaridade e com um conteúdo voltado para realidade do aluno.

O aluno Weverton Bandeira, numa carta direcionada a mim, confessa que inicialmente estranhou a nova metodologia, não imaginava como poderia ensinar física sem cálculo e sem fórmulas e fala que durante a execução do projeto aprendeu mais do que um emaranhado de fórmulas e números e que a real função do educador é rever certos conceitos, ser mais flexível e procurar entender o aluno. Fala da importância do educador na sociedade e que lhe foi dada a oportunidade de

crescer profissionalmente e pessoalmente e diz que não será simplesmente um, e sim o professor. Segundo suas palavras:

Dessa forma, professor, me sinto mais seguro e mais confiante, já que não serei simplesmente um, e sim o professor. Ainda tenho muito a aprender, no entanto a principal lição, a de ser um educador de verdade, já aprendi.

A aluna Milena Santos, numa carta endereçada ao diretor do CEFET-PA, descreve sua experiência adquirida quando participou do projeto, critica o material e o espaço físico utilizado e ao mesmo tempo faz um apelo para melhoria da infraestrutura e das condições de trabalho. Acredita que o projeto se preocupou com o pensamento e a formação dos alunos e que todos tiveram oportunidade de refletir, discutir e expor sua opinião e que os textos utilizados revelaram conceitos e pensamentos que eram desconhecidos para ela. Sugere alguns modelos científicos que podem ser seguidos quando forem professores. Segundo suas palavras:

Ao utilizar-se de textos o professor revelou uma série de conceitos e pensamentos que até então, eram para mim desconhecidos, como a tendência CTS e a Modelagem Matemática. Promovendo a interação e a integração da turma e possibilitando, a cada aluno, a escolha de qual modelo de educação seguir, quando chegar a hora, o de escola tradicional, com o mecanicismo cartesiano, o modelo holístico, ou quem sabe o trabalho dosado e simultâneo desses dois modelos.

A aluna Vivian Santos, numa carta endereçada a mim, inicialmente revela preocupação em transmitir o conhecimento aos alunos de forma significativa e a tendência CTS e a Modelagem Matemática facilitam a aprendizagem de conceitos físicos de uma maneira diferente da maneira tradicional que estavam acostumados, ressalta também a importância da interdisciplinaridade. Diz que a metodologia utilizada é importante, pois ajuda na formação reflexiva do aluno, destaca a parte prática e os debates que envolvem temas do cotidiano. Critica o espaço físico e o material didático, pois os mesmos foram apenas satisfatórios e a apresentação da filmagem das aulas foi importante porque permitiu que cada aluno pudesse avaliar-se em sua formação e continua dizendo que o projeto abre sua mente para novas metodologias. Segundo suas palavras:

Posso dizer que, particularmente, jamais havia parado para pensar sobre este assunto e com ajuda desse trabalho minha mente ficou

mais aberta para novas metodologias de ensino, nas quais os alunos não fiquem presos somente ao conteúdo que o professor lhes passa e sim, busquem novos conhecimentos em sua vida, no seu cotidiano, compartilhando suas idéias e experiências.

A aluna Ana Carolina Figueiredo, em uma redação, mostra-se, em princípio temerosa quanto ao projeto porque o mesmo tinha que fazer os alunos buscarem soluções a qual ela duvidava se poderia conseguir e que o trabalho em grupo facilitou na busca de novos conhecimentos. Gostou dos temas Modelagem Matemática e a escolha do livro didático na tendência CTS e diz que os livros de ciências nada têm sobre os temas abordados. Gostou também da experimentação e que a mesma torna os assuntos de física mais agradáveis. Ressalta que na sua cabeça não “pesava” os pensamentos: prova, matéria, fórmulas, reprovação e que aperfeiçoar a prática é questão de tempo e força de vontade do aluno. Assume que irá trabalhar assim com seus alunos. Segundo suas palavras:

Quero poder trabalhar assim com meus alunos. Levar textos para se discutir em sala de aula, pedir a opinião deles, trabalhar com experimentações, evitar o trauma de uma prova feita para reprovar. Tudo isso, ajudará esses futuros alunos a estudarem com vontade real de aprender e levar seu aprendizado para seu dia-a-dia. Não quero apenas ensinar biologia a meus alunos. Quero ajudá-los a terem opinião própria, a refletirem, a estudarem para sua vida.

A aluna Cássia Reis, em uma redação, inicialmente critica a educação brasileira comparando-a com a educação dos países desenvolvidos e responsabilizando-a pelo desenvolvimento dos mesmos. Sente a necessidade de profissionais que se comprometam com uma educação de qualidade que possa aguçar a curiosidade dos alunos para que se formem alunos críticos e reflexivos e que o professor diferenciado não é aquele que é detentor do conhecimento e sim aquele que quer ajudar na busca do conhecimento. Já assumindo o papel de futura professora diz que nós não vamos apenas ensinar, mas educar para fazer diferença na vida deles e diz que todo aluno de licenciatura deveria conhecer o projeto que participou, pois o mesmo buscava uma auto-avaliação e dá uma recomendação aos futuros professores. Segundo suas palavras:

Nós, como futuros professores temos que buscar diversas maneiras de ministrar as aulas, várias metodologias de avaliar um aluno, senão seremos injustos em relação à avaliação, já que as pessoas são tão diferentes e assim agradar a maioria dos alunos. Por isso devemos repensar e lembrar sempre que nós como professores

não vamos apenas ensinar, mas também educar e cada atitude nossa em relação a nossos alunos vai fazer a diferença na vida deles e não esquecer em hipótese alguma que futuramente seremos muito cobrados pela educação de nossos jovens.

A aluna Moara Bandeira, numa carta endereçada a mim, entusiasmada pela descoberta da importância de se tornar um “ser pensante” e quanto a licenciatura é uma área linda para se trabalhar. Sugere que num futuro próximo, já como colega de profissão, possamos debater sobre o método mecanicista de lecionar que ainda resiste dentro de nossas salas de aula, produzindo “pequenos militares” porque seguem ordem sem direito de questionar. Ressalta que o professor não precisa ser um “general” e que a sociedade precisa de um “professor aluno” que está sempre à procura de mais conhecimento. Esta sociedade prima por uma tendência nova de ensino direcionada para o social e não apenas para o técnico e o científico e cita a tendência CTS, que procura a formação de alunos críticos e reflexivos capazes de exercer sua cidadania. Fala que junto com os colegas viu como colocar em prática a tendência CTS e a Modelagem Matemática. Diz que no projeto aprendeu a ter um olhar crítico. Segundo suas palavras:

O mais intrigante e “engraçado” é que nunca imaginei que um professor de física fosse me ensinar a pensar e a ter um olhar crítico sobre mim mesma e sobre a sociedade que vivo, me dando oportunidade de auto-avaliação como cidadã, aluna e futura professora. Com toda certeza pretendo concluir o curso querendo ser um professor aluno.

A aluna Esmeralda Santos, numa carta endereçada a mãe, inicialmente relata que está gostando do curso e que o projeto mostra atividades experimentais e textos e que as apresentações estariam sob responsabilidade das equipes. Elogia as apresentações dizendo que todas foram bastante criativas e conseguiram passar o que cada texto relatava. Ressalta o uso de material de fácil acesso para execução dos experimentos e diz que sua equipe ficou responsável pela filmagem das apresentações e que conseguiram repassar o mais importante que era os alunos se auto-avaliarem após apresentação do vídeo. Quanto ao projeto diz que o mesmo se interessa em ensinar de uma maneira que facilita a aprendizagem e também fala de sua formação. Segundo suas palavras:

Os textos em geral foram muito legais, primeiro porque eu não sabia o que era tendência CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade),

seu significado e a forma de utilizá-la, com a atividade aprendi. Houve equipes que nos mostraram como ministrar uma aula de matemática, medidas de peso, usando métodos muito mais fáceis da criança assimilar, pois utilizaram a prática. Outras equipes em suas apresentações prepararam experimentos com a turma e foi muito interessante, a nossa filmou os acontecimentos.

A aluna Andréa Santana, numa redação, inicialmente fala de sua formação que na disciplina pode aprender uma nova metodologia que segue a tendência CTS, conheceu alguns filósofos e que realizou algumas experiências que viabilizou a assimilação do conhecimento. Fala sobre a execução do projeto e diz que todos tiveram oportunidade de questionar, expor seu pensamento, que nem sempre nos debates se chegava a um consenso, mas que ninguém era tolhido no seu ponto de vista. Critica o ensino tradicional, pois o mesmo pré-estabelece conceitos que devem ser decorados sem uma interferência pessoal. Cita que os recursos áudio-visuais utilizados facilitaram a interação com o assunto e que a cada aula se tinha uma nova descoberta, completa dizendo que a filmagem das aulas foi importante na formação de cada um porque poderia se fazer uma auto-avaliação após a apresentação do DVD. Segundo suas palavras:

Todas as aulas foram filmadas, desde a abertura do trabalho até o debate, e no final assistimos ao DVD, e através deste pudemos nos avaliar, quanto à postura, a fala e o domínio de conteúdo.

A aluna Aline Souza, numa redação, inicia dizendo que o projeto contribuiu bastante para seu aprendizado e para seu crescimento intelectual e que o projeto despertou nos alunos a curiosidade e o interesse pela pesquisa para que fossem em busca de mais informações sobre os assuntos que puderam discorrer. Fala que a metodologia utilizada no projeto foi significativa, que todos tiveram oportunidade de se expressar facilitando a interação professor-aluno. Ressalva que durante as apresentações viram-se inúmeras informações novas que fazem parte de nosso cotidiano que não se atentava para elas, como no caso da experimentação que puderam manusear objetos e substâncias de fácil acesso que são importantes para sua formação. Critica o espaço físico oferecido quanto a falta de conforto e elogia o projeto que procura dar uma melhor qualificação ao aluno e que a apresentação do DVD possibilitou que ela fizesse uma avaliação sobre sua apresentação e que isso contribuiu muito para o aprendizado. Comenta também sobre a pesquisa e diz que toda pesquisa é importante. Segundo suas palavras:

Toda pesquisa é muito válida, mesmo que você não domine por completo o assunto, alguma coisa de novo você terá aprendido, e esse novo só tem a somar com as experiências já adquiridas, informações importantes para o nosso desempenho profissional nunca é demais, muito pelo contrário, sempre é bem vinda.

A aluna Jaqueline Rosa, numa redação, comenta que os textos usados foram de grande proveito e que servem para toda vida. Diz que a metodologia feita através da apresentação pelos alunos com posterior debate foi ótima e que apesar das dificuldades com o material didático e o espaço físico conseguiram absorver o conteúdo e que esta metodologia deveria ser apresentada desde o ensino fundamental para suprir as dificuldades de aprendizado. Comenta que o debate consegue esclarecer as dúvidas que surgem e que o registro das apresentações, através de áudio e vídeo, foi muito importante e que através dessa atividade pode fazer uma auto-avaliação e corrigir os erros que cometeu durante sua apresentação. Fala sobre a experimentação e que a mesma facilita aprendizagem. Segundo suas palavras:

Além dos textos, tivemos algumas apresentações com experimentos. O que deu para perceber é que aprendemos com mais facilidade o que lemos, quando praticamos. Com isso aprendemos que devemos levar isso para a sala de aula, para despertar o interesse do aluno sobre o assunto ministrado.

A aluna Débora Rolim, numa carta endereçada ao pai, Comenta que o despertar pela licenciatura veio com o empenho e exemplo que o pai lhe proporcionava mostrando amor por uma profissão mal remunerada e mal reconhecida. Isto a fez mudar de idéia, pois queria ser médica ou veterinária. Fala que conheceu uma nova tendência, CTS, que visa interação entre ciência, tecnologia e sociedade facilitando a interdisciplinaridade e que a prática pedagógica tem que estar de acordo com o que se pretende ensinar, juntamente com uma metodologia que se adeqüe ao seu perfil e principalmente ao perfil do aluno, respeitando cada faixa etária. Convida o pai a conhecer novas tendências e caminhos que os levem ao redescobrimto, aprimoramento e reciclagem para que possam um dia ter mais valorizada a profissão docente. Fala sobre a formação docente, ressalta a interdisciplinaridade e a vinculação dos assuntos. Segundo suas palavras:

Enquanto docentes, precisamos trabalhar de forma a não desvincular um assunto de outro, uma determinada disciplina da outra, pois como na própria vida, elas caminham lado a lado.

5.2.4 – Análise do tema uma nova maneira de ensinar física

Neste tema agrupei 10 redações e percebi que os alunos estão interessados em uma nova maneira de ensinar e não em reproduzir o ensino mecanicista que eles vivenciaram durante a formação básica. Percebem a necessidade de se conhecer novas metodologias de ensino que facilitem a aprendizagem na qual o aluno não é mero coadjuvante e sim participante do processo, que precisa aprender a pensar através da interação professor-aluno e que elimine o estigma de que a física é “um bicho de sete cabeças”.

A aluna Sônia Helena, numa carta endereçada a mim, relata que desconhecia a tendência CTS e que conhecia apenas o mecanicismo cartesiano o qual a bitolou durante toda sua vida estudantil. Mostra sua imensa satisfação em conhecer na teoria e na prática a tendência CTS. Ressalta que os debates foram bastante significativos, reforçaram os conhecimentos adquiridos com a leitura dos textos e ajudam na procura e solução de questionamentos. Critica o material didático e o espaço físico sugere que os mesmos deveriam ser melhorados e tem esperança que o projeto seja divulgado e que sirva como base para a torre das profissões numa referência ao texto extraído do livro “Pais Brilhantes Professores Fascinantes”. Evidencia a parte prática e a compara com o que estava acostumada durante sua vida estudantil e se confessa ansiosa para colocar em prática o que aprendeu. Segundo suas palavras:

No tocante a parte prática, percebi muita diferença ao que estava acostumada ao longo de minha vida, pois até então a prática estava sempre ligada a um conceito ou fórmulas pré-determinados. Partindo-se desses para então verificarmos seus resultados. Durante as aulas práticas observou-se exatamente o contrário: analisamos o fenômeno para, a partir daí, tirarmos nossas próprias conclusões, ou seja, formularmos teorias e/ou fórmulas.

A aluna Rosilene Tavares, numa redação, critica o contexto escolar no qual estamos inseridos no qual encontramos em grande escala professores que ainda

usam métodos de ensino ultrapassados, como: só ele fala e não dá espaço para o aluno argumentar. Diz que os recursos didáticos usados tornaram as aulas mais atrativas e que esses recursos atraem o aluno tornando-o mais participativo. Ressalta que no projeto aprendeu uma nova maneira de ensinar. Segundo suas palavras:

Mas, no projeto descobri que podemos abordar assuntos importantes sem usar o quadro. Não me recordo de nenhuma vez ter copiado alguma coisa do quadro. No entanto a maneira de como os temas ministrados nas aulas foi abordada foi o que fez interessar-me na nova metodologia de ensino. A maneira de como tivemos espaço para debater e argumentar os assuntos fez com que eu, me tornasse mais participativa na aula.

A aluna Érica Larissa, numa redação, sintetiza o trabalho realizado durante esses meses em uma frase: uma nova maneira de ensinar física. Confessa que observou uma metodologia diferenciada e que nunca tinha parado para refletir sobre a metodologia empregada nas escolas. Acredita que após esse trabalho irá refletir e que isso muito lhe ajudará como aluna de licenciatura. Comenta que os textos e as práticas ajudaram muito na compreensão enriquecendo as aulas. Comenta que a Modelagem Matemática é uma metodologia voltada para realidade do aluno e que facilita o processo ensino-aprendizagem. Ressalta que o projeto ajuda o aluno a formar uma opinião e até mesmo de expô-las e que o uso do laboratório foi algo inovador. Continua falando do projeto que a leva a refletir sobre a educação empregada nas salas de aula. Segundo suas palavras:

Enfim, este projeto como um todo leva-nos a refletir sobre a educação empregada na sala de aula e se nós no futuro, já como professores, iremos continuar a dar aulas deixando os nossos alunos na mesma condição em que passamos boas parte de nossa vida letiva, apenas como meros coadjuvantes do “teatro da existência”.

A aluna Valeska de oliveira, numa carta endereçada ao ministro, critica o modelo educacional brasileiro e solicita do ministro maiores investimentos na área educacional e diz que apesar das dificuldades consegue se manter em sala de aula porque há professores interessados em ensinar e mostrar conhecimento, com textos de linguagem rica e de fácil entendimento. Diz que algumas vezes encontrou dificuldades no entendimento de novas teorias e que isso foi superado com os debates que ocorreram. Acrescenta que essa é uma metodologia de educação que dá certo, na qual

um assunto ou teoria é compartilhado entre os alunos e o professor e cada um tem oportunidade de expor o seu pensamento compartilhando o conhecimento para o entendimento de todos. Critica o material didático diz que o mesmo é “bem podre” e que o espaço físico é razoável. Gosta do ensino de física através de aulas práticas. Segundo suas palavras:

Aulas práticas são bem vindas e o aluno fica logo animado. Essa é uma maneira, neste caso, de entendermos a física com mais facilidade e não como um “bicho de sete cabeças”. Que pena que elas são tão raras.

O aluno Edinaldo Moraes, em uma carta endereçado ao diretor do CEFET-PA, escreve que gostaria de ser ouvido, pois o assunto que está tratando é muito interessante e de seu interesse, trata-se de uma inovação de metodologia na educação. Fala que o projeto, através dos textos, o tem levado não só a aprender ciências, mas a romper com o mecanicismo cartesiano, que perdura até hoje nas disciplinas educacionais. Solicita ao diretor que investisse mais nesses tipos de projeto para que os mesmos fossem realizados com alta qualidade e valorizasse mais esses trabalhos realizados por profissionais que se importam como verdadeiro aprendizado do aluno. Descreve a metodologia utilizada em sala de aula e diz que a mesma leva o aluno a pensar. Segundo suas palavras:

Os textos são entregues as equipes de alunos que ficam responsáveis em apresentar, numa espécie de seminário, um trabalho para turma fazendo com que não só o professor fale muito e os alunos somente escutem, mas que todos em sala de aula participem e através de um debate exponha o seu pensamento. Isso tem nos levado a uma evolução, ou seja, nós aprendemos a pensar e a nos tornar cidadãos capazes de perceber que a educação precisa melhorar. Também é mais prazeroso aprender desta maneira e a auto-estima do aluno tem crescido consideravelmente.

A aluna Mirella Cardoso, numa redação, fala que o projeto, através dos textos mostrou uma nova visão da física: dinâmica, contextualizada, cotidiana; e a metodologia permite a formação de um aluno crítico e reflexivo na busca de novas maneiras de lecionar. Esclarece que as aulas práticas despertaram um grande interesse por parte dos alunos a partir da maneira como foram apresentadas, pelos próprios alunos. Diz que o espaço físico, na medida do possível é confortável.

Relata que o projeto renovou sua concepção de aula, abandona o sistema na qual o professor é o dono da verdade e o aluno é submisso ao estudar os conteúdos ministrados. Assume um projeto com visão crítica e voltada para tendência CTS. Fala que o projeto procura interação entre o professor e o aluno e trás a física para a vida. Segundo suas palavras:

O docente tem uma visão inovadora de lecionar, trazendo a física para a vida, ou seja, buscando interagir com seus alunos, e obter deles o máximo. Além de construir um novo perfil de aula, a que se dá não pela imposição de conteúdo, mas pela intensa interação entre professor-aluno.

O aluno Tiago Pereira, numa carta endereça ao diretor do CEFET-PA, critica a forma quantitativa de se avaliar um aluno, atribuindo-lhe um número que não avalia a capacidade de entender e criticar as informações que são transmitidas. Fala sobre a metodologia aplicada durante o projeto e diz que a mesma deve substituir a anterior, pois esta utiliza textos esclarecedores, práticas experimentais, data-show e câmera digital. Tudo isso dentro de um laboratório de um modo interessante e bastante dinâmico, aguçando a curiosidade e a capacidade de compreender o assunto. Favorecendo a auto-avaliação para que se possa corrigir os erros e evidenciar as virtudes. Solicita que se avalie a metodologia de ensino na instituição com intuito de formar alunos críticos e reflexivos. E propõe uma nova maneira de ensinar. Segundo suas palavras:

Por isso, por meio desta, venho lhe mostrar uma nova maneira de ensinar, não da antiga maneira em que todos os alunos sentam nas carteiras, o professor enche o quadro de assunto e no final do bimestre passa uma prova valendo 10. Mas sim, uma metodologia que consiste na utilização de uma tendência CTS (ciência, tecnologia e sociedade) junto com a modelagem matemática. Esta metodologia foi aplicada como uma nova forma de ensinar física, utilizando textos esclarecedores, baseados nos pensamentos de filósofos.

A aluna Renata Larissa, numa redação, comenta sobre os textos apresentados (CTS, Modelagem Matemática, alavanca e empuxo) que os mesmos tornaram possível o aprendizado de novos assuntos e que a apresentação dos seminários juntamente com os debates tornou-se possível a compreensão dos assuntos abordados. A utilização de recursos didáticos (data-show, experimentos e

outros) contribuiu para prender o aluno e na execução de trabalhos mais elaborados. Critica a dificuldade na disponibilidade desses recursos os quais algumas vezes fizeram atrasar a aula. Comenta que a filmagem das aulas ajudou muito na auto-avaliação, possibilitando a correção dos erros que ocorreram na apresentação de cada um. Ressalta que durante esses meses pode perceber a importância e necessidade de todo professor passar por um curso de licenciatura e que já está se preparando para educar vidas e faz comentários sobre o projeto. Segundo suas palavras:

Física Metodologia e Prática, o nome dessa disciplina pode até dar medo no início. Mas, após a primeira e segunda aula, depois de algum contato com a matéria, podemos perceber que não se trata da “antiga física” que tanto nos apavorava na época de ensino médio. Mas, sim, de uma nova forma de ensinar e aprender física, forma esta que venha tirar o rótulo de que física é “um bicho de sete cabeças” e transforma em algo prazeroso de aprender.

A aluna Géssica Valéria, numa carta endereçada ao presidente da república, convida-o a refletir sobre a importância da educação, sendo a mesma um alicerce e o principal instrumento para melhoria de vida da população, critica os baixos salários e a discriminação que a classe sofre. Fala que são poucos que escolhem a profissão de magistério e que muitos escolhem como única opção e não por vocação. Baseado no livro Pais Brilhantes & Professores Fascinantes, relata que jamais imaginaria que a profissão de professor poderia superar as profissões de magistrado, psiquiatra, entre outras. Fala que o projeto deveria ser divulgado entre todos os professores do Brasil e que para isso pede espaço em qualquer meio de comunicação para disseminar essa nova técnica. Registra sua satisfação quanto ao curso que faz. Segundo suas palavras:

Quando vamos conhecendo melhor o curso, percebemos que nossa profissão é magnífica e que abrimos horizontes de crianças, jovens e adultos; tanto presencial quanto à distância, graças à nova metodologia proposta por nosso professor, a fim de tornar o ensino mais agradável e importante para todos.

A aluna Flávia Raphaela, em um pequeno parágrafo, descreve o projeto e diz que o mesmo tem uma metodologia diferenciada, voltada para o aluno e para a tendência CTS, com espaços para debate, estimulando o aluno a pesquisar mais em busca do saber.

Após a análise de todas as redações: avaliativas, críticas, políticas e reflexivas, feitas pelos alunos que participaram da execução do projeto acredito ter alcançado meu objetivo. Era minha intenção formar alunos, futuros professores, profissionais que procurassem uma maneira diferente de ensinar, voltada para formação do cidadão. Uma maneira que despertasse no aluno a reflexão diante dos fatos do dia-a-dia tornando-os críticos, políticos e reflexivos.

Por isso propus um projeto voltado para tendência CTS, Modelagem Matemática e experimentação com intuito de modificar a maneira de se ensinar física em nossas escolas. Dando maior incentivo ao ensino qualitativo, que o ensino quantitativo.

O mecanicismo cartesiano deixa de ser exclusividade no ensino de física e passa a ser, junto com as outras tendências, mais uma maneira de se ensinar física. O importante é que os futuros professores tenham um “leque de opções” e que possam decidir qual a melhor metodologia a ser aplicada quando estiverem em sala de aula. A opção de escolha deve ser do futuro profissional, jamais tive a intenção de impor esta ou aquela metodologia, apesar de ter as minhas preferências.

Espero com esse projeto proporcionar aos meus alunos de licenciatura, e a quem interessar, uma nova maneira de ensinar física. Um ensino que traga significado ao que se ensina e que torne a física atrativa e prazerosa de se ensinar e estudar, um prazer que se estenda ao professor e ao aluno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar o curso de mestrado no NAPDC/UFPA sabia que este era o caminho para minha vida profissional mais qualificada e humanística, apesar de um pouco de incertezas. Com a conclusão das disciplinas vejo claramente que este é um dos caminhos a serem tomados por um educador que se preocupa com sua profissão e quer sempre evoluir junto com seus alunos que também serão um dia professores, de uma turma de ciências. Em minhas turmas de formação de professores, introduzo novas metodologias de ensino, com o objetivo de provocar mudanças no modo de agir e de pensar, tanto em mim quanto em meus alunos.

Uma obra que muito contribuiu na mudança de modo de pensar e agir foi a obra de fritjof Capra "O Ponto de Mutação". Cito também os autores, Boa Ventura de Souza Santos e Edgar Morin, com suas obras "Introdução a uma ciência Pós-Moderna" e "Ciência com Consciência", respectivamente, pois o lado social e humanístico, desses autores, faz-me refletir sobre minha maneira de educar, uma palavra que eu pouco usava, a substituía por ensinar.

Essas obras levam-me a refletir que a mecânica newtoniana de Galileu, Descartes, Bacon, Newton e muitos outros, não devo esquecer, mas não devo usá-la como único método científico, pois o reducionismo com equilíbrio é importante para que possamos conhecer o mundo que nos cerca. Para Capra o mecanicismo cartesiano deve ser completado com um sistema holístico para melhor compreensão desse mundo. Idéia que passo a defender a partir de então.

Lembro que todos os autores lidos foram importantes para minha formação profissional, para o estudo da evolução dos métodos científicos e de como se deu o nascimento de uma nova física, bem como, o surgimento pessoal de uma maneira crítica e reflexiva de atuar junto aos alunos, futuros profissionais da educação.

Quanto à tendência CTS, confesso que não tive pretensão de esgotar as discussões sobre esta tendência nos livros didáticos que se propõem a adotar esta abordagem em seus conteúdos no contexto do ensino de física, quando utilizo objeto de análise cinco livros didáticos de coleções diferentes para o ensino médio, outros livros devem ser analisados.

Acredito que a abordagem CTS na educação em ciências poderá representar mais que uma alternativa para o ensino de física voltado para cidadania. Também

irá representar significativa mudança no modo de conceber e encaminhar as práticas pedagógicas, sobretudo no ensino médio, o qual ainda é tão marcado pela preparação para os processos seletivos e ingresso no ensino superior.

Historicamente o ensino de física tem assumido uma perspectiva pautada na concepção de ciência neutra, valorizando o mecanicismo cartesiano, o conteudismo e a especificidade exarcebada que acaba criando muros quase que intransponíveis entre as disciplinas escolares. Acredito que este tipo de ensino não contribui para uma educação em ciências que vislumbre uma educação para formação da cidadania, por desconsiderar os temas da atualidade, as questões e as práticas sociais.

Neste contexto visualizo na escolha do livro didático uma ferramenta importante para implantação da temática CTS para o ensino de física e um momento de decisão e escolha em que o professor não pode abster-se da crítica e da reflexão, tendo em vista a possibilidade de contribuir para que os alunos, no ato de estudar, vivenciem discussões nos aspectos sociais, científicos, culturais, políticos e ambientais do meio em que vivem, para que possam construir atitudes e posturas de tomadas de decisões. Construindo assim, cidadãos críticos, reflexivos e politizados.

Diante desta preocupação defendo a elaboração do currículo de ciências numa perspectiva CTS, de modo que se possa ter um equilíbrio entre o científico, o tecnológico e o social, não privilegiando simplesmente, o científico, como faziam (e ainda fazem) as práticas pedagógicas que inspiradas no mecanicismo cartesiano – numa relação em que quanto mais matematizada a física, melhor – e não se importavam com os questionamentos: para que ensinar, porque ensinar e como ensinar.

Acredito que as propostas com referencial nas abordagens CTS exigem um novo perfil profissional para o professor, que deixa de apenas transmitir conteúdos desvinculados da realidade social e passa a assumir uma postura diferenciada no processo de ensino-aprendizagem, com o papel de alguém que se constitui como um articulador de conhecimentos, que estimula a elaboração de argumentos e contra-argumentos, que contextualiza o ensino e compartilha problemas com as implicações científico, tecnológico e social, tornando-se acima de tudo um, educador.

Considerando as reflexões que realizamos com este estudo, entendo que a implementação de uma proposta curricular pautada na tendência CTS está para além dos livros didáticos, envolve todo o contexto escolar que vai da própria estrutura física da escola, até a visão dos professores e dos próprios pais de alunos com relação à educação em ciências e mais especificamente ao ensino de física (seus objetivos, conteúdos e estratégias de ensino), o que nos impulsiona para futuros trabalhos de investigação que atentem para formação de professores na perspectiva CTS, enfatizando a autonomia para organização do trabalho pedagógico e a postura crítica no trabalho docente.

Paralelamente a tendência CTS uso a Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino, por acreditar que as duas tendências se complementam, pois ambas procuram inserir o aluno no seu dia-a-dia, mostrando a ele os conceitos científicos apoiados em fatos da realidade que o envolve e que tem conhecimento e domínio, tornando a aprendizagem fortalecida e significativa.

A Modelagem Matemática procura o caminho inverso do mecanicismo cartesiano, enquanto o mecanicismo cartesiano usa fórmulas “mágicas” para resolução de problemas, como um método de ensino de física, a MM inicia o método de ensino através da busca de um problema que possa ser estudado e posteriormente solucionado com a construção de um modelo matemático, a solução não sai do “bolso da camisa como num passe de mágica” e sim, através da construção do conhecimento e da interação com o problema a ser estudado.

Para aplicação desta metodologia fui auxiliado pela experimentação. Com uso de material de fácil acesso eu reproduzo em um laboratório o problema a ser estudado, permitindo a interação entre aluno-aluno e aluno-professor. Através dessa interação o conhecimento vai, gradativamente, sendo construído e despertando a motivação tanto discente quanto docente.

Iniciei esta pesquisa discutindo com meus alunos, através de textos, o mecanicismo cartesiano, método que predomina no ensino das ciências, com o objetivo de despertar nesses alunos uma análise crítica no ensino de física que se pratica em nossas escolas de ensino médio e ao mesmo tempo despertar anseios de mudanças para melhor qualidade em suas atividades futuras.

Posteriormente mostrei que existem várias tendências de ensino e que o professor é livre para escolher o melhor método de ensino para trabalhar. E a

escolha dessas metodologias é que darão significado ao ensino que eles irão praticar.

Através da análise comportamental e das exposições orais e escritas desses alunos percebi que os mesmos estão interessados em mudar o método de ensino que se pratica no ensino das ciências, a exclusividade mecanicista deve ser abolida para dar lugar a outras metodologias de ensino, mudando o paradigma de uma física insuportável, detestável e até odiada para uma física prazerosa, agradável e até amada através de um método de ensino significativo.

Analisando as exposições, os relatórios e as redações escritas pelos alunos, percebo que minha proposta inicial foi aceita pelos mesmos, e que tanto a **tendência CTS como a Modelagem Matemática ajudam na formação diferenciada de um professor de física e mostram uma maneira diferente de ensinar física**. Esta conclusão que faço tem suporte nas palavras de meus alunos de licenciatura do Centro Federal de Educação Tecnológica do Estado do Pará, que foram sujeitos de minha pesquisa e durante a execução do projeto pedagógico na qual tive como objeto de pesquisa: **De que maneira a tendência CTS e a MM ajudariam na formação diferenciada de um professor de física e mostrariam uma maneira diferente de ensinar física?**

Termino esta dissertação respondendo a uma pergunta que vejo todos os dias quando entro em meu ambiente de trabalho: **Física é um bicho de sete cabeças?** Minha resposta é simples: não, se formarmos professores comprometidos com um ensino de qualidade voltado para realidade do aluno. Para isso indico a tendência CTS e a Modelagem Matemática como metodologia de ensino, para que possamos formar cidadãos comprometidos com o futuro de nosso país. Com isso, esses professores que ora formamos, devem responder junto comigo: A física não é um bicho de apenas sete cabeças, e sim, de oito.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, A. C. R. de. Biologia, Tecnologia e Inovação no Currículo do Ensino Médio. Investigações em Ensino de Ciências. Vol. 3, N. 1, março de 1998. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. [www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol3/n1/v3_n1_a4.htm#nota\(10\)](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol3/n1/v3_n1_a4.htm#nota(10))
- ANDERY, M. A. Para Compreender a Ciência: Uma Perspectiva Histórica. Rio de Janeiro, Garamond; São Paulo: EDUC, 2004.
- BACHELAR, G. A Formação do Espírito Científico. Rio de Janeiro, Contraponto, 1996.
- BACON, F. Novum Organum. São Paulo: Abril Cultural, 1984.
- BONJORNO/CLINTON, Física 2. São Paulo: FTD, 1992.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática e os Futuros Professores. In: Reunião Anual da ANPED, 25, 2002, Caxambu. Anais... Caxambu: ANPED, 2002
- BASSANEZI, R. C. Ensino-Aprendizagem Com Modelagem Matemática. São Paulo, Contexto, 2002.
- CAPRA, Fritjof. O Ponto de Mutação. São Paulo: Cultrix, 1982.
- CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. Ijuí – RS. Biblioteca Central UNIJUÍ, 2001.
- CTS no contexto da educação brasileira, ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências. Volume 02 / Número 2 – Dezembro 2002.
- DESCARTES, R. Discurso do Método. In, Os pensadores. Nova Cultura, Rio de Janeiro.

FEYERABEND, P. K. Contra o Método. Rio de Janeiro: F. Alves. 1997

FICHÁRIO ONLINE.

www.ficharionline.com/historia/paginaexibe.php?pagina=051057

KUHN, Tomas S. A Estrutura das Revoluções Científicas. São Paulo: Perspectiva, 2003.

JAPIASSU, H. As Paixões da Ciência: Estudo de Histórias das Ciências. São Paulo: Letras&Letras, 1991.

MORIN, Edgar. Ciência com Consciência. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

NICOLAU, PENTEADO, TOLEDO E TORRES. Física – Ciência e Tecnologia. São Paulo: 2002.

PAULO, Ueno. Física – Novo Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2005.

PARANÁ, D. N.S. Física – Novo Ensino: São Paulo: Ática, 2003.

PEREIRA, M. E. Discurso Sobre o Espírito Positivo: August Comte. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

PRIGOGINE, I. O fim das Certezas. São Paulo. UNESP, 1996

SANTOS, B. S. Introdução a Uma Ciência Pós-Moderna. Rio de Janeiro: Graal, 1989.

SANTOS, M. E. V. M. Desafios Pedagógicos Para o Século XXI. Lisboa: Horizonte, 1999.

SANTOS, M. E. V. A Cidadania na Voz dos Manuais Escolares, Lisboa: Horizonte, 2001.

SANTOS, W.L.P.dos & MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem, 2002.

SOARES, L. C. Do Mundo Novo ao Universo Heliocêntrico: Os Descobrimentos e a Revolução Copernicana. São Paulo: Hucitec, 1999.

ANEXO 01

8.1 – Avaliação do projeto de ensino

Caros alunos:

Durante esses meses mostrei-lhes uma nova maneira de lecionar física. Para isso preparei quatro textos que foram debatidos em sala e cada aluno pode manifestar sua opinião, em seguida foram feitas atividades experimentais na tentativa de colocar em prática essa parte teórica.

O primeiro texto “evolução do método científico numa perspectiva CTS” procura mostrar o surgimento do mecanicismo cartesiano, e sua aplicação que perdura até hoje em nossas escolas de ensino médio para o ensino das ciências. Mostro alguns autores que rompem com esse mecanicismo e autores que propõem um novo método científico para o ensino das ciências, os quais já ensaiam uma tendência CTS.

No segundo e terceiro textos falo sobre a tendência CTS: histórico, surgimento, escolas com tendência ao CTS, escolas que confirmam o mecanicismo cartesiano, proposta do livro didático, currículo com ênfase CTS e a escolha do livro didático numa perspectiva CTS, objetivando fornecer subsídios para que vocês possam refletir sobre essa tendência no ensino das ciências e possam refletir sobre o tipo de ensino que vocês querem praticar na vida profissional de vocês.

O texto a seguir foi Modelagem Matemática que mostra uma nova maneira de ensinar os conteúdos científicos. Neste texto procuro mostrar-lhes que podemos partir de um fenômeno que ocorre na natureza e chegar a um modelo matemático que melhor represente o estudo do fenômeno em questão, contrário ao modelo mecanicista que parte do modelo matemático para validar o fenômeno.

A experimentação foi usada como uma metodologia para colocar em prática toda parte teórica que debatemos através dos textos. Agora chegou a hora de avaliarmos este projeto de ensino que propomos no início do curso, mas antes gostaria que vocês lessem e refletissem sobre o texto a seguir.

A HISTÓRIA DA GRANDE TORRE: QUAIS SÃO OS PROFISSIONAIS MAIS IMPORTANTES DA SOCIEDADE?

Se metade do orçamento dos gastos militares no mundo fosse investido na educação, os generais se tornariam jardineiros; os policiais, poetas; os psiquiatras músicos. A violência, a fome, o medo, o terrorismo e os problemas emocionais estariam nas páginas dos dicionários e não nas páginas da vida...

(CURY, 2003: 156)

Num tempo não muito distante do nosso, a humanidade ficou tão caótica que os homens fizeram um grande concurso. Eles queriam saber qual a profissão mais importante da sociedade. Os organizadores do evento construíram uma grande torre dentro de um enorme estádio com degraus de ouros, cravejados de pedras preciosas. A torre era belíssima. Chamaram a imprensa mundial, a TV, os jornais, as revistas e as rádios para realizarem a cobertura.

O mundo estava plugado no evento. No estádio, pessoas de todas as classes sócias se espremiavam para ver a disputa de perto. As regras eram as seguintes: cada profissão era representada por um ilustre orador. O orador deveria subir rapidamente num degrau da torre e fazer um discurso eloqüente e convincente sobre os motivos pelos quais sua profissão era a mais importante da sociedade moderna. O orador tinha de permanecer na torre até o final da disputa. A votação era mundial e pela Internet.

Nações e grandes empresas patrocinavam a disputa. A categoria vencedora receberia prestígio social, uma grande soma em dinheiro e subsídios do governo. Estabelecidas as regras, a disputa começou. O mediador do concurso bradou: “*O espaço está aberto!*”

Sabe quem subiu primeiro na torre? Os educadores? Não! O representante da minha classe, a dos psiquiatras.

Ele subiu na torre e a plenos pulmões proclamou: “As sociedades modernas se tornarão uma fábrica de estresse. A depressão e a ansiedade são as doenças do século. As pessoas perderam o encanto pela existência. Muitas desistem de viver. A indústria dos antidepressivos e dos tranqüilizantes se tornou a mais importante do mundo”. Em seguida, o orador fez uma pausa. O público, pasmo, ouvia atentamente seus argumentos contundentes.

O representante dos psiquiatras concluiu: “O normal é ter conflitos, e o anormal é ser saudável. O que seria da humanidade sem os psiquiatras? Um

albergue de seres humanos sem qualidade de vida! Por vivermos em uma sociedade doentia, declaro que somos, juntamente com os psicólogos clínicos, os profissionais mais importantes da sociedade!”.

No estádio reinou o silêncio. Muitos na platéia olharam para si mesmos e perceberam que não eram alegres, estavam estressados dormiam mal acordavam cansados, tinham uma mente agitada, dores de cabeça. Milhões de expectadores ficaram com a voz embargada. Os psiquiatras pareciam imbatíveis.

Em seguida, o mediador bradou: *“O espaço está aberto!”* Sabe quem subiu depois? Os professores? Não! O representante dos magistrados – os juízes de direito.

Ele subiu no degrau mais alto e num gesto de ousadia desferiu palavras que abalaram os ouvintes: “Observem os índices de violência! Eles não param de aumentar. Os seqüestros, assaltos e a violência no trânsito enchem as páginas dos jornais. A agressividade nas escolas, os maus-tratos infantis, a discriminação racial e social fazem parte da nossa rotina. Os homens amam seus direitos e desprezam seus deveres”.

Os ouvintes menearam a cabeça, concordando com os argumentos. Em seguida, o representante dos magistrados foi mais contundente: “O tráfico de drogas movimenta tanto o dinheiro como o petróleo. Não há como extirpar o crime organizado. Se vocês querem segurança, aprisionem-se dentro de suas casas, pois a liberdade pertence aos criminosos. Sem os juízes e os promotores, a sociedade se esfacela. Por isso, declaro, com o apoio dos promotores e do aparelho policial, que representamos a classe mais importante da sociedade.”

Todos engoliram em seco essas palavras. Elas perturbavam os ouvidos e queimavam na alma. Mas pareciam incontestáveis. Outro momento de silêncio, agora mais prolongado. Em seguida, o mediador, já suando frio, disse: *“o espaço está novamente aberto!”*.

Um outro representante mais intrépido subiu num degrau mais alto da torre. Sabem quem foi desta vez? Os educadores? Não!

Foi o representante das forças armadas. Com uma voz vibrante e sem delongas ele discursou: “Os homens desprezam o valor da vida. Eles se matam por muito pouco. O terrorismo elimina milhares de pessoas. A guerra comercial mata milhões de vidas. A espécie humana se esfacelou em dezenas de tribos. As nações só se respeitam pela economia e pelas armas que possuem. Quem quiser a paz

tem que se preparar para a guerra. Os poderes econômico e bélico, e não o diálogo, são os fatores de equilíbrio num mundo espúrio.”

Suas palavras chocaram os ouvintes, mas eram inquestionáveis. Em seguida, ele concluiu: “Sem as forças armadas não haveria segurança. O sono seria um pesadelo. Por isso, declaro, quer se aceite ou não, que os homens das forças armadas não são apenas a classe profissional mais importante, mas também a mais poderosa.” A alma dos ouvintes gelou. Todos ficaram atônitos.

Os argumentos dos três oradores eram fortíssimos. A sociedade tinha se tornado um caos. As pessoas do mundo todo, perplexas, não sabiam qual atitude tomar: se aclamavam um orador, ou se choravam pela crise da espécie humana, que não honrou sua capacidade de pensar.

Ninguém mais ousou subir na torre. Em quem votariam?

Quando todos pensavam que a disputa havia se encerrado, ouviu-se uma conversa no sopé da torre. De quem se tratava? Desta vez eram os professores. Havia um grupo deles da pré-escola, do ensino fundamental, do médio e do universitário. Eles estavam encostados na torre dialogando com um grupo de pais. Ninguém sabia o que estavam fazendo. A TV os focalizou e o projetou no telão. O mediador gritou para um deles subir na torre. Eles se recusaram.

O mediador os provocou: “Sempre há covardes numa disputa.” Houve risos no estádio. Fizeram chacota dos professores e dos pais.

Quando todos pensavam que eles eram frágeis, os professores, com incentivo dos pais, começaram a debater as idéias, permanecendo no mesmo lugar. Todos se faziam representar.

Um dos professores, olhando para o alto, disse para o representante dos psiquiatras: “Nós não queremos ser mais importantes que vocês. Apenas queremos ter condições para educar a emoção dos nossos alunos, formar jovens livres e felizes, para que eles não adoeçam e sejam tratados por vocês.” O representante dos psiquiatras recebeu um golpe na alma.

Em seguida, um outro professor que estava no lado direito da torre olhou para o representante dos magistrados e disse: “Jamais tivemos a pretensão de ser mais importantes do que os juízes. Desejamos apenas ter condições para lapidar a inteligência de nossos jovens, fazendo-os amar a arte de pensar e aprender a grandeza dos direitos e deveres humanos. Assim, esperamos que jamais se sentem num banco dos réus.” O representante dos magistrados tremeu na torre.

Uma professora do lado esquerdo da torre, aparentemente tímida, encarou o representante das forças armadas e falou poeticamente: “Os professores do mundo todo nunca desejaram ser mais poderosos nem mais importantes do que os membros das forças armadas. Desejamos apenas ser importante no coração das nossas crianças. Almejamos levá-las a compreender que cada ser humano não é mais um número na multidão, mas um ser insubstituível, um ator único no teatro da existência”.

A professora fez uma pausa e completou: “Assim, eles se apaixonarão pela vida, e, quando estiverem no controle da sociedade, jamais farão guerras, sejam guerras físicas que retiram o sangue, sejam comerciais que tiram o pão. Pois cremos que os fracos usam a força, mas os fortes usam o diálogo para resolver seus conflitos. Cremos ainda que a vida é obra-prima de Deus, um espetáculo que jamais deve ser interrompido pela violência humana.”

Os pais deliraram de alegria com essas palavras. Mas o representante do judiciário quase caiu da torre.

Não se ouvia um zumbido na platéia. O mundo ficou perplexo. As pessoas não imaginavam que os simples professores que viviam no pequeno mundo das salas de aula fossem tão sábios. O discurso dos professores abalou os líderes do evento.

Vendo ameaçado o êxito da disputa, o mediador do evento disse arrogantemente: “Sonhadores! Vocês vivem fora da realidade!” Um professor destemido bradou com sensibilidade: “Se deixarmos de sonhar, morreremos!”

Sentindo-se questionado, o organizador do evento pegou o microfone e foi mais longe na intenção de ferir os professores: “Quem se importa com os professores na atualidade? Comparem-se com outras profissões. Vocês não participam das mais importantes reuniões políticas. A imprensa raramente os noticia. A sociedade pouco se importa com a escola. Olhem para o salário que vocês recebem no final do mês!” Uma professora fitou-o e disse-lhe com segurança: “Não trabalhamos apenas pelo salário, mas pelo amor de seus filhos e de todos os jovens do mundo”.

Irado, o líder do evento gritou: “Sua profissão será extinta nas sociedades modernas. Os computadores os estão substituindo! Vocês são indignos de estar nesta disputa.”

A platéia, manipulada, mudou de lado. Condenaram os professores. Exaltaram a educação virtual. Gritaram em coro: “*Computadores! Computadores! Fim do professores!*” O estádio entrou em delírio repetindo a frase. Sepultaram os mestres. Os professores nunca haviam sido tão humilhados. Golpeados por essas palavras, resolveram abandonar a torre. Sabem o que aconteceu?

A torre desabou. Ninguém imaginava, mas eram os professores e os pais que estavam segurando a torre. A cena foi chocante. Os oradores foram hospitalizados. Os professores tomaram então outra atitude inimaginável: abandonaram, pela primeira vez, as salas de aula.

Tentaram substituí-los por computadores, dando uma máquina para cada aluno. Usaram as melhores técnicas de multimídia. Sabem o que ocorreu?

A sociedade desabou. As injustiças e as misérias da alma aumentaram mais ainda. A dor e as lágrimas se expandiram. O cárcere da depressão, do medo e da ansiedade atingiu grande parte da população. A violência e os crimes se multiplicaram. A convivência humana gemeu de dor. Corria o risco de não sobreviver...

Estarrecidos, todos entenderam que os computadores não conseguiam ensinar a sabedoria, a solidariedade e o amor pela vida. O público nunca pensara que os professores fossem os alicerces das profissões e o sustentáculo do que é mais lúcido e inteligente entre nós. Descobriu-se que o pouco de luz que entrava na sociedade vinha do coração dos professores e dos pais que arduamente educavam seus filhos.

Todos entenderam que a sociedade vivia uma longa e nebulosa noite. A ciência, a política e o dinheiro não conseguiam superá-la. Perceberam que a esperança de um belo amanhecer repousa sobre cada pai, cada mãe e cada professor, e não sobre os psiquiatras, o judiciário, os militares, a imprensa...

Não importa se os pais moram num palácio ou numa favela, e se os professores dão aulas numa escola suntuosa ou pobre – eles são a esperança do mundo.

Diante disso, os políticos, os representantes das classes profissionais e os empresários fizeram uma reunião com os professores em cada cidade de cada nação. Reconheceram que tinham cometido um crime contra a educação. Pediram desculpas e rogaram para que eles não abandonassem seus filhos.

Em seguida, fizeram uma grande promessa. Afirmaram que a metade do orçamento que gastavam com armas, com o aparato policial e com a indústria dos tranqüilizantes e dos antidepressivos seria investida na educação. Prometeram resgatar a dignidade dos professores, e dar condições para que cada criança da terra fosse nutrida com alimentos no seu corpo e com o conhecimento na sua alma. Nenhuma delas ficaria mais sem escola.

Os professores choraram. Ficaram comovidos com tal promessa. Há séculos eles esperavam que a sociedade acordasse para o drama da educação. Infelizmente, a sociedade só acordou quando as misérias sociais atingiram patamares insuportáveis.

Mas, como sempre trabalharam como heróis anônimos e sempre foram apaixonados por cada criança, cada adolescente e cada jovem, os professores resolveram voltar para a sala de aula e ensinar cada aluno a navegar nas águas da emoção.

Pela primeira vez, a sociedade colocou a educação no centro das suas atenções. A luz começou a brilhar depois da longa tempestade... No final de dez anos os resultados apareceram, e depois de vinte anos todos ficaram boquiabertos.

Os jovens não desistiam mais da vida. Não havia mais suicídios. O uso de drogas dissipou-se. Quase não se ouvia falar mais de transtornos psíquicos e de violência. E a discriminação? O que é isso? Ninguém se lembrava mais do seu significado. Os brancos abraçavam afetivamente os negros. As crianças judias dormiam na casa das crianças palestinas. O medo se dissolveu, o terrorismo desapareceu, o amor triunfou.

Os presídios se tornaram museus. Os policiais se tornaram poetas. Os consultórios de psiquiatria se esvaziaram. Os psiquiatras se tornaram escritores. Os juízes se tornaram músicos. Os promotores se tornaram filósofos. E os generais? Descobriram o perfume das flores, aprenderam a sujar suas mãos para cultivá-las.

E os jornais e as TVs do mundo? O que noticiavam o que vendiam? Deixaram de vender mazelas e lágrimas humanas. Vendiam sonhos, anunciavam a esperança...

Quando esta história se tornará realidade? Se todos sonharmos este sonho, um dia ele deixará de ser apenas um sonho.

Agora vocês vão avaliar este projeto. Para esta avaliação gostaria que vocês escrevessem uma redação, pode ser uma carta endereçada a outra pessoa

(presidente da República, diretor do CEFET, diretor de ensino, professor, parente, etc.). Nesta redação gostaria que vocês avaliassem: os textos, a metodologia, a prática, o material didático, o espaço físico, o docente e a si próprio. A escola, numa referência ao mecanicismo cartesiano obriga que nós professores quantifiquemos nosso aluno através de um número, e chama isso de aprovação ou reprovação. Devido a essa burocracia é que solicito a vocês que se auto-quantifiquem, numa escala de 7,0 a 10,0 “quanto você vale”.

ANEXO 02

Aluno: Antonio Eduardo

Senhor Ministro da Educação,

É triste a forma como é tratada a educação no nosso país. O livro “pais brilhantes professores fascinantes” de Augusto Cury, descreve perfeitamente o que estamos vivendo e anuncia o nosso futuro, se continuarmos assim.

A educação, no Brasil, não é prioridade. Para que ensinar pessoas a serem críticas? É muito mais difícil manipular uma população com um forte poder de análise e crítica. Talvez isso, a falta de investimento do governo, possa explicar a qualidade do material didático e o espaço físico. Mas não podemos aplicar essa justificativa, por exemplo, à metodologia, à prática e aos textos, já que esses são de responsabilidades do educador.

O que falta são professores que admirem o que fazem, que executem sua profissão com dedicação. Para que a aula seja interessante, ela deve despertar no aluno o que ele tem de mais valioso enquanto aprendiz: a curiosidade, a vontade de conhecer “novos mundos”. Logicamente a remuneração é de extrema importância, mas não deve ser a essência, o objetivo maior do trabalho.

Por isso é que parabeno o professor Pedro Moutinho quanto a sua nova forma de ensinar a física. Estimulou-nos a pesquisar, baseando-nos em várias opiniões e conceitos. A partir daí através de textos simples, fizemos trabalhos que geraram, muitas vezes, discussões bastante complexas. O que foi bastante proveitoso para toda a turma.

Avaliando-me quanto aluno e futuro professor tenho muito a aprender e me dedicar. Se me fosse auto-quantificar me daria 8,5.

Aluna: Ana Carolina Silva

Senhor Ministro da Educação,

Apesar das modificações que a educação sofreu no últimos anos ela ainda deixa muito a desejar, principalmente no que diz respeito às instituições públicas e de educação infantil, a chamada primeira infância deveria ser tratada com respeito e possuir projetos para melhorá-la, afinal, as crianças estão tendo as sua primeiras lições porém, não apenas lições de vogais ou cores, mas lições de vida, a base do seu caráter esta se formando na primeira infância desse modo, idéias sobre a importância da educação e da dignidade humana devem ser introduzidas nas mentes infantis desde cedo.

Também, na educação fundamental e média, mudanças seriam bem-vindas, a pressão do vestibular não estimula a criação de uma mentalidade crítica e investigativa, pelo contrário, estimula a criação de um aluno robotizado, que precisa decorar grandes conteúdos sem nunca questioná-los.

A educação superior no Brasil também não fica atrás das demais, principalmente em se tratando de universidades públicas, pois os alunos precisariam saber outro idioma além do português, mas não sabem. A escola fundamental e média não ensinou ao aluno como devia. Os alunos precisam questionar, mas como? Se não estão acostumados a isso. EM suas mentes está enraizada a idéia de estudar para tirar 10. As metodologias oferecidas são boas, interessantes, as práticas também. Porém, faltam materiais didáticos diferentes ou muitas vezes formas novas de utilizá-los. O espaço físico muitas vezes deixa a desejar. Não por falta de vontade, mas por falta de recursos da própria instituição. Os professores querem fazer um bom trabalho, entretanto, acabam esbarrando em inúmeras limitações como recursos financeiros do estado, principalmente.

Se os professores, presos ao mecanicismo cartesiano atribuem nota aos alunos após essa reflexão, atribuo a minha nota nove, pois, devido às dificuldades, principalmente ligadas ao espaço físico e suas limitações na hora de oferecer uma educação de qualidade aos alunos, penso em faltar as aulas, quando o meu pensamento deveria ser o de estudar dobrado para superar as dificuldades da educação gratuita.

Aluna: Denise Aquino

Formando um anjo

Em meio às novas propostas oferecidas pela Legislação de Diretrizes e Bases da Educação, na qual vemos explicitamente o objetivo de se formar cidadãos críticos e capazes de atuar no ambiente ou meio em que estão inseridos, oferecendo não só a sua mão-de-obra, mas manifestando as suas opiniões tive a oportunidade de participar durante alguns meses da disciplina Física Metodologia e Prática¹, na qual pude perceber essa proposta numa vivência engrandecedora.

Com a disciplina observamos a mudança evolutiva educacionais que foram surgindo a partir de experiências teóricas e práticas de pensadores, filósofos, matemáticos, físicos e cientistas. Com tudo chegamos a uma perspectiva inovadora que se propõe a fundir a ciência, a tecnologia e a sociedade com a missão de mostrar uma metodologia que não nos afaste da realidade em que vivemos ou estamos inseridos.

Vivenciamos neste período uma oportunidade de observar e sermos observados, fomos críticos, nos avaliamos com os métodos empregados durante as aulas, sendo sempre incitados pelo mediador a construirmos, dando nossas opiniões e formando nossos conceitos. Aliás, esta é a palavra que defini a disciplina: construção. EM algumas apresentações em grupo, pudemos comprovar que a teoria aliada a prática sempre será o melhor método de ensinar ciências, cabendo a nós educadores e educandos (afinal somos sempre, constantemente educandos) a criatividade para ministrá-las, contextualizando fica muito mais fácil aprender.

Com a participação de todos em sala de aula fomos construindo um conhecimento que levarei comigo ao final dessa experiência ou vivência de uma realidade a qual posso contribuir imensamente.

Sobre tudo manifesto a minha opinião sobre a disciplina como sendo importantíssima para o desenvolvimento de uma educador capaz de interagir com a turma, crescendo com ela, elevando o saber. O mediador, ou professor, foi muito feliz na maneira em que conduziu os diálogos nos permitindo construir, sem falar no jeito (através de gestos ou palavras) com que conseguia transmitir o seu saber. Os materiais empregados tinham linguagem clara e sucinta, bem objetiva na abordagem dos temas. Contudo sou privilegiada em ter essa oportunidade e

agradeço a Deus por isso, pois temos verdadeiros anjos que ainda lutam por uma melhor forma de ensinar e transmitir conhecimentos enviados, com toda a certeza, por Ele e espero ser um deles.

A aluna Laura Lisboa

Prezado professor,

Como aluna participante e atenta a suas aulas e em especial admiradora de seu trabalho, venho através desta fazer uma breve avaliação de todo conhecimento trocado nesses seis meses de convivência com a disciplina.

Posso afirmar que aprendi muito com as suas aulas, ou melhor, com as aulas que nós construímos em suas aulas. A metodologia utilizada pelo senhor, centrada nos textos debates e seminários foi importante para o entendimento dos assuntos propostos. O material didático e o espaço físico utilizado também foram importantes na construção do entendimento da matéria. Porém, a chave de todo processo de conhecimento foi o diálogo entre o senhor, educador, e nós educando.

Os textos propostos que falavam sobre o método cartesiano, a tendência CTS nos livros didáticos foram muito interessantes e de fácil entendimento, eu me deparei com outro mundo de informações, porque até então não tinha idéia do que era CTS, essa nova tendência me fez rever meus conceitos de aprendizagem e da minha posição como futura educadora, vou tentar seguir essa tendência e praticá-la em sala com os meus futuros alunos.

Os debates também somaram à aprendizagem e nos deu brechas para expor nossas opiniões e principalmente nossas dúvidas em relação ao assunto e não só do assunto, mas também dos outros temas que iam surgindo ao longo da discussão, células tronco, aborto, drogas, transgênicos, a postura do professor em sala... e vários outros temas polêmicos e importantes de serem discutidos, havendo portanto contextualização do assunto (matéria) com problemas da sociedade, mostrando que o senhor é um grande adepto da CTS como educador.

O mundo seria bem melhor se todos os educadores se preocupassem com seus alunos em não só repassa-los conhecimento, mas em prepará-los para o

mundo difícil em que os espera. Esse trabalho deveria ser repassado e praticado por todos.

Atenciosamente Laura Lisboa.

A aluna Rosilene dos Santos

No contexto escolar em estamos inseridos, nos deparamos com metodologias de ensino muito defasadas.

É possível encontrar em grande escala professores que ainda usam métodos de ensino ultrapassados, como: só ele fala e não dá espaço para o aluno argumentar.

Mas na disciplina de Física Metodologia e prática I, ministrada pelo professor Pedro, descobri que podemos abordar assuntos importantes sem usar o quadro. Não me recordo de nenhuma vez ter copiado alguma coisa do quadro. No entanto, a maneira de como os temas ministrados nas aulas foram abordados, foi o que fez me interessar na sua metodologia de ensino.

A maneira de como tivemos espaço para debater e argumentar os assuntos, fez com que me tornasse mais participativa nas aulas.

Os recursos didáticos usados como material de multimídia de sala de aula tornou as aulas mais atrativas. A utilização desses recursos atrai o aluno, fazendo dele um aluno menos disperso e mais atencioso.

A aluna Érica Larissa

“Uma nova maneira de lecionar física”. Esta é a frase que sintetiza todo trabalho realizado durante esses meses.

Durante esses meses de aula, pude observar uma metodologia diferente em relação ao ato de lecionar, confesso que nunca havia parado para pensar a respeito da metodologia empregada em nossas escolas e acredito que após esse trabalho eu realmente comecei a refletir sobre o assunto, o que muito me acrescentou enquanto uma aluna graduando de um curso de licenciatura.

Acredito que toda metodologia empregada foi aproveitada da melhor maneira possível pela turma, assim como foi por mim. Os textos levaram os alunos a conhecer a evolução do processo de ensino-aprendizagem com o passar do tempo, as demonstrações práticas do conteúdo serviram de complemento para o estudo teórico, nos colocando como parte atuante nas demonstrações práticas, enriquecendo as aulas e ajudando na melhor compreensão de todos.

O despertar dos alunos para modelagem matemática, para busca de novas metodologias voltadas para realidade dos alunos que facilitem o processo de ensino-aprendizagem foi exemplificado em todas as aulas, desde o modo como o professor estruturou o seu projeto até a realização do mesmo. E também no final de cada apresentação, quando foram abordados vários temas que fizeram os alunos exporem suas opiniões ou até mesmo formarem uma.

Além disso, o próprio espaço físico foi algo inovador, o uso dos laboratórios foi algo diferente para grande maioria, já que não comum a presença de laboratórios em grande parte das instituições de ensino, nas quais a grande maioria dos alunos seu ensino médio.

Enfim, este projeto como um todo leva-nos a refletir sobre a educação empregada em sala de aula e se nós, no futuro, já como professores, iremos a continuar a dar aulas deixando nossos alunos na mesma condição em que passamos boas parte de nossa vida letiva, apenas como meros coadjuvantes do “teatro da existência”.

A aluna Milena Mota dos Santos

Excelentíssimo Senhor Diretor do CEFETPA,

Como aluna do curso de licenciatura plena do CEFETPA, gostaria de lhe descrever a experiência adquirida por mim quando participei do projeto de ensino desenvolvido pelo professor Pedro Moutinho, na disciplina Física Metodologia e Prática. Ao utilizar-se de textos, o professor revelou uma série de conceitos e de pensamentos que até então eram para mim desconhecidos, como a Tendência CTS e a Modelagem Matemática, promovendo a integração e interação da turma e possibilitando a ela a escolha de qual modelo de educação seguir, quando chegar a

hora, o de escola tradicional com o mecanicismo cartesiano, o modelo holístico ou quem sabe o trabalho dosado e simultâneo desses dois modelos.

Acredito que a experimentação e a contextualização do ensino feita pelos alunos através de conceitos simples como: alavanca e movimento me fizeram enxergar como é importante a visualização de uma teoria através de experiências e não só comprová-la, mas adquiri-la e registrá-la.

Porém, gostaria de fazer uma ressalva quanto ao material e o espaço físico utilizado e neste até fazer um apelo para melhoria da infra-estrutura e das condições de trabalho, uma vez que o projetor de multimídia (data-show) nem sempre está disponível para o curso e os laboratórios possuem aparelhos de ar condicionado muito antigos e barulhentos, que atrapalham a apresentação dos grupos.

O professor sempre esteve muito atencioso, preocupado com os alunos e principalmente preocupado com o que os alunos pensavam e na formação dos mesmos.

Contudo, acredito que todo trabalho desenvolvido foi muito proveitoso, já que aprendemos muito com essa experiência, a refletir, a discutir e expor nossas opiniões e peço até que este projeto seja desenvolvido por outros professores em outros cursos.

O aluno Weverton Bandeira

Caro professor,

Confesso que a princípio achei estranha a sua metodologia, aula de física sem fórmulas? Sem cálculos? Como isso é possível? No entanto, nesse bimestre aprendi mais que simples emaranhados de números, entendi a real função do educador, pois este não é apenas um transmissor de conhecimento e muito menos o detentor da sabedoria, ao contrário, o professor deve, ou pelo menos deveria ser sempre um aluno, mais experiente, porém com a consciência de que deve, quando necessário, rever alguns conceitos, ser mais flexível e principalmente entender que a te mesmo nas “respostas erradas” tem algo de certo, o senhor não concorda?

Agora tenho em mãos, graças a sua disciplina, a grandiosa oportunidade de crescer não só profissionalmente, mas também pessoalmente, pois só agora pude perceber o quão importante é o educador na sociedade.

Dessa forma, professor, me sinto mais seguro e mais confiante, já que não serei simplesmente um e sim o professor. Ainda tenho muito a aprender, no entanto a principal lição, a de ser um educador de verdade, já aprendi.